Joko Triwanto

Agroforestry

UMM PRESS

Joko Triwanto

Agroforestry

Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang

Agroforestry

Hak Cipta © Joko Triwanto, 2019
Hak Terbit pada UMM Press

Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144
Telepon 0877 0166 6388, (0341) 464318 Psw. 140
Fax. (0341) 460435
E-mail: ummpress@gmail.com
http://ummpress.umm.ac.id
Anggota APPTI (Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)
Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

Cetakan Pertama, September 2019
ISBN: 978-979-796-405-4

xii; 200 hlm: 16 x 23 cm

Setting - Layout : Andi Firmansah
Desain Cover: Andi Firmansah

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit. Pengutipan harap menyebutkan sumbernya.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014
tentang Hak Cipta

(1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).

(2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

(3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

(4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

PRAKATA

Pemerintah dalam pelaksanaan pembangunan bidang pertanian, bukan hanya tertuju pada usaha peningkatan hasil, melainkan juga terhadap usaha-usaha pengawetan hutan dan lahan. Untuk menunjang maksud pemerintah ini, masih terbatasnya buku-buku untuk kepentingan pendidikan tinggi dalam bidang pertanian yang terintegrasi dengan kehutanan, perkebunan, peternakan dan perikanan, khususnya dalam meningkatkan konservasi hutan dan lahan, maka penulis berusaha untuk membahas secara garis besarnya dengan mewujudkan buku: *Agroforestry* sebagai bahan bacaan perkulihan. Buku ini dikutip dari berbagai sumber yang penulis rangkum dan sebutkan sumbernya.

Buku ini terdiri dari 14 Bab, pada Bab I dikemukakan tentang pengertian *agroforestry*, sistem *agroforestry* dan *social forestry* dan *agroforestry* yang membahas tentang pemanfaatan lahan dengan pola integrasi penamanan antara pohon dengan tanaman pertanian, hijauan pakan ternak agar dieroleh produktivitas yang lebih menguntungkan. Pada Bab II menjelaskan tentang peranan sistem *agroforestry* bagi kehutanan dan pertanian, peranan petani dalam pelestarian sumberdaya hutan alam, model pengelolaan sumberdaya hutan:, memadukan produksi kayu, pelestarian lingkungan dan pembangunan pedesaan, untuk tujuan ekonomi, memadukan pelestarian sumber daya hutan dengan pembangunan pertanian. Bab III tentang sistem *agroforestry*, membahas bagaimana membuat dan mengatur populasi tanaman berkayu dengan kondisi lingkungan. Bab IV penologi tanaman berkayu mengulas, pengaruh pohon dan semak dalam lingkungan dengan asosiasi jenis tanaman pertanian sangat relevan. Bab V membahas bentuk *agroforestry* berazaskan ekologi bahwa interaksi antara stand

dengan lingkungannya, kemungkinan besar karena dipengaruhi oleh struktur kanopi (daun lebar yang menutupi) khususnya ukuran dan morfologi, distribusi dan orientasi dedaunan. Bab VI Pertimbangan Bioekonomi dalam pola tanaman *agroforestry*: mengembangkan teknik untuk mengevaluasi produktivitas lahan pada beberapa sistem *agroforestry*. Pengembalian ke lahan adalah menjadi indikasi terbaik dari produktivitas. Bab VII teknologi *agroforestry* dalam kawasan hutan di Jawa, teknologi dapat dilakukan selama daur tanaman pokok, bahwa para pesanggem menanam dan memelihara tanaman pokok secara baik. Bab VIII teknologi *agroforestry* di luar kawasan hutan. Teknologi ini dikembangkan dalam program usaha tanaman lahan kering. Teknologi ini mencakup penanaman pagar hidup pada garis kontur dengan jenis-jenis Ieguminosa tergantung pada kemiringan lahan. Bab IX sistem dan teknologi *agroforestry* di negara tetangga. Pohon-pohon serbaguna ini dapat ditanam sekitar tanarnan-tanaman pertanian sebagai pagar hidup, dengan tujuan utama menghasilkan buah-buahan petani dapat melanjutkan usaha taninya ditanam pada ruangan antara baris pohon-pohonan. Bab X *agroforestry* di Indonesia diharapkan berguna bagi daerah tropika, sebagai usaha untuk mencegah perluasan tanah tandus dan kerusakan kesuburan tanah. *Agroforestry* juga diharapkan berguna bagi peningkatan mutu pertanian serta intensifikasi dan diversifikasi silvikultur. Bab XI tanaman dalam sistem *agroforestry*, membangun tanaman agroforestri pada lahan pertanian saat ini tanpa pohon dapat membantu mengurangi perubahan iklim, pohon-pohon dan tanaman keras lainnya dalam sistem-sistem *agroforestry* adalah untuk memberikan jasa dan untuk memberi penghasilan langsung dalam bentuk buah-buahan, biji-bijian, buah-buahan berkulit keras, rebung, kulit dan bahkan akar. Bab XII penelitian *agroforestry*, difokuskan pada analisis teknologi sumberdaya biofisik kelembagaan dari sumber daya manusia berpengaruh dalam pengembangan *agroforestry*.

Bab XIII pengembangan *agroforestry*, teknologi yang dikembangkan seyogyanya tidak saja merupakan perbaikan penggunaan lahan, akan tetapi juga dapat mempengaruhi peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Bab XIV masalah pengembangan *agroforestry*, strategi pengembangan tidak bisa hanya dilihat dari sudut pertanian atas kehutanan semata, tetapi perlu mempertimbangkan aspek sosial ekonomi ekologi dan teknologi. Sejak awal kegiatan *agroforestry* harus

melibatkan petani dalam suatu wilayah dengan cara menjadikan mereka sebagai "subjek" atau "pelaku" di dalamnya.

Penulisan buku ini banyak mendapatkan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang turut serta membantu mewujudkan buku ini. Pertama, kepada Dr. H. Fauzan, M.Pd, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Malang beserta staf yang telah memberikan kesempatan dan bantuan moril maupun materiil. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Muh Yus Cholili, MPd, selaku Direktur Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang beserta staf yang telah memberikan kesempatan dalam menulis buku ajar Agroforestry. Dr. Ir. David Hermawan, MP., IPM selaku Dekan Fakultas Pertanian – Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang beserta staf, khususnya rekan-rekan sejawat Dosen dan Karyawan Jurusan Kehutanan yang tak henti-hentinya memberikan support selama penulisan buku hingga selesai. Dr. Wahyu Hidayat, MM beserta staf Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan pengarahan selama penulisan dan perbaikan buku ini. Terakhir, buku ini penulis persembahkan untuk istri penulis Dra. Heri Rini Fatmawati dan anak-anak, Ardhisa Rika Yuniar Putri, S.Psi, Yuwono Kristanto, SE serta ananda Aristyo Riko Rendragraha Putra, yang banyak memberikan dorongan support dan do'a sehingga buku ini dapat terselesaikan.

Tiada gading yang tak retak, tidak menutup kemungkinan terdapat kesalahan dan kekurangan dalam tulisan buku ini, maka penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan edisi berikutnya dengan lebih baik. Harapan penulis semoga buku ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

Semoga buku sederhana ini dapat bermanfaat bagi Anda

Malang, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA **v**

DAFTAR ISI **ix**

1. PENDAHULUAN **1**

A. Pengertian *Agroforestry* 1

B. Sistem *Agroforestry* dan Teknologi *Agroforestry* 10

C. *Social Forestry* dan *Agroforestry* 11

2. PERANAN AGROFORESTRY **13**

A. Peranan Sistem *Agroforestry* Bagi Dunia Kehutanan dan Pertanian 13

B. Peranan Petani dalam Pelestarian Sumberdaya Hutan Alam 15

C. Struktur *Agroforestry* dan Pelestarian Sumberdaya Hutan 19

D. Kebun dan Pelestarian Sumberdaya Hutan 21

E. Alternatif Pengelolaan Sumberdaya Hutan 34

F. Memadukan Produksi Kayu, Pelestarian dan Pembangunan Lingkungan 42

G. *Agroforestry* dan Dunia Pertanian 48

3. SISTEM-SISTEM AGROFORESTRY TRADISIONAL DI INDONESIA **53**

A. Sistem Kebun-Talun dan Pekarangan di Jawa Barat 53

B. Sistem-sistem *Agroforestry* di Papua Perladangan Berpindah-pindah 55

C. Bentuk-bentuk Kebun Campuran 55
D. Sistem-Sistem *Agroforestry* di Kalimantan Timur 56

4. PENOLOGI TANAMAN BERKAYU 65
A. Taktik Penologi untuk Strategi Lingkungan 66
B. Strategi Fleksibel untuk Daerah Tropika 66
C. Tanaman *Herbaceous* yang Dipengaruhi Musim 68
D. Kapas dan Ketersediaan Air 68
E. Cowpea dan Integrasi Respon Iklim 70
F. Pohonon Buah dan Palem 73
G. Tanaman Herba 74

5. BENTUK AGROFORESTRY BERAZASKAN EKOLOGI 77
A. Pendekatan Secara Ekologis 77
B. Dasar-Dasar Rancangan *Agroforestry* 78
C. *Agroforestry* untuk Iklim Humid Tropis 79
D. *Agroforestry* untuk Lingkungan Kering dan Degreded Tropis 80
E. Beberapa Struktur dan Fungsi Sistem Interaksi yang Relevan Bagi *Agroforestry* 81
F. Gambaran Siklus Nutrisi 82
G. Interaksi Struktur, Tapak dan Lingkungan 83
H. Beberapa Mekanisme Pencarian dan Penyimpanan Nutrisi 84
I. Respon Tanaman dan Sifat Humus 85
J. Memprediksi Performa Tumbuhan dan Membuat Model Sistem *Agroforestry* 87

6. PERKEMBANGAN BIOEKONOMI DALAM POLA 89
A. Kembali ke Lahan 90
B. Kembali pada Faktor Produksi yang Paling Terbatas 90
C. Rasio Ekivalen Lahan 91
D. Kapan Menambah Pohon yang Menguntungkan pada Lahan 92
E. Suplementer 93
F. Komplementer 93
G. Kompetisi 96

7. TEKNOLOGI AGROFORESTRY DALAM KAWASAN HUTAN DI JAWA 99

A. Tumpangsari 100

B. Inmas Tumpangsari 101

C. Tumpangsari Selama Daur dalam Program Perhutanan Sosial 101

D. Tumpangsari Empang Parit di Hutan Payau 104

E. Teknologi *Agroforestry* Lainnya dalam Kawasan Hutan 104

8. TEKNOLOGI AGROFORESTRY DI LUAR KAWASAN HUTAN 107

A. *Agroforestry* pada Program Hutan Kemasyarakatan 107

B. "Model *Farm Agroforestry*" di DAS Citanduy 108

C. Sistem Tiga Strata di Bali 109

D. Pola *Agroforestry* Tanaman Lorong (*Alleycropping*) 110

9. SISTEM DAN TEKNOLOGI AGROFORESTRY DI NEGARA TETANGGA 113

A. Filipina 113

B. Thailand 116

C. Malaysia 119

10. AGROFORESTRY INDONESIA: BEDA SISTEM BEDA PENDEKATAN 121

A. Sistem *Agroforestry* Sederhana dan Kompleks 121

B. Sistem *Agroforestry* Komplek di Indonesia 124

C. Berbagai Pertimbangan 126

D. Perbedaan Presepsi Mengenai Sistem *Agroforestry* 138

E. Pendekatan Terpadu Kajian *Agroforestry* 141

11. TANAMAN-TANAMAN DALAM SISTEM AGROFORESTRY 145

A. Fungsi Pohon-Pohon dalam *Agroforestry* 146

B. Fungsi Pohon-pohon untuk Menyuburkan Tanah 149

C. Pilihan Tanaman dalam *Agroforestry* Program Perhutanan Sosial 152

D. Konservasi Hutan dan Lingkungan Melalui *Agroforestry* 153
E. Tantangan *Agroforestry* 158

12. PENELITIAN DI BIDANG AGROFORESTRY 165
A. Tipe-Tipe Penelitian 165
B. Pendekatan-Pendekatan 166
C. Beberapa Hasil Penelitian 172

13. PENGEMBANGAN AGROFORESTRY 175
A. Model Pengembangan Lingkungan 175
B. Model Usaha Tani 176
C. Model Bisnis *Agroforestry* 178
D. Dukungan Kelembagaan 179
E. Keberlanjutan *Agroforestry* 180

14. MASALAH-MASALAH DAN HAMBATAN PENGEMBANGAN AGROFORESTRY DI INDONESIA 183
A. Pengembangan Aspek Sosial Pendukung *Agroforestry* 185
B. Pengembangan Teknologi Program *Agroforestry* 187
C. Pengembangan Aspek Ekonomi 187

DAFTAR PUSTAKA 189

GLOSARIUM 193

INDEKS 197

TENTANG PENULIS 200

1 PENDAHULUAN

A. Pengertian *Agroforestry*

Sistem *agroforestry* umumnya lebih produktif daripada sistem penggunaan lahan tanpa pohon. Pengelolaan sistem *agroforestry* tradisional menarik minat otoritas pengelolaan lahan dan petani dari kepentingan ekologi dan ekonomi yang menekankan perlunya konservasi.

Keseluruhan *agroforestry* secara ekonomi terus dipraktikkan petani untuk mendapatkan keuntungan ekonomi dari tanah yang dikatakan relatif tidak produktif dan sebagian besar terbatas pada praktik *silvopastoral.* Sistem pengelolaan lahan yang menggabungkan produksi, jasa lingkungan (keanekaragaman hayati, penyerapan karbon, siklus nutrisi dan kualitas air) dan manfaat sosial ini telah menciptakan minat baru dalam sistem *agroforestry*. Sebagian besar sistem *agroforestry* dipraktikkan secara *global - silvoarable*, pertanian hutan, strip tepi sungai penyangga, peningkatan bera, pohon serbaguna dan *silvopasture*. Potensi sistem *agroforestry* untuk memberikan manfaat ekonomi, lingkungan dan sosial masyarakat. *Agroforestry* diharapkan bermanfaat selain untuk mencegah perluasan tanah terdegradasi, melestarikan sumberdaya hutan, meningkatkan mutu pertanian serta menyempurnakan intensifikasi dan diversifikasi silvikultur. Sistem ini telah dipraktikkan oleh petani di berbagai tempat di Indonesia selama berabad-abad misalnya sistem ladang berpindah, kebun campuran di lahan sekitar rumah (pekarangan) dan padang penggembalaan.

Tujuan sistem *agroforestry* berkaitan dengan sosial, ekonomi dan lingkungan, namun lebih mengkhususkan pada sisi profit. Profitabilitas tergantung pada *output* bahwa sistem *agroforestry* menyediakan dan memiliki nilai yang diberikan oleh masyarakat untuk semua produk

mereka dalam periode waktu tertentu. Sistem *agroforestry* bermanfaat bagi lingkungan sebagai penyumbang dampak positif terhadap keanekaragaman hayati dan siklus hara. Sistem *agroforestry* yang membawa dampak positif bagi keanekaragaman hayati (flora dan fauna). Peran sistem *agroforestry* bagi rotasi siklus hara, perlindungan kualitas air, dan pencegahan erosi serta dapat mengurangi pencucian nitrat, juga telah terbukti menurunkan kerugian erosi kehilangan tanah dan hilangnya bahan-bahan terkait. Salah satu peluang yang cukup besar, tetapi sering terabaikan adalah pemanfaatan lahan kering yang tersedia cukup luas dan secara teknis sesuai untuk pertanian.Lahan potensial tersebut mampu menghasilkan bahan pangan yang cukup bila dikelola dengan menggunakan teknologi yang efektif dan strategi pengembangan yang tepat.

Membahas alternatif praktik *agroforestry*, apakah untuk sekedar subsisten saja, yaitu produknya dikonsumsi sendiri? Jadi namanya adalah *subsistence agroforestry*. Atau, apakah untuk masuk ke usaha komersial, menjadi *commercial agroforestnya*. Untuk masuk ke *commercial agroforestry* diperlukan kaitan dengan industri pengolahan dan pemasaran. Dalam pengolahan, *packing* akan berperan penting dan dalam pemasaran *advertising* akan dominan. *Issue* yang akan dibahas, antara lain: sumber modal untuk memproduksi bahan baku, mengolah dan memasarkan produk akhir, cara mengembangkan keterkaitan antara produksi bahan baku dengan pengolahan, termasuk cara sertifikasi bahan baku Alternatif kedua mungkin lebih masuk akan untuk *economic improvement* dan *poverty alleviation*. Sejarah ekonomi mengajar bahwa berdaganglah yang meningkatkan kesejahteraan. Dengan berdagang dapat dilakukan spesialisasi produksi, baik bahan baku maupun bahan akhir. Sebaliknya substensi, akan mengkonsumsi yang diproduksi. Pada tahap ini ada baiknya diketengahkan keuntungan dan kerugian dari dua alternatif tersebut. Namun, karena desakan globalisasi yaitu peningkatan efisiensi dan daya saing, sebaiknya secara bertahap dilakukan pula pemantapan konsep untuk menuju ke *commercial agroforestry*. Dalam *commercial agroforestry* perlu dipahami konsep *comparative advantage*, *competitive advantage* dan *absolute advantage*. Namun mungkin sekali *absolute advantage* ini tidak tercapai karena memang secara alamiah tidak tersedia. Umumnya variasi kekayaan hutan tropika tidak memungkinkan penguasaan satu

jenis sumber daya hutan, sehingga menjadi pemasok tunggal ke pasar dunia. Sumber daya hutan yang sangat kaya itu membuka peluang banyaknya barang substitusi dan barang komplementer, sehingga yang paling memungkinkan adalah pergeseran dari *comparative advantages* ke *competitive advantages*. Perpindahan dari *comparative advantages* ke *competitive advantages* yang sekarang dijadikan sasaran beberapa program kehutanan, nampaknya tidak perlu dipermasalahkan. Dengan *comparative advantages* pun sudah mampu masuk ke pasar dan sudah mampu memberikan dampak ke pasar bahwa ada produk *agroforestry*. Sebaiknya ada *design* (yaitu sengaja) dilakukan perpindahan dari *comparative* ke *competitive advantages,* untuk menunjukkan bahwa *agroforestry* adalah sebuah alternatif manajemen sumber daya hutan yang dapat dipertanggungjawabkan dan patut dihargai selayaknya.

Yang lebih penting antara *comparative* dan *competitive advantages* adalah perlunya produk *agroforestry* berada di pasar dan tetap berada di pasar. Oleh karena itu, diperlukan pula pemahaman atas pasar atau *market* analisis. Ada tiga macam pasar, terfokus, terdiferensiasi dan produksi massal. Pasar terfokus bagi kelompok berpendapatan tinggi, yang eksklusif, yang tidak membeli suatu barang melainkan memberi merek atau simbul. Kelompok kedua pasar terdiferensiasi yang menghendaki barang khas. Pasar produksi masal adalah pasar yang terbesar. Dengan demikian dalam berproduksi sebaliknya dipikirkan pasar mana yang akan dilayani. Bila menyiapkan untuk pasar terfokus, saingannya sangat banyak, apalagi untuk masuk ke sana mungkin amat susah.

Tahap pertama sebaiknya adalah masuk ke pasar produksi massal. Syarat utama adalah menekan biaya produksi sambil mempertahankan mutu, agar mampu bersaing. Penekanan biaya produksi diawali dari produksi bahan baku. Dalam produksi bahan baku akan terlihat bahwa *agroforestry* bukan *stand alone* pilihan manajemen hutan. Agar dapat masuk ke pasar komersial, lebih lanjut *agroforestry* adalah budidaya produksi bahan baku dalam skala komersial. Agar makin efisien dapat direkrut bantuan ilmu *genetic improvement*, untuk menunjukkan *agroforestry* sebagai salah satu sistem manajemen sumber daya hutan. Bila memang sudah memutuskan untuk menuju commercial *agroforestry*, keterkaitan dengan berbagai teknologi termasuk bioteknologi bukanlah permintaan yang mustahil. Pada sisi lain, pemahaman konsep *advantages* itu diperlukan untuk merumuskan atau menganalisis

kebijakan *agroforestry*. C*ompetitive advantage* ditentukan oleh kandungan teknologi, baik teknologi produk maupun teknologi proses. Jadi apakah *agroforestry* dapat bergeser ke *competitive advantages*, jawabannya adalah bila ada keterikatan langsung dengan industri. Artinya secara sadar memang ada usaha untuk mendorong komersialisasi *agroforestry*. Konsep inilah yang sebaiknya diambil dalam merumuskan program pengajaran. Artinya, memang sejak awal, *by design*, akan dikembangkan *commercial advantages.* Juga, *by design* pula dilakukan pemasukan teknologi manajemen sumber daya hutan, sejak tahap memproduksi bahan baku sampai mengolah dan memasarkannya. Dengan lingkup seluas ini nampak bahwa diperlukan pula analisis kebijakan untuk menetapkan dukungan sektor publik kehutanan bagi mantapnya program *agroforestry* sebagai alternatif manajemen sumber daya hutan.

Sistem pengelolaan lahan dengan berasaskan kelestarian yang meningkatkan hasil lahan secara keseluruhan, mengkombinasikan produksi tanaman pertanian (termasuk tanaman pohon-pohonan) dan tanaman hutan dan/atau hewan secara bersamaan atau berurutan pada unit lahan yang sama dan menerapkan cara-cara pengelolaan yang sesuai dengan kebudayaan penduduk setempat (King dan Chandier, 1976). Lebih lanjut Nair (1979) menjelaskan bahwa *agroforestry* merupakan suatu bentuk tataguna lahan, dimana pada lahan yang sama dilakukan pola integrasi penanaman antara pohon dan tanaman pertanian atau hijauan makanan ternak, agar dihasilkan produksi yang lebih tinggi, secara ekonomis menguntungkan dan dapat memberikan peningkatan kesejahteraan yang lebih baik kepada penduduk pedesaan. Menggabungkan kegiatan tanaman, ternak dan kehutanan di daerah yang sama dengan sistem yang terintegrasi (IS) dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, produksi biomassa dan memungkinkan untuk tingkat *stocking* ternak lebih tinggi di padang rumput. Pelaksanaan IS karena itu dipandang sebagai strategi yang menjanjikan untuk intensi pertanian berkelanjutan. Menggabungkan kegiatan tanaman, ternak dan/atau kehutanan di daerah yang sama. Petani telah mengadopsi tiga tanaman yang berbeda-beda misalnya konfigurasi ternak, tergantung pada strategi produksi mereka; aspek budaya memainkan peran utama dalam keputusan petani untuk mengadopsi sistem intensifikasi, penyediaan kredit belum relevan untuk adopsi sistem intensifikasi, dan penyebaran yang lebih luas.

Sistem intensifikasi memiliki peranan penting terhadap keuntungan lingkungan bila dibandingkan dengan konvensional monokultur sistem termasuk konservasi tanah dan air, keanekaragaman hayati, hewan maupun kesejahteraan. Dengan demikian *agroforestry* sebagai bentuk pemanfaatan lahan secara optimal tanaman produksi berdaur pendek dan berdaur panjang dari kombinasi kegiatan kehutanan dan pertanian berdasarkan kelestarian, baik dilakukan secara serempak atau pun beruntun di dalam dan di luar kawasan hutan untuk memenuhi kesejahteraan masyarakat (Arvor, 2012).

Perubahan lingkungan daerah tropika berkaitan dengan permasalahan seperti pembukaan hutan alam, degradasi lahan dan perluasan lahan kritis, kepunahan tumbuh-tumbuhan dan satwa, kebakaran hutan dan sebagainya. Semakin beratnya permasalahan tersebut telah mendorong munculnya sebuah ilmu baru yang berupaya mengenali dan mengembangkan keberadaan sistem wanatani yang telah dikembangkan petani di wilayah tropika yaitu ilmu *agroforestry* (wanatani), sehingga merupakan ilmu baru, walaupun praktik wanatani sudah lama dilakukan oleh masyarakat. Wanatani merupakan bidang kajian ilmu kehutanan dan agronomi, serta memadukan usaha kehutanan dan pembangunan pedesaan untuk menciptakan keselarasan antara intensifikasi pertanian dan pelestarian hutan (Bene, 1977, de Foresta, *et. al.*, 1999). Pengembangan wanatani diharapkan dapat mencegah perluasan lahan kritis dan kemerosotan kesuburan tanah serta pelestarian sumberdaya hutan.

Praktik wanatani ditujukan untuk memaksimalkan produksi melalui optimalisasi pemanfaatan ruang tumbuh dan waktu dengan menanam berbagai macam jenis. Sebagaimana disadari untuk memproduksi kayu dan hasil hutan lainnya memerlukan waktu yang cukup lama, padahal kebutuhan manusia berupa bahan pangan tidak dapat ditunda. Lebih-lebih pada wilayah perpenduduk padat dimana ketersediaan sumberdaya lahan semakin terbatas. Sebagaimana telah disebutkan di atas, wanatani sebenarnya telah dipraktikkan sejak lama oleh petani. Di pedesaan di Jawa misalnya, merupakan suatu pemandangan biasa bila hamparan sawah dan tegalan produktif diselang-seling oleh pulau-pulau pepohonan. Ada berbagai batasan tentang wanatani pada dasarnya mengandung pengertian yang sama, hanya perbedaannya terletak pada sudut pandang ahli saja yang memunculkan berbagai

penekanan bidang tertentu sesuai dengan latar belakang keahliannya. Beberapa batasan wanatani (Wiyanto, 1999 dan Young, 1998) adalah :

1. Suatu bentuk tataguna lahan, dimana pada lahan yang sama dilakukan pola integrasi penanaman antara pohon dan tanaman pertanian atau hijauan makanan ternak, agar dihasilkan produksi yang lebih tinggi secara ekonomis menguntungkan dan dapat memberikan peningkatan kesejahteraan yang lebih baik kepada penduduk pedesaan (Nair, 1979).
2. Suatu sistem pengelolaan dan pemeliharaan lahan untuk meningkatkan produksi lahan, dimana pada unit lahan yang sama dapat dihasilkan selain produksi tanaman pertanian, hijauan makanan ternak, juga produksi kayu (King, 1979).
3. Suatu bentuk pemanfaatan lahan secara optimal dalam suatu tapak (*site*), yang mengusahakan produksi biologis berdaur pendek dan berdaur panjang (merupakan kombinasi kegiatan kehutanan dengan kegiatan pertanian) berdasarkan kelestarian, baik secara serempak atau pun beruntun di dalam dan di luar kawasan hutan untuk kesejahteraan masyarakat (Rumusan Seminar APP, 1981).
4. Suatu nama kolektif untuk sistem-sistem penggunaan lahan dan teknologi, dimana tanaman keras berkayu (pohon-pohonan, perdu, jenis-jenis palm, bambu dsb.) ditanam bersamaan dengan tanaman pertanian dan atau ternak, dengan suatu tujuan tertentu dalam suatu bentuk pengaturan ruang atau urutan waktu dan didalamnya terdapat interaksi ekologi dan ekonomi diantara berbagai komponen yang bersangkutan (Nair, 1989).

Bagi mereka yang kurang menyukai batasan akademik secara mudah wanatani didefinisikan dalam lima kata, yaitu penanaman pohon pada lahan pertanian (Young, 1998).

Dalam sistem wanatani terjadi interaksi ekologi antara pohon dan komponen lainnya baik di atas permukaan lahan *(above ground,* seperti penaungan, evapotranspirasi) maupun di bawah permukaan (*below ground* seperti interaksi perakaran yang berhubungan dengan pengambilan air dan unsur hara) dan melalui perpindahan biomasa *(transfers of biomass)*, serasah atau pemangkasan *(prunings).* Komponen dari wanatani dapat berupa pohon, tanaman pertanian, rumput-rumputan, ternak. Komponen lainnya adalah serangga dan ikan pada

suatu sistem tertentu. Hanya elemen biologi yang secara formal dapat disebut sebagai komponen, sedangkan tanah merupakan bagian yang tak terpisahkan dari semua sistem wanatani. Komponen hidup bersama dengan tanah membentuk *plant-soil system* (*plant soil animal system).*

Wanatani memiliki fungsi produksi dan jasa. Fungsi produksi sangat bervariasi, antara lain berupa pangan, obat-obatan, buah-buahan, produk peternakan, produk perikanan (ikan, udang, kepiting), lebah madu. Fungsi jasa juga bervariasi, misalnya naungan (keteduhan) bagi manusia dan satwa, pengurangi kecepatan angin, mengendalikan erosi, penyerab dan penimbun emisi karbon *(carbon stock*), memelihara dan memperbaiki kesuburan tanah dan sebaginya. Perluasan penerapan wanatani diharapkan dapat menjamin pengendalian perluasan lahan kritis (degradasi lahan) sehingga dapat dicapai kelestarian *(sustainability)* penggunaan lahan *(sustainable land management).* Kelestarian penggunaan lahan dapat dicapai apabila suatu lahan dapat berproduksi secara optimal dan pada saat yang sama dilakukan konservasi yang menjamin penggunaannya dalam jangka panjang atau secara sederhana kelestarian lahan merupakan fungsi produksi dan konservasi.

Tidak ada bentuk wanatani yang standar, karena sangat bervariasi sesuai keragaman karakteristik suatu daerah seperti tipe-tipe ekologi, kondisi iklim, geologi, geomorpologi, tanah serta budaya setempat, kebutuhan-kebutuhan penduduk dan sebagainya. Perbedaan sistem wanatani dapat dicermati seperti berikut:

1. Pembedaan sistem wanatani menurut waktu pertumbuhan tanaman. Sistem ini bergilir (*sequential agroforestry*) dimana tanaman kayu-kayuan dan tanaman pertanian ditanam secara bergantian (bergiliran). Sistem Amarasi di Nusa Tenggara (penanaman lamtoro selama 3 - 6 tahun, kemudian lamtoro ditebang, daun-daunan dan rantingnya digunakan sebagai mulsa untuk tanaman pertanian yang ditanam beberapa musim) merupakan suatu bentuk sistem wanatani bergiliran.
2. Sistem wanatani simultan *(simultaneous agroforestry*) dimana tanaman kayu-kayuan ditanam secara bersamaan dengan tanaman pertanian pada sebidang tanah. Contoh dari sistem ini antara lain adalah sistem pertanaman lorong *(alley cropping),* silvipastura, sistem tiga strata dan sebagainya.

Dalam pelaksanaannya wanatani tergantung kepada kondisi fisik, sosial-ekonomi dan ekologi di setiap wilayah. Oleh karena itu, mungkin dapat dijumpai ratusan bentuk dan model wanatani di Indonesia. Namun semuanya itu pada hakikatnya diarahkan kepada upaya diversifikasi dan optimalisasi penggunaan lahan, terutama bagi daerah-daerah yang padat penduduknya, meskipun baik pula dilaksanakan di daerah yang jarang penduduknya, karena keadaan fisik wilayahnya yang menghendaki demikian. Di bawah ini diuraikan bebeberapa bentuk wanatani yang banyak dijumpai di Indonesia.

Agroforestry sebagai bentuk tataguna lahan. Artinya pada lahan yang sama ditanam secara bersama-sama tanaman kehutanan dan tanaman pertanian (pangan, peternakan, perkebunan, perikanan). Sebelum ada pengertian tersebut King (1976) menyebutkan beberapa bentuk *agroforestry* antara lain:

1. *Agrisilviculture,* yaitu penggunaan lahan secara sadar dan dengan pertimbangan yang masak untuk memproduksi sekaligus hasil-hasil pertanian dan kehutanan.
2. *Sylvopastoral,* yaitu sistem pengelolaan lahan hutan menghasilkan kayu untuk ternak.
3. *Agrosylvo pastora*l yaitu sistem pengelolaan lahan hutan untuk memproduksi hasil pertanian dan kehutanan secara bersamaan dan sekaligus untuk memelihara hewan ternak.
4. *Multipurpose forest tree production* yaitu sistem pengolahan dan penanaman berbagai jenis kayu, yang tidak hanya untuk hasil kayunya, akan1 tetapi juga daun-daunan dan buah-buahan yang dapat digunakan sebagai bahan makanan manusia atau pun pakan ternak.

Selain definisi-definisi tersebut, telah lahir berbagai definisi lain yang mengandung perbedaan-perbedaan dan persamaan-persamaan. Nair (1989) telah meninjau kembali definisi tersebut dan mengusulkan menggunakan definisi berikut: *Agroforestry* merupakan nama kolektif untuk sistem-sistem penggunaan lahan dan teknologi, dimana tanaman keras berkayu (pohon-pohonan, perdu, jenis-jenis palm, bambu dan sebagainya) ditanam bersamaan tanaman pertanian dan/atau hewan, dengan tujuan tertentu dalam pengaturan spasial atau urutan temporal dan didalamnya terdapat interaksi-interaksi ekologi di antara berbagai komponen yang bersangkutan. Menurut definisi ini, sistem-sistem

agroforestry mencakup selang variasi yang cukup luas dan dapat diklasifikasikan berdasarkan kriteria-kriteria berikut:

1. Dasar struktural - menyangkut komposisi komponen-komponen, seperti sistem-sistem *Agrisilvikultur, Silvopastur* dan *Agrosilvopastur*.
2. Dasar fungsional - menyangkut fungsi utama atau peranan dari sistem terutama komponen kayu-kayuan.
3. Dasar sosial ekonomi - menyangkut tingkat masukan dalam pengelolaan (masukan rendah, masukan tinggi) atau intensitas dan skala pengelolaan atau tujuan-tujuan usaha (subsisten, komersial, intermedier).
4. Dasar ekologi - menyangkut kondisi lingkungan dan kecocokan ekologi dan sistem.

Sistem *agroforestry*, dipandang dari segi ekologi dan ekonomi lebih kompleks daripada sistem monokultur. Sistem *agroforestry*, produksinya selalu beranekaragam dan saling bergantung satu sama lainnya. Sekurang-kurangnya satu komponen merupakan tanaman keras berkayu, sehingga siklusnya selalu lebih dari satu tahun. Sistem *agroforestry* juga bersifat lokal, karena harus cocok dengan kondisi-kondisi ekologi dan sosial-ekonorni setempat. Selain itu, masih banyak lagi menunjukkan bahwa sifat keilmuan dari sistem *agroforestry* adalah multidisipliner termasuk antara lain disiplin-disiplin agronomi, ilmu sosial, kehutanan dan ekonomi. Mengingat bahwa konsep *agroforestry* memberikan harapan baru dalam sistem pengelolaan lahan, maka di beberapa negara, konsep ini berangsung-angsur mulai dikembangkan, terutama di negara-negara sedang berkembang.

Perkembangan sistem wanatani menurut de Foresta *et. al.,* (1999) ini bukanlah berkembang dari hutan-hutan yang ditata lambat laun melalui transformasi ekosistem secara alami, melainkan kebun-kebun yang ditanam melalui proses perladangan. Kebun-kebun agroforest dibangun pada lahan-lahan yang sebelumnya ditebang dan kemudian ditanami dan diperkaya. Proses pembentukan *agroforest* mirip dengan pembentukan hutan jati pada lahan Perum Perhutani di Jawa dalam sistem taungya atau tumpangsari sebagaimana telah dibahas di atas. Bedanya, dalam sistem tumpangsari konvensional, pada tahap dimana pohon-pohon sudah dewasa tidak ada lagi pemaduan dengan tanaman pertanian. Jenis pohon yang ditanam khusus untuk menghasilkan kayu.

Sebaliknya, pada sistem wanatani berstrata banyak, pada saat pohon dewasa tetap dimiliki petani dan tetap dipadukan dengan berbagai tanaman lain yang bermanfaat.

Dari sudut pandang pelestarian lingkungan, kemiripan struktur dan fisiognomi (kenampakan fisik) wanatani berstrata banyak dengan hutan merupakan suatu keunggulan. Seperti halnya pada sistem wanatani sederhana, sumberdaya tanah dan air dilindungi dan dimanfaatkan. Tetapi lebih dari itu pada sistem ini sejumlah besar sumberdaya genetik dari hutan tetap dipelihara. Inilah ciri khas wanatani berstrata banyak yang membedakan dengan sistem wanatani lainnya.

B. Sistem Teknologi *Agroforestry*

Istilah teknologi *agroforestry* menunjukkan adanya perbaikan atau inovasi yang biasanya berasal dari hasil penelitian dan digunakan dengan hasil yang baik dalam mengelola sistem-sistem *agroforestry* yang telah dilakukan. Nair (1987) membedakan antara sistem *agroforestry*, dan teknologi *agroforestry*. Sistem *agroforestry* mencakup bentuk-bentuk *agroforestry* yang banyak diselenggarakan di suatu daerah; dengan kata lain suatu cara pemanfaatan lahan yang sudah umum dilakukan di daerah tersebut. Teknologi *agroforestry* yang cukup terkenal, oleh Nair disebut antara lain: *"improved fallow, integrated taungya, alley cropping, multipurpose tree on farm land"*, dan sebagainya.

Sampai saat ini pengertian *agroforestry* yang masih bervariasi dan menghimpun berbagai sistem tataguna lahan yang dikenal di negara-negara berkembang perlu dilakukan sesuai definisi yang dibuat oleh Vergara (1982). Ada pun bentuk dan macam teknologi *agroforestry* yang sudah dilakukan di Indonesia (Risman dan Sutisna, 1986) adalah sebagai berikut:

1. *Agri silvilkultur*: kombinasi aspek pertanian dan kehutanan, sebagai contoh adalah sistem tumpang sari di Jawa.
2. *Silvo pastur*: kombinasi aspek kehutanan dan peternakan. Contoh adalah penanaman rumput atau hijauan pakan ternak di bawah tegakan hutan Agathis, Pinus dan Albizia, misal di daerah Pujon, Malang.
3. *Silvo fishery* (hutan tambak): kombinasi hutan dan tampak dikawasan pantai. Ikan dan udang dipelihara di tambak dengan hijauan kayu bakar, misal tambak di daerah kerawang.

4. *Farm forestry* (hutan kebun): kombinasi pertanian dan kehutanan di daerah pemukiman (pekarangan, pematang sawah). Dalam sistem ini dapat dikembangkan pohon-pohon cepat tumbuh seperti: Alhizia fulcaturia, Pinus manglum dan Euuculyptzrs deglupta.
5. *Agro sylvopastur* (hutan serbaguna): kombinasi aspek pertanian hutanan dan peternakan. Contoh hutan jati atau pinus diselingi dengan *Eucalyptus alba, Calliandra calothysus* dan *Laucaena leucocephala*. Sistem ini menghasilkan kayu, kayu bakar, pakan ternak, lebih madu dan tanaman obat.
6. *Home garden* (pekarangan): sistem ini banyak dijumpai di Jawa.
7. Sistem tahun kebun: pada sistem ini tahun lebih didominasi tanaman palawija seperti bawang dan ketela

Diduga masih banyak sistem bertanam lainnya yang belum dikenal di negara-negara berkembang. Di Indonesia sebagai contoh adalah sistem *poan* atau *mamar*, suatu sistem usaha tani terpadu di lahan iklim kering Timor, NTT (Risman dan Sutisna, 1983) atau "*lembo*" di Kalimantan Timur yakni kelompok tanaman buah-buahan, kayu-kayuan dan kegunaan lainnya yang tumbuh alami atau sengaja ditanam pada saat berladang (Siregar, 1994). Di Indonesia dan negara-negara tropik lainnya terdapat berbagai sistem *agroforestry* tradisional maupun teknologi *agroforestry* yang dikembangkan dalam berbagai program yang lebih lanjut akan dibahas dalam bab lain.

C. *Social Forestry* dan *Agroforestry*

Pengertian *social agroforestry* dan *agroforestry* sering dicampur adukkan. Salah satu definisi mengenai *social agroforestry* diberikan oleh Hiwari (1983), *Social forestry* adalah ilmu dan seni penanaman pohon-pohonan dan/atau tumbuhan lainya umumnya pada lahan yang tersedia, baik di dalam dan di luar kawasan hutan dan pengelolaan hutan yang sudah ada dipadukan dengan kegiatan-kegiatan lain, yang menghasilkan suatu bentuk penggunaan lahan secara berimbang dan komplementer. Tujuan utama dari program *social agroforestry* adalah mencapai keadaan sosial ekonomi penduduk pedesaan yang lebih baik, terutama penduduk di dalam dan sekitar hutan. Dalam hal ini, masyarakat setempat diajak untuk berpartisipasi dalam pengelolaan dan pemanfaatan hutan secara lebih teratur dan lebih bertanggung jawab.

Tujuan akhir program *agroforestry* adalah juga meningkatkan kesejahteraan rakyat petani, terutama yang sekitar hutan memprioritaskan partisipasi aktif masyarakat dalam memperbaiki keadaan lingkungan yang rusak dan berlanjut dengan memeliharanya. Program-program *agroforestry* biasanya diarahkan pada peningkatan dan pelestarian produktivitas sumberdaya, yang akhirnya akan meningkatkan taraf hidup masyarakat sendiri. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *social forestry* karena sistem pengelolaan hutan dan lingkungan hidup dengan tujuan sosial ekonomi tertentu. Sedangkan *agroforestry* suatu sistem penggunaan lahan dengan suatu tujuan produktivitas tertentu yang dalam jangka panjang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Program *social forestry* dan *agroforestry* (meskipun tidak selalu) merupakan paket teknologi yang penting, selain itu dalam program *social forestry* juga dilaksanakan teknik-teknik untuk dapat mengorganisasi masyarakat yang bersangkutan sebaik-baiknya, agar teknologi *agroforestry* dapat disebarluaskan secara lebih sempurna.

Sistem *agroforestry* tradisional dan teknologi *agroforestry* dapat diintegrasikan ke dalam program-program pembangunan pertanian, terutama pertanian lahan kering atau bahkan ke dalam pembangunan daerah secara keseluruhan. Banyak program pengembangan pengelolaan sumber daya alam selama ini ternyata sangat mengkhususkan diri dalam pendekatan bidang ilmu dan jenis komoditi tertentu, serta orientasi sistem budidaya pertaniannya. Orientasi program sering kali mengabaikan keadaan-keadaan daerah setempat, kebutuhan-kebutuhan dasar masyarakat dan kebutuhan akan perkembangan diri sebagai sumber daya manusia.

Pendekatan partisipatif yang terpadu dibutuhkan untuk menjamin bahwa usaha yang dilakukan memang menjawab permasalahan lokal dan dapat diterapkan secara berkelanjutan. Program-program baru diupayakan untuk meningkatkan produksi sekaligus mengurangi kerusakan lingkungan dan meningkatkan kualitas lingkungan. Program-program ini terpadu dan didiversifikasikan untuk menjamin keseimbangan antara pertimbangan-pertimbangan ekosistem dan lingkungan.

2 PERAN AGROFORESTRY

A. Peranan Sistem *Agroforestry*

Dewasa ini kebijakan kehutanan di Indonesia untuk meningkatkan upaya pengelolaan hutan terpadu, pelestarian hutan dan pembangunan hutan tanaman penghasil kayu. Akan tetapi, sampai sejauh ini pelibatan masyarakat setempat dalam proyek hutan tanaman penghasil kayu, program pelestarian dan diversifikasi pola kehutanan untuk pengelolaan ekosistem hutan yang serba guna dan berkesinambungan, ternyata belum menunjukkan keberhasilan. *Agroforestry* merupakan suatu sistem pengelolaan hutan yang tepat guna, yang sesuai dengan kebutuhan petani dan yang tumbuh di masyarakat setempat. Oleh karena itu, bagi kalangan kehutanan, *agroforestry* perlu dijadikan bentuk pendekatan baru dalam kerangka pelestarian hutan dan pembangunan untuk wilayah-wilayah dimana perlindungan hutan secara total tidak mungkin bisa dilakukan.

Agroforesty utamanya diharapkan dapat membantu mengoptimalkan hasil dari bentuk penggunaan lahan secara berkelanjutan guna menjamin dan memperbaiki kebutuhan bahan pangan. Kegiatan yang terkait dengan penggunaan lahan hutan untuk kegiatan pertanian gilir-balik (istilah untuk perladangan berpindah tradisional, yang menurut banyak pihak dapat dikategorikan sebagai *agroforestry* ortodoks), sekali lagi tidak semata-mata menjadi bagian dari aktivitas produksi sebagaimana pada sistem pertanian modern" (Sardjono, 990). Kegiatan dimaksud memiliki fungsi dalam melestarikan berbagai identitas kultural mereka seperti silaturahmi dan tolong-menolong antar komponen masyarakat (melalui sistem gotong royong yang dilakukan bergiliran setiap membuka ladang baru). *Agroforestry* merupakan salah satu wujud pembangunan kehutanan yang memiliki

penekanan yang sama pada semua aspek dari sistem sumberdaya hutan, baik berupa kayu, non kayu maupun jasa lingkungan yang dimilikinya (Triwanto & Arif, 2006; Triwanto & Leni, 2007). Pengelolaan hutan sistem *agroforestry* dengan sistem agribisnis meliputi kegiatan penyediaan paket teknologi *agroforestry* berdasarkan karakteristik lahan hutan yang ada, manajemen kerjasama antar kelompok tani dalam pengelolaan hutan serta penanganan pasar hasil dari *agroforestry*. Penyediaan fasilitas kredit pertanian, pembinaan dan penyuluhan serta penanganan pasca panen dan pengolahan hasil. Kegiatan ini ditujukan pada peladang agar dapat lebih meningkat kesejahteraannya. Secara umum kebun-kebun masyarakat asli yang berbentuk *agroforestry* tidak dapat langsung ditiru begitu saja, meskipun di tempat asal pengembangannya sudah berhasil, tetapi di daerah atau negara lain belum tentu bisa juga berhasil. Sebaiknya kebun-kebun tersebut dijadikan sumber inspirasi dan sebagai model yang sangat menarik untuk pengembangan pola pertanian dan kehutanan yang berkelanjutan yang memadukan manfaat ekonomi, perlindungan kesuburan tanah dan pelestarian keanekaragaman hayati. Meskipun kurang memperlihatkan ciri-ciri intensifikasi, eksperimen dan perbaikan kebun-kebun *agroforestry* memperlihatkan ciri-ciri yang patut ditonjolkan dan diberi perhatian dalam kerangka pembangunan pertanian dan kehutanan saat ini dan masa mendatang. Khususnya pada daerah-daerah dimana hanya tanaman tahunan saja yang dapat berproduksi secara berkelanjutan, sedangkan untuk tanaman pangan dan tanaman musiman lain hanya dimungkinkan melalui pemeliharaan yang intensif.

Sistem *agroforestry* kompleks, seperti yang diamati pada contoh-contoh yang ditampilkan dalam buku ini, tidak hanya terbukti bermanfaat secara ekonomi sejalan dengan peningkatan kepadatan penduduk, tetapi juga berguna bagi pelestarian lingkungan dalam jangka panjang. Sejauh ini kebun-kebun *agroforestry* tampaknya merupakan satu-satunya sistem pemantaatan lahan di daerah tropika yang memadukan produksi pertanian yang intensif dengan konservasi kekayaan keanekaragaman hayati. Sistem *agroforestry* tersebut juga menawarkan alternatif penting terhadap model-model silvikultur yang berkembang sekarang. *Agroforestry* dapat mendorong teknik pengelolaan sumberdaya hutan yang orisinil dan berpotensi menyempurnakan program-program kehutanan masyarakat yang lebih berhasil dibangun

setetah vegetasi asli dibuka, dilanjutkan dengan penanaman spesies yang berharga, pengkayaan secara alami. Teknik penghutanan kembali melalui pengelolaan *agroforestry* terbukti berhasil dan teruji sejak lama oleh jutaan petani.

Agroforestry dapat menjadi model produksi yang menarik di antara produk kebun yang kurang dimanfaatkan, dimungkinkan kayu dapat menjadi komoditas masa depan yang paling menjanjikan. Pemanenan sistematis pohon-pohon yang mati dan pemaduan spesies penghasil kayu berharga, dapat meningkatkan pendapatan masyarakat pengelola kebun. Tetapi kebijakan-kebijakan kehutanan nasional saat ini masih kurang mendukung pemanfaatan kayu dan *agroforestry* untuk diperdagangkan. Kalangan kehutanan kuatir bila petani diizinkan memanfaatkan kayu untuk tujuan komersil, maka petani akan menebang habis pohon-pohon di kebun. Alasan ini jelas kurang logis. Produksi kayu untuk tujuan komersil justru akan menjadi perangsang kuat bagi petani untuk lebih megembangkan kebun. Hal ini memunculkan pandangan bahwa aparat kehutanan tidak ingin kehilangan kontrol terhadap kayu-kayu yang *notabene* merupakan sumber utama keuntungan besar bagi institusi mereka. Sistem-sistem *agroforestry* kompleks menjadikan model pertanian komersil yang asli, menguntungkan dan berkesinambungan serta sesuai dengan keadaan petani kecil. Bagi daerah tropika yang lembab, *agroforestry* adalah model peralihan dari perladangan berpindah ke pertanian menetap yang produktif yang berkesinambungan. Bagi daerah-daerah dimana *agroforestry* sudah berkembang dan mapan, masa peralihan tersebut telah berhasil dilalui, hanya dengan sedikit masukan.

B. Peranan Petani dalam Pelestarian Sumberdaya Hutan

Saat ini hampir semua hutan yang dapat dijangkau, terutama di dataran rendah, telah atau akan segera dieksploitasi untuk mendapatkan kayu dan atau lahan pertanian maupun perkebunan. Jenis hutan yang tidak langsung terancam hanyalah hutan pegunungan di lereng, lereng yang sangat terjal, sehingga sulit dilakukan eksploitasi. Di samping eksploitasi kayu secara besar-besaran oleh perusahan hak pengusahaan hutan (HPH) yang menghancurkan struktur dan susunan hutan primer hingga mustahil diperbaiki kembali dalam waktu yang relatif cepat petanilah yang dituduh sebagai penyebab utama musnahnya hutan.

Konsekuensi dari anggapan tersebut, jalan keluar yang diambil untuk menghindari kepunahan hutan adalah menyingkirkan petani dengan pengusiran paksa. Penetapan kawasan dari negara mengakibatkan larangan bagi petani untuk memanfaatkan sumberdaya hutan tanpa memberikan alternatif. Antara daerah yang dilindungi dengan lahan pertanian yang mengelilinginya seringkali terlihat perbedaan teramat tajam, karena tidak ada daerah peralihan. Hal ini merangsang pencurian dan perambahan yang tidak terhindarkan. Petani merambah daerah yang dilindungi itu dalam usaha mendapatkan lahan atau bahan-bahan kebutuhan. Akibatnya konflik kepentingan antara usaha perlindungan hutan secara total dan kebutuhan utama petani semakin lama semakin meruncing.

Usaha penghutanan kembali dengan menerapkan model hutan tanaman industri memang mampu memulihkan ketersediaan bahan baku utama yang sangat dibutuhkan negara yaitu kayu, tetapi upaya ini tidak menciptakan hutan yang bermanfaat bagi para petani. Usaha ini juga tidak menciptakan kembali kekayaan nabati dan hewani ekosistem hutan. Kebijakan kehutanan masyarakat dari pemerintah yang diterapkan Perum Perhutani di Jawa memang mengikutsertakan petani, tetapi kebijakan ini hanya memberikan penghasilan sampingan, tanpa kepastian hak atas sumberdaya hutan tanaman tersebut yang ditanam dan dipelihara petani. Upaya pengelolaan sumberdaya hutan yang semakin lama semakin menipis, sejauh ini berakhir pada konflik yang tak masuk akal antara pertanian dan pihak kehutanan. Masalah ini harus segera diselesaikan dengan melibatkan petani secara langsung dan sistematis. Masalah sesungguhnya adalah bagaimana memadukan upaya pelestarian hutan dengan upaya pemanfaatan hutan untuk tujuan ekonomi, memadukan pelestarian sumber daya hutan dengan pembangunan pertanian.

Sudah lebih dari puluhan tahun, prioritas pengembangan kawasan hutan di daerah tropika adalah mengembangkan sistem-sistem pengelolaan kehutanan dan pertanian yang memungkinkan pemanfaatan hutan alam sekaligus melestarikan sumberdayanya. Rekomendasi-rekomendasi bagi sistem eksploitasi berupaya memadukan syarat-syarat ekologi, tetapi meskipun sudah ada upaya-upaya penelitian dan implementasi, sejauh ini pengelolaan humid tropika dan kawasan sekitarnya yang berkelanjutan secara ekologi

dan ekonomi masih jarang dijumpai. Ekosistem-ekosistem hutan asli masih diganggu secara besar-besaran atau dihancurkan tanpa dapat dipulihkan kembali. Fenomena ini terjadi di seluruh daerah hutan tropika di seluruh dunia.

Pelestarian keanekaragaman hayati telah menjadi tema sentral dalam konteks pelestarian alam. Semakin banyak perhatian yang diberikan pada pengembangan kebijakan pelestarian yang efisien, terpadu, dan diterima masyarakat setempat. Namun sampai saat ini strategi konvensional masih tergantung pada upaya pelestarian ganda *in-situ* (pada hutan yang dilindungi) dan *ex-situ* yang hasilnya terbatas (bank gen dan benih, tanaman botani dan zoologi). Kekayaan spesies hewan dan tumbuhan di daerah tropika lembab sangat luar biasa, maka potensi pelestarian secara *ex-situ* akan sangat terbatas. Oleh karena itu, upaya pelestarian yang utama ditempuh dengan memusatkan perhatian pada peningkatan status dan perlindungan kawasan-kawasan hutan negara. Akan tetapi, penting disadari bahwa upaya ini selain mahal juga sulit dijustifikasi dalam konteks pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi dewasa ini. Selain itu, upaya ini tidak dapat berhasil tanpa upaya negosiasi batas-batas kawasan hutan yang benar-benar disepakati dan ditaati masyarakat setempat.

Semakin jelas bahwa perlu segera dikembangkan alternatif terhadap perlindungan hutan, yang dikaitkan dengan pengetahuan masyarakat setempat. Hal ini belum memungkinkan karena pendekatan kalangan pelestari hutan terhadap konversi lahan hutan umumnya didorong oleh suasana negatif. Biasanya mereka menitikberatkan perhatian kepada penghitungan kerugian keanekaragaman hayati yang niscaya muncul pada setiap perluasan pertanian di kawasan tropika. Pada lahan-lahan yang diubah oleh dan untuk pembangunan ekonomi yang segera akan mendominasi bekas areal-areal hutan, dibutuhkan segera penilaian yang lebih positif terhadap kemampuan pelestarian keanekaragaman hayati ekosistem-ekosistem pertanian yang potensial dan yang sudah ada. Memang benar bahwa sebagian besar sistem eksploitasi lahan hutan dan sumberdayanya di daerah tropika mengasumsikan penghilangan pohon-pohon hutan yang berdampak pengurangan keanekaragaman hayati besar-besaransecara mendasar mengancam keberlangsungan dan reproduksi sumberdaya hutan. Sistem perladangan berpindah

tradisional, yang dahulu selaras dengan pelestarian keanekaragaman hayati, telah berkembang sedemikian rupa sehingga tradisi menjaga keseimbangan antara gangguan dan pemulihan ekosistem secara alami acapkali tidak lagi dapat dipertahankan. Juga benar bahwa petani, melalui perluasan pertanian perintis dan pengurangan masa siklus perladangan berputar yang terjadi di seluruh dunia memainkan peranan besar dalam penipisan areal hutan alam. Pemanfaatan lahan melalui pembentukan paduan pepohonan menyiratkan dimensi ekologi yang tidak terdapat pada bentuk-bentuk pemanfaatan lahan yang lain. Banyak sistem pemanfaatan lahan penduduk asli yang menggunakan kegiatan kehutanan dan pertanian sekaligus, dan memadukan kembali spesies-spesies hutan sebagai unsur pembentuk sistem pertanian.

Sistem-sistem yang terbukti menguntungkan secara ekonomi, sejalan dengan kepadatan penduduk yang tinggi, serta lestari secara ekologi dalam jangka panjang ini, merupakan satu-satunya sistem pemanfaatan lahan di daerah hutan tropika yang memungkinkan perpaduan produksi pertanian intensif dengan pelestarian kekayaan keanekaragaman hayati. Meskipun memiliki implikasi penipisan ekosistem hutan alam, sistem-sistem ini dapat menggantikan vegetasi alam dengan satu komunitas kompleks spesies-spesies pepohonan berumur panjang yang memungkinkan pelestarian banyak spesies hutan. Model-model pelestarian yang dikembangkan sampai sejauh ini umumnya masih mengabaikan semua jenis *agroforestry* yang dibangun petani. Peranan petani bagi pelestarian warisan flora dan fauna di bumi ini seyogyanya tidak diabaikan.

Memang benar bahwa 'lapar lahan' di kalangan petani miskin yang semakin terdesak ke pinggiran hutan akibat ledakan jumlah penduduk, hilangnya kesuburan tanah atau kebijakan tertentu pemerintah telah mendorong petani untuk membabati hutan- hutan yang sebelumnya dibuka oleh perusahaan HPH. Namun, bukankah masih ada kesempatan untuk mencari satu dasar bagi keterikatan antara manusia dengan hutan? Tidakkah *agroforestry* tradisional yang lahir di pinggiran hutan tropika mampu menuntun kita menuju satu kebijakan pelestarian yang lebih baik lagi bagi hutan alam dan sumberdayanya? Bagaimana caranya agar kombinasi semua *agroforestry* khas tersebut, dapat bermanfaat bagi upaya pelestarian hutan-hutan alam yang masih tersisa?

C. Struktur *Agroforestry* dan Pelestarian Sumberdaya Hutan

Berkat struktur dan sifat yang khas, *agroforestry* memainkan peran penting dalam pelestarian sumberdaya hutan, baik nabati maupun hewani. *Agroforestry* menciptakan kembali arsitektur khas hutan yang mengandung habitat mikro. Dalam habitat mikro ini sejumlah tanaman hutan alam mampu bertahan hidup dan berkembangbiak. Kekayaan flora semakin besar jika di dekat kebun terdapat hutan alam yang berperan sebagai sumber tanaman. Bahkan ketika hutan alam sudah hampir lenyap sekalipun, warisan hutan masih mampu terus berkembang dalam kelompok besar. Di lain pihak, *agroforestry* merupakan struktur pertanian yang dibentuk dan dirawat. Tanaman bermanfaat yang umum dijumpai di hutan alam menghadapi ancaman langsung justru, karena daya tarik manfaatnya. Dewasa ini sumber daya hutan dikuras tanpa kendali. Berbeda dengan kebun *agroforestry*. Bagi petani, *agroforestry* merupakan kebun bukan hutan. *Agroforestry* merupakan warisan sekaligus modal produksi. Sumberdayanya, baik yang sengaja ditanam maupun yang tidak dimanfaatkan dengan selalu mengingat kelangsungan dan kelestarian kebun. Pohon di hutan dianggap tidak ada yang memiliki, tetapi semua orang tahu bahwa pohon di kebun ada pemiliknya, sehingga pohonnya mendapat perlindungan yang lebih efektif ketimbang perlindungan atas pepohonan di areal hutan negara.

Sumberdaya hutan di dalam *agroforestry* berperan dalam mengurangi tekanan terhadap sumberdaya alam. Secara tak langsung *agroforestry* turut melindungi hutan alam. Kebun campuran di Maninjau merupakan satu keberhasilan usaha pelestarian hutan alam, antara lain karena kebun campuran mampu menjadi pengganti hutan alam sebagai pemasok produk-produk penting, melindungi berbagai tanaman khas hutan alam dataran rendah. Padahal hutan lindung yang terletak di dataran lebih tinggi tak mampu menyelamatkan tanaman-tanaman. Meskipun sumberdaya yang tidak bernilai dilindungi dan dalam beberapa contoh menjelma menjadi ‘jantung’ *agroforestry*, dewasa ini banyak yang mulai terancam akibat perubahan sosial-ekonomi yang mempengaruhi sifat dan susunan kebun. Pada gilirannya sumberdaya tersebut akan punah dan usaha penyelamatannya belum terbayangkan, Apakah seluruh sumberdaya genetik yang saat ini ada di *agroforestry* dapat 'disimpan' dalam lahan-lahan khusus atau bank benih?

Aneka *agroforestry* dan wilayah pekarangan di pedesaan Jawa, penting bagi pelestarian kultivar tradisional pohon buah dan tanaman pangan, tetapi karena kendala ekonomi dan keterbatasan ketersediaan lahan, tidak mampu menjadi tempat berlindung jenis tanaman yang tidak bernilai ekonomi bagi petani. *Agroforestry* di Sumatera dan di Kalimantan menawarkan pemecahan berharga bagi masalah pelestarian tanaman hutan alam dan sekaligus dapat diterima pula dari sudut ekonomi. Mengingat makin menghilangnya hutan dataran rendah, contoh-contoh ini sangat berharga. Lebih-lebih ketika terbukti bahwa jalan keluar yang bertumpu semata-mata pada usaha melindungi, ternyata tidak efisien. Hutan alam terus digerogoti sedikit demi sedikit oleh peladang perintis, eksploitasi terus menerus oleh perusahaan-perusahaan HPH, dan sebagainya. Petani harus dilibatkan dalam usaha pelestarian alam, misalnya dengan pengakuan terhadap *agroforestry* yang sudah ada dan mempraktikan budidaya *agroforestry* di pinggiran kawasan taman-taman nasional. Dibutuhkan satu upaya pelestarian yang sekaligus juga memenuhi kebutuhan penduduk setempat. Gagasan ini bukan khayalan karena secara tradisional telah dirintis oleh petani *agroforestry*. Minat yang makin meningkat terhadap hasil sampingan hutan alam, misalnya rotan, merangsang usaha budidaya tanaman liar tersebut. Pada akhirnya *agroforestry* di daerah tropika merupakan lahan berharga bagi eksplorasi genetik dan ekobotani. Pengetahuan petani pengelola *agroforestry* seyogyanya tidak lagi disepelekan oleh para pengelola hutan.

Sistem *agroforestry* komplek merupakan struktur yang sangat berharga bagi pelestarian plasma nutfah tanaman berguna (atau berpotersi berguna). Di wilayah- wilayah yang hutan alamnya sudah musnah, kerabat liar spesies buah dan kayu berharga yang masih tersisa hanyalah yang berpadu dalam kebun-kebun *agroforestry*. Pengalaman dengan pohon kayu dan buah-buahan juga diperhatikan pada tanaman non-budidaya yang berpotensi ekonomi seperti tanaman obat, tanaman berpotensi menjadi tanaman hias (berbagai jenis Begonia, anggrek tanah seperti *Anaechtochilus, Calanthe. Nervilia*, serta jenis liar *Clerodendron* dan *Ixora*. *Araceae*, Pakis, *Gesneriaceue* dan lain-lain) serta epifit (*Hedychiumlongicornutum*, salah satu spesies *Zingiberaceae* yang banyak terdapat beberapa jenis *Lycopodium* dan *Psilotum*, serta jenis jenis anggrek yang belum pernah dibudidayakan). Usaha pelestarian plasma

nutfah membutuhkan lebih banyak informasi mengenai spesies hutan setempat. Tidak hanya mengenai penggunaan dan auto-ekologinya, melainkan juga mengenai nilai ekologi dan ekonominya dalam agro-ekosistem yang ada serta responnya terhadap pengelolaan petak-petak kebun. *Agroforestry* bukan sekedar koleksi plasma nutfah yang berguna, tetapi juga merupakan suaka tambahan bagi banyak spesies liar yang non-ekonomi, yang bertahan hidup meski habitat aslinya hancur sama sekali.

Di Maninjau, semua hutan di bawah 800 m dpl sudah lama punah, tetapi kebun campuran masih menyajikan semacam panorama botani dan vegetasi hutan asli. Di Jambi, meskipun terjadi fragmentasi habitat asli, ternyata satwa khas hutan alam (siamang, berbagai jenis burung enggang) bertahan berbiak di *agroforestry* karet. Tentu, semua ini tidak mendatangkan manfaat ekonomi secara langsung, tetapi berperan penting dalam keseluruhan ekosistem *agroforestry*. Akhirnya, keanekaragaman hayati dalam *agroforestry* dapat sangat mempengaruhi keanekaragaman hayati daerah yang lebih luas. Di daerah yang mengalami pemusnahan hutan alam dengan cepat, *agroforestry* mampu mengurangi efek pemusnahan akibat penghancuran habitat, serta berperan sebagai zona penyangga yang efisien antara hutan dan pemukiman.

D. Kebun dan Pelestarian Sumberdaya Hutan

Pada *agroforestry* yang terletak di dekat hutan alam, sangat sulit memperoleh daftar lengkap tanamannya. Di wilavah di dekat desa di mana lahan umumnya lebih terawat jumlah tanaman utama dapat dihitung. Semakin mendekati hutan, maka komponen tumbuhan liar makan besar dan makin beragam. Mendaftar tanaman di *agroforestry* semacam ini sama sulitnya dengan mendaftar tanaman di hutan primer. Jumlah tanaman utama dalam *agroforestry* "parak" di Maninjau atau *agroforestry* repong damar di Pesisir Krui dapat diperkirakan mencapai 300 spesies, dan jumlah tumbuhan sampingannya pasti jauh lebih banyak. Pohon-pohon dominan berasa dari kanopi hutan alam (durian, damar dan tengkawang, berbagai jenis mangga) atau dari lapisan tengah dan bawah hutan alam (manggis, kulit manis duku, jengkol). Di dalam *agroforestry* ditemukan pula banyak tanaman pecinta sinar matahari yang besar: nangka cempedak, sukun, ketapang, pulai, bayur, dan juga

tanaman khas semak belukar: *Macaranga. Mallotus, Vitex, Commersonia, Trichospermum, Bischoffia*. Perpaduan antara tanaman yang tak tahan sinar matahari dengan tanaman pecinta sinar dapat juga ditemukan pada lapisan setinggi rumput: tanaman yang tak tahan sinar matahari yang khas dari lingkungan hutan *(Araceae, Begoniaceae, Marantaceae, Urticaceae, Gesneriaceae ruhiaceae*). Tumbuh berdekatan dengan tanaman khas vegetasi Bulma *(Eupatoriurn, Laniana, Melastomaceae, Asteraceae, Piperceae*). Banyak jenis palm bermanfaat seperti pinang, aren (enau), sagu, kelapa, salak, atau yang lain seperti *Livistona* dan *Carvota*. Liana banyak ditemukan: rotan, butrowali, cincau, beberapa. *Asteraceae* dan *Piperaceoe*. Jenis jenis epifit juga berlimpah seperti pakis-pakisan dan ratusan jenis anggrek. Jenis-jenis parasit *(Loranthaceae, Balanophoraceae, Rafflesiaceae)* juga terdapat di sini.

Unsur yang dari luar umumnya berupa tanaman sayuran berumur pendek (singkong, cabe) yang termasuk unsur pertanian dan sudah lama dibudidayakan atau buah-buahan eksotik (buah nona; sawo manila, jambu biji) yang lebih sering ditemukan di daerah sekitar pemukiman. Tanaman-tanaman ini sangat besar manfaatnya bagi petani. Keanekaragaman sumberdaya alam yang bermanfaat merupakan salah satu karakter mengagumkan dari sistem *agroforestry*.

1. Sumber Daya Pohon Buah-buahan

Sumberdaya pohon buah-buahan di Jawa, Sumatera, dan Kalimantan sangat khas karena keragamannya, banyaknya, dan karena asal-usulnya yang menunjukkan bahwa sebagian besar tanaman yang ada merupakan tanaman asli. Dari tiga ratusan jenis (dalam arti sesungguhnya) pohon buah-buahan yang menurut catatan dimanfaatkan di Indonesia bagian barat, lebih dari seratus merupakan tanaman peliharaan, dan hampir lima puluh jenis lain yang memiliki nilai ekonomi tinggi sudah umum dibudidayakan.

Agroforestry yang diamati di Sumatera melestarikan lebih dari 30 jenis pohon jenis pohon buah, sedangkan kebun-kebun pepohonan di sekitar Bogor yang lebih beorientasi kepada produksi buah-buahan melestarikan lebih dari 60 jenis. Dalam kelompok ini tanaman yang paling umum adalah durian, jenis-jenis mangga, duku atau langsat, jenis jenis rambutan dan nangka serta cempedak. Selain sumberdaya pohon buah-buahan yang disebut di atas yang daging buahnya dapat langsung dimakan,perlu juga disebutkan jenis jenis lain yang buahnya

harus dimasak lebih dahulu: biji buah yang digunakan sebagai sayur dari petai dan jengkol yang kaya protein, begitu pula dengan tangkil (melinjo). Ada pula buah-buah dengan kandungan tepung tinggi seperti sukun dan jenis-jenis pisang yang harus dimasak. Tanaman lain menghasilkan rempah atau bumbu penyedap masakan: buah asem kandis dan buah asem Jawa dandemikian pula biji kluweh dan kemiri yang digunakan untuk penyedap masakan.

Sebagian besar tanaman tersebut berasal dari tumbuhan liar hutan setempat. Baik pohon-pohon kanopi (durian, kemang, kweni, embacang, petai) maupun tanaman lapisan bawah (manggis, asem kandis, jambu jambuan, duku dan langsat, rambutan, jengkol dan kuau) yang ada di kebun masih tetap menempati relung-relung yang sama dengan yang ditempati tanaman itu di habitat aslinya. Pohon durian menjadi kanopi dalam kebun campuran Maninjau dan kebun pekarangan di Bogor, kelompok pohon buah-buahan menjadi lapisan bawah dalam kebun damar di Pesisir Krui dan kebun pekarangan di Jawa.

Sejarah domestikasi tanamnan dan hutan asalnya ke lingkungan kebun erat terkait dengan proses penciptaan hebun tersebut. Pada sebagian kebun, jenis pohon buah yang terdapat, kekayaan jenis tanaman, dan kultivar serta sifat-sifat kultivarnya, memberi penjelasan mengenai eratnya hubungan antara kebun dengan lingkungan hutan dan juga menjelaskan tingkat pengaruh dunia luar terhadap kebun: pemaduan jenis tanaman atau kultivar yang menguntungkan bagi migrasi penduduk kegiatan tukar menukar atau lebih dari itu menguntungkan bagi integrasi dalam arena komersialisasi produk. Pohon buah tertentu (sedikit atau bahkan tidak) mengalami modifikasi dalam proses seleksi. Tanaman-tanaman ini diperkenalkan melalui penyebaran biji di hutan atam dan berproduksi di *agroforestry* melalui penyebaran manusia atau hewan. Tanaman itu sangat mirip atau sama dengan tanaman asalnya yang tumbuh liar. Hal ini terutama terjadi pada beberapa pohon buah yang sifatnya sampingan seperti buni, menteng rukem dan lobi-lobi. Hal ini juqa terjadi pada pohon-pohon buah yang mempunyai nilai ekonomi di lingkungan setempat, tetapi buahnya tidak (atau sedikit) berbeda dengan buah yang dipetik dari hutan alam. Contohnya adalah beberapa jenis durian rambutan dan mangga lokal.

Jenis tanaman lain menurunkan beberapa varietas yang dimuliakan. Contoh yang paling menonjol adalah pisang pohon perintis yang

umum di jumpai di hutan-hutan kawasan Indo-Melayu. Ada lebih dari 40 varietas yang diketahui telah dibudidayakan di kebun *agroforestry* tradisional. Terdapat pula sejumlah spesies dan varietas pohon rambutan belimbing dan langsat. Pada gilirannya tanaman-tanaman utama seperti durian manggis dan kemang hanya dikenali dalam bentuk yang telah dibudidayakan. Meskipun buah-buahan ini merupakan kerabat yang sangat dekat dengan jenis hutan, tetapi tidak ada pengetahuan mengenai pohon-pohon liar yang menurunkannya. Selain dari warisan asli *agroforestry* melestarikan pula tanaman baru yang diperkenalkan kemudian terutama nangka, mangga India, beberapa jenis jeruk (sitrun keprok) dan sebagainya. Dari tanaman-tanaman yang mungkin sudah diperkenalkan sejak lama ini, dikenal pula varietas-varietas lokal yang jumlahnya (seperti manuea) besar-sampai beberapa puluh jenis. Buah sawo manila, jambu biji, markisa yang berasal dari Amerika dan disebarkan pada masa kolonial turut memberikan sumbangan memperkaya khasanah pohon-pohon buah yang dibudidayakan di kebun.

Aneka wilayah pekarangan di kawasan Bogor, Jawa Barat yang sudah sejak lama melaksanakan spesialisasi di bidang hortikultura pohon buah dewasa ini merupakan tempat persediaan yang tidak tergantikan bagi berbagai kultivar asal pohon buah. Koleksi pohon buah yang dianjurkan oleh Dinas Pertanian hingga kini pada hakikatnya menitikberatkan pada jenis-jenis yang telah dimuliakan. Baik kalangan ahli agronomi maupun botani tidak sungguh-sungguh merasa bertanggungjawab atas pelestarian varietas-varietas tradisional yang tidak memiliki prospek ekonomi cerah. Nilai varietas-varietas desa dalam program pemuliaan genetika sesungguhnya dapat terlihat secara nyata: aneka *agroforestry* yang merupakan tempat seleksi bagi varietas-varietas yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan selera setempat merupakan cadangan genetik yang istimewa yang sekarang telah diakui nilainya.

Agroforestry di Sumatera dan Kalimantan tidak saja kaya berbagai varietas tanaman tetapi juga menawarkan keuntungan-keuntungan lain bagi pelestarian sumberdaya genetik. Di wilayah-wilayah di mana proses berkurangnya hutan terjadi sangat pesat (daerah seperti ini jumlahnya semakin meningkat) *agroforestry* merupakan tempat sisa-sisa terakhir pohon buah liar yang penting yang terancam punah. Dalam banyak kasus tanaman ini bertahan hidup hama berkat integrasinya dengan

struktur kebun. Dengan cara ini *agroforestry* di Maninjau melindungi pohon-pohon terakhir dari jenis jenis menteng dan rambutan yang berasal dari hutan alam masa silam tanah Minang.Di Kalimantan Timur, di kebun-kebun suku Dayak di sepanjang sungai Mahakam, masih dapat ditemukan pohon-pohon buah liar yang selamat dari perambahan hutan yang terjadi di dataran rendah seperti berbagai jenis durian hutan, rambutan dan klengkeng, sertatak kurang dari 20 jenis mangga yang dapat dimakan (terutama Mangifera pajang, jenis yang meluas di Kalimantan yang istimewa karena ukuran dan rasanya).

Bagi kalangan kehutanan tanaman-tanaman tersebut di atas merupakan tanaman sampingan yang tidak diperhitungkan dalam program pelestarian. Tetapi bagi masa depan tanaman tersebut merupakan cadangan genetik yang potensial untuk digunakan dalam pemuliaan tanaman budidaya. Sementara kalangan penanggung jawab upaya petestarian sumberdaya genetik tidak hirau dengan ancaman kepunahan suatu potensi yang tidak tergantikan petani justru telah menyadari ancaman bahaya itu. Misalnya di Pesisir Krui petani muda memindahkan dan menanam kembali pohon-pohon liar jenis tupak, durian, embacang, atau duku yang berasa sangat masam di dalam kebun dengan harapan agar anak cucu mereka dapat merasakan masamnya buah-buah itu. Ini adalah suatu tindakan bijaksana yang patut diteladani.

2. Tanaman Bawah dan Gulma sebagai Sayuran dan Obat

Di dalam *agroforestry* di Jawa, lapisan bawah setinggi rumput atau semak dibiarkan tumbuh liar. Hanya kadang-kadang saja lapisan ini disiangi untuk membuka jalan menuju tempat tumbuh pohon bermanfaat dan melindungi pertumbuhan bibit tanaman terpilih. Hal ini tidak berarti bahwa lapisan terbawah tersebut tidak dimanfaatkan: lapisan ini kaya akan tanaman dari berbagai lingkungan yang berbeda. Tanaman-tanaman tersebut memberikan sumbangan yang berarti pada menu makanan sebagai sayuran atau sebagai bahan obat tradisional.

Dewasa ini sayuran asing yang diperkenalkan (berbagai jenis kubis, terung yang dimuliakan dan sebagainya) makin ketat bersaing di pasar sayur tradisional, sementara sayuran tradisional cenderung menghilang dari menu makanan lingkungan kota. Padahal sumberdaya sayuran tradisional sangat khas dan beragam. Pada tahun 1193 Ochse mencatat 390 jenis sayuran yang dikonsumsi di desa-desa Indonesia, 109

di antaranya merupakan jenis-jenis hutan yang kurang dibudidayakan dan 95 jenis merupakan tanaman gulma biasa. Hanya 5% dari sayuran yang dikonsumsi ini merupakan tanaman asing yang diperkenalkan.

Sebagian besar sayuran konsumsi sehan-hari di desa yang diamati berasal dari lapisan terbawah *agroforestry*. Di antara jenis jenis hutan terdapat pakis (paku sayur, paku melukut, paku udang) yang dimakan daun mudanya. Juga berbagai jenis *Euphorbiaceae* (kanyere, puding, talingkup, mareme, memeniron, katuk), *Moraceae* (kuciat, amis mata, kondang, bunut), *Zingiberaceae* seperti lengkuas, dan *Urticaceae* seperti pohpohan. Di antara jenis-jenis gulma terdapat *Umbelliferae* (seladren, kaki kuda) dan *Compositae* seperti kenikir. Sayuran dari lapisan terbawah ini, rebung dari beberapa jenis bambu juga dapat dimakan, selain itu daun muda beberapa pohon bermanfaat juga dikonsumsi seperti kemang, tangkil, dan jambu mente.

Khazanah tanaman obat tradisional sangat luas mencakup tanaman lapisan terbawah dan juga liana, daun, bunga, kulit kayu, dan akar dari berbagai jenis pohon di kebun. Untuk memperoleh pengetahuan mengenai semua ini masih dibutuhkan penelitian eksplorasi (inventarisasi sumberdaya dan analisa bahan aktif). Demikian pula dengan tanaman yang mengandung insektisida dan bahan penolak. Jenis-jenis tertentu dikenal dan digunakan penduduk desa misalnya liana akar tuba. Pada *agroforestry* parak di Maninjau beberapa tanaman dipelihara karena kemampuannya untuk melindungi tanah dan tanaman lain: *Leea indica, Eupatorium inulifolium, Pisonia umbellifera, Laportea urens.* Berbagai paduan antara pohon dan lapisan terbawah *agroforestry* yang menguntungkan dan bermanfaat di *agroforestry* masih harus diteliti dan dijelaskan.

3. Sumberdaya Kayu dan Bahan Nabati

Keragaman bahan nabati yang bermanfaat di Indonesia telah dicatat dalam ensiklopedi Heyne (927) dan Burkil (935).Kayu memang penting, tetapi bambu juga penting. Begitu pula dengan berbagai kulit kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan (kulit kayu Dipterocarpus untuk lantai gubuk di ladang),kulit kayu yang dimanfaatkan seratnya (*Artocarpus elasticus, Commersonia bartramia*, berbagai jenis *Tiliaceae*) atau pun kulit kayu bahan penyamak kulit (*macaranga tanarius, terminalia spp*). Jenis-jenis palem merupakan bahan atap (daun *livistonia*, serat aren atau ijuk), sedangkan liana banyak manfaatnya, misalnya rotan.

Usaha pelestarian pihak kehutanan terbatas pada beberapa jenis pohon kayu berharga dan jenis-jenis hasil hutan non-kayu tertentu yang diekspor, terutama rotan. Sementara ini pelestarian sumberdaya yang bermanfaat bagi petani sama sekali luput dari perhatian, padahal *agroforestry* selalu memiliki sejumlah tanaman bermanfaat itu.Bagi sebagian besar petani di Indonesia, plan untuk mendapat kayu dari hutan sudah tertutup sama sekali. Kebun menjadi tempat persediaan kayu kebutuhan penduduk desa.Dalam konteks ini, silvikultur *agroforestry* memang sangat khas.Pertama, sistem ini mengumpulkan seluruh sumberdaya kayu bernilai tinggi yang ada di dalam vegetasi kebun.Di provinsi Sumatera Barat, kurang dari 20 jenis pohon kayu berharga telah dieksploitasi dan diekspor dari hutan alam oleh HPH dan Kehutanan,sementara petani di Maninjau menggunakan, memelihara, dan meremajakan lebih dari 40 jenis kayu di lahan *agroforestry* parak seluas sekitar 10.000 ha.

Sebagian besar dari tanaman kayu yang dimanfaatkan tersebut tidak dibudidayakan. Tanaman-tanaman tersebut merupakan warisan yang disumbangkan hutan alam, dan petani dengan cermat serta penuh perhatian mempertahankan, mengelola dan meremajakannya. Berbagai pohon kayu yang bermutu, baik dari lapisan kanopi maupun dari lapisan bawah hutan alam tampaknya mampu bertahan dan berkembang dalam struktur *agroforestry*. Pohon-pohon kayu yang paling sering dimanfaatkan adalah yang berasal dari lapisan tengah hutan alam yang berbaur secara sempurna dalam kebun campuran: *Lauruceae* (*Litsea, Actinodaphne*, yang menghasilkan kayu berwarna kuning untuk papan rumah) (*Aglaia, Disoxylon, Chisocheton, Toona*, yang menghasilkan kayu berwarna merah yang sama mutunya dengan meranti merah). Di samping tanaman-tanaman yang khas hutan ini pohon kayu pecinta sinar matahari dan tanaman perintis juga digunakan seperti pulai terap benuang yang berukuran besar serta pohon kayu kecil seperti *Nauclea junghuhni, Morus macroura, Tremarienrulis, Antidesma spp, Mallow spp, Macurunku spp* yang dimanfaatkan untuk penggunaan tertentu misalnya alu penumbuk beras dayung sampan pencari makan atau untuk penopang atap. Beberapa jenis pohon buah juga menjadi sumber kayu: rambai menghasilkan kayu yang keras dan awet yang semutu dengan jenis meranti yang terbaik. Durian menghasilkan kayu merah yang mirip dengan meranti merah dan jenis-jenis mangga tertentu digunakan untuk bahan bangunan.

Pada aneka kebun desa di Jawa terdapat silvikultur komersil baru yang bertumpu pada pohon kayu eksotik yang cepat tumbuh dan menghasilkan yaitu sengon Afrika, mindi. Namun di Maninjau pohon kayu yang dikembangkan berasal dari hutan setempat yaitu surian, bayur dan musang yang merupakan pohon kayu pada rumpang kanopi yang tumbuh dan berkembang relatif cepat (antara 20 sampai 35 tahun). Peremejaan pohon dilakukan menggunakan tunas-tunas alam di sekitar pohon dewasa yang ditanam kembali di tempat terlindung umumnya di tengah-tengah rumpang kanopi. Pohon-pohon ini menghasilkan bagian terbesar dari bahan bangunan rumah dan merangsang serta meluaskan perdagangan kayu di daerah itu. Sumberdaya kayu yang dikandung *agroforestry* tidak mendorong usaha perbaikan genetik dan yang dapat dilakukan hanyalah usaha silvikultur sederhana. Hal ini dikarenakan petani di sekitar hutan tampaknya memang sengaja disingkirkan dari usaha produksi kayu untuk pasar nasional dan internasional. Bila memang benar bahwa usaha silvikultur terpadu tradisional, pada skala yang sekarang ini belum mampu berperan dalam produksi kayu berharga untuk ekspor patut dicatat bahwa usaha ini telah berperan penting bagi perkembangan pasar setempat untuk keperluan kayu rumah-tangga dan industri kecil. Pengambilan kayu terbaik dan pohon-pohon buah serta perlindungan sistematis terhadap pohon liar dapat melengkapi budidaya yang bertumpu pada tanaman asli yang relatif cepat berkembang mudah berbiak melalui biji stek dan tunas dan sesuai dengan kebiasaan konsumsi setempat. Tanaman khas rumpang kecil atau pinggir hutan tampaknya paling mampu memenuhi kriteria ini.

Bagi daerah yang tidak lagi memiliki hutan pengadaan kayu bakar seringkali menjadi masalah yang serius. Selama tekanan penduduk masih dalam batas normal, maka *agroforestry* dapat memenuhi seluruh kebutuhan setempat. Kebun campuran Maninjau yang kepadatan penduduknya berkisar antara 25 sampai lebih dan 300 jiwa per kilometer persegi menjamin pasokan kayu bakar di desa-desa dan menyediakan surplus cukup besar yang dijual ke luar kawasan itu. Hal ini dapat dilakukan tanpa menghabisi cadangan pohon hidup. Di sini digunakan ilmu pengumpulan yang sebenarnya: kayu dari pohon kayu manis dipanen seluruhnya untuk kayu bakar, sisa-sisa buangan kayu bangunan dipungut, dan sebagian besar tanaman kecil yang tidak memiliki kegunaan pasti dikumpulkan ketika pohonnya mulai

layu. Selain kayu, cukup banyak bahan nabati yang dihasilkan oleh *agroforestry*. Di Jawa, bambu umumnya digunakan untuk membangun rumah. Semua kebun memiliki beberapa jenis bambu dan desa-desa tertentu terkenal karena keahliannya membudidayakan bambu untuk dijual. Di Sumatera, *agroforestry* melestarikan buah-buahan yang khas. Di Pesisir Krui kulit merawan digunakan untuk bahan lantai dan penyekat dangau, sedangkan selapan dibudidayakan untuk daunnya yang lebar dan liat yang merupakan bahan atap rumah. Di Maninjau, aren dibudidayakan untuk seratnya (bahan atap rumah, sapu, tali) sementara daun-daun pandan digunakan untuk membuat tikar. Berbagai tanaman yang tidak dibudidayakan juga dilestarikan seperti misalnya berbagai jenis liana dan palem. *Agroforestry* berperan langsung dalam pelestarian sumberdaya hutan alam. Dengan menempatkan diri sebagai pengganti hutan, secara tidak langsung *agroforestry* juga melindungi hutan-hutan itu budidaya damar misalnya, memungkinkan usaha pelestarian jenis-jenis terakhir tanaman penghasil getah di hutan alam di Pesisir Krui. Kayu bakar yang dihasilkan kebun dapat menghidarkan hutan alam yang dilindungi dari perambahan.

4. Tumbuh-tumbuhan

Hasil studi flora diperoleh dan pengamatan rinci sepanjang garis-transek 100 m di setiap lokasi, dilengkapi dengan pengumpulan secara acak. Tingkat kekayaan spesies keseluruhan menurun sampai sekitar 50% di *agroforestry* dan sampai 0,5 di perkebunan. Walaupun demikian, hasil penelitian masih harus dipilah menurut kelompok jenis biologi, karena tingkat keragaman kelompok yang satu sangat berbeda dengan kelompok yang lain. Penurunan terbesar terjadi pada pepohonan (di kebun tinggal 30% dan di perkebunan monokultur 0%). Hal ini dapat dipahami karena adanya intensifikasi ekonomi dan seleksi pepohonan. Tingkat keragaman epifit dalam *agroforestry* paling tidak antara 30 sampai 50% dari hutan alam, sedang di perkebunan tingkat keragamannya hanya sampai 5%. Pengamatan terakhir mengenai anggrek (teridentifikasi 92 spesies), mencakup 50% dari seluruh koleksi anggrek yang ada, termasuk penemuan baru untuk Pulau Sumatera. Sedangkan 42 jenis dilaporkan hanya ditemukan di hutan-hutan tua. Tingkat keragaman tanaman bawah (semak) dalam *agroforestry* jauh lebih besar dibandingkan dengan hutan alam (2 banding). Biasanya kepadatan kelompok tumbuhan ini memang lebih besar di dalam hutan

sekunder tua dibandingkan dengan di dalam hutan primer. Akhirnya, tingkat keragaman tumbuhan merambat ternyata hampir 95% atau praktis sama antara *agroforestry* karet dan hutan alam, sedangkan di *agroforestry* damar keragamannya menurun sampai 30%.

5. Analisa Kritis Tingkat Keanekaragaman Hayati

Hasil awal kajian menunjukkan pentingnya *agroforestry* untuk pelestarian keanekaragaman hayati, bila dikaitkan dengan konteks perombakan hutan menjadi lahan pertanian atau hutan tanaman industri. Meskipun tingkat keanekaragamannya secara keseluruhan yakni 50% dari keragaman yang dapat dilestarikan, ini masih tergolong rendah di mata para pelestari lingkungan. Tingkat keanekaragaman hayati ini harus dibandingkan dengan sistem pertanian dan budidaya hutan yang lain. Jangan lupa bahwa *agroforestry* tidak dimaksudkan untuk pelestarian melainkan untuk produksi, dan pelestarian keanekaragaman hayati merupakan keuntungan sampingan, bukan tujuan pendirian kebun. Banyak lahan yang harus dan akan dirombak untuk produksi intensif, dan strategi *agroforestry* untuk saat ini ternyata merupakan strategi yang memungkinkan pelestarian keanekaragaman hayati yang paling maksimal. Antara tahun 1982 dan 1989, laju pembabatan hutan di Sumatera mencapai 300.000 ha per tahun (FAO-GOI, 1990). Sebagian besar hutan pada ketinggian 5 sampai 50 m dpl telah ditebang, dan kebanyakan bekas tebangan ini telah berubah menjadi lahan pertanian, termasuk perkebunan monokultur karet. Tahun 1985 hutan dataran rendah yang masih utuh tidak lebih dari 5 juta ha. Berarti pada tahun 1994, sisa hutan dataran rendah yang masih utuh tidak lebih dari beberapa ratus ribu hektare saja. Dengan sekitar 2 juta *agroforestry* karet di dataran rendah Sumatera bagian timur, sekitar 5 juta kebun campuran buah-buahan di dataran aluvial, dan sekitar 50.000 ha kebun damar di dataran rendah bagian barat, *agroforestry-agroforestry* merupakan (cadangan keanekaragaman hayati dataran rendah terluas yang masih ada di Pulau Sumatera. Meskipun pembangunan *agroforestry* merupakan strategi ekonomi yang terkait dengan ekonomi pasar, cara berkebun komersil ini bukanlah usaha eksklusif yang tidak terkait dengan fungsi lain, misalnya fungsi mempertahankan hidup. Dalam strategi multi fungsi ini, petani mengikuti pola pemanfaatan hutan serbaguna yang bersifat turun-temurun. Karena itu keanekaragaman hayati merupakan akibat dari dua dinamika, pertama yang setengah

sengaja dan kedua yang kebetulan. Dinamika setengah sengaja merupakan paduan antara bercocok tanam tanaman berguna yang menciptakan kembali kerangka sistem hutan, serta seleksi sumberdaya yang muncul spontan, khususnya tanaman. Dinamika kedua, yang kebetulan, yakni terbentuknya diversifikasi flora dan fauna seperti yang terjadi dalam setiap proses regenerasi hutan, membentuk sisi hutan dalam *agroforestry*.

Unsur kebetulan ini berpengaruh penting karena tidak saja menentukan stnilttur diversifikasi kebun tetapi juga menentukan fungsinya. Contohnya, jika dilakukan seleksi yang mengakibatkan pengurangan pohon buah-buahan yang tergolong minoritas dalam sebuah kebun damar atau kebun karet campuran, maka kemungkinan tertadi pengurangan populasi burung pemakan buah, tupai, dan kelelawar (kalong, kampret). Dengan demikian jumlah penyerbuk alam dan penyebar benih berkurang, dan ini membahayakan reproduksi berbagai spesies yang pembiakannya masih secara alami, belum sepenuhnya dikuasai manusia. Perubahan kebiasaan petani melalui pendidikan dan penyuluhan pertanian dapat berdampak penting pada keanekaragaman hayati. Di Maninjau, seorang petani terpelajar mencoba menggunakan herbisida di kebun campuran durian-kulit manis untuk memberantas gulma - satu konsep aneh bagi masyarakat tani setempat. Apa yang terjadi? Populasi satwa, fauna tanah, dan bibit-bibit tanaman termasuk yang bermanfaat musnah dalam proses tersebut.

6. Penilaian Keanekaragaman Hayati

Perbandingan kritis mengenai tingkat keanekaragaman hayati antara hutan alam, kebun-kebun *agroforestry*, dan jenis jenis pengelolaan pertanian lain dapat memberi gambaran mengenai kemampuan sistem *agroforestry* dalam melestarikan jenis-jenis flora dan fauna hutan secara kualitatif dan kuantitatif. Untuk mengukur tingkat keanekaragaman hayati di kebun-kebun *agroforestry* dipilih beberapa kelompok spesies tumbuhan (dari jenis pakis-pakisan sampai yang berkeping dua), burung, mamalia, dan mesofauna tanah. Dilaksanakan studi perbandingan di tiga wilayah di Pulau Sumatera, antara *agroforestry* (kebun damar di Sumatera bagian selatan, *agroforestry* karet di Sumatera bagian timur dan *agroforestry* parak di Sumatera Barat), hutan-hutan alam yang berdekatan, dan perkebunan-perkebunan monokultur (karet). Hasil

studi masih harus disempurnakan dengan analisa lebih lanjut, tetapi hasil penelitian awal tersebut telah memberikan perkiraan yang dapat digunakan untuk perbandingan.

7. Epifit, Parasit, Tanaman Merambat dan Jamur

Epifit menempati kedudukan penting yang khas. Di antara pakis-pakisan dan sekutunya yang paling menonjol adalah *Asplenium nidus, Ophioglossum pendulum, Platycerium coronaritrm* dan *Drynaria spp,* yang umumnya membentuk gerumbulan besar pada pohon dewasa, namun banyak ditemukan jenis-jenis kecil seperti *Vittaria, Drymoglossum, Nephrolepis Phrrosia*, dan beberapa spesies *Psiltum* dan *Lycopodium* yang indah anggrek terdapat dalam jumlah dan keanekaragaman yang besar dari kelompok besar *Grammarophyllum speciosum*, atau *Cymbidium finlaysonianum* sampai spesies *Oberania semifimbriata* yang mungil atau pun *Taeniophyilum spp* yang tidak berdaun. Juga telah dicatat keberadaan jenis jenis epifit dan semi epifit lain seperti *Aeschinanthus longiflorus, Agalmyla paratitica (Gesneriacecea). Medinilla spp. (Melastonaceae) s*erta berbagai *Rubiaceae*.

Petani tidak secara sengaja mengelola epifit, kecuali beberapa jenis pakis besar yang kadang diturunkan dari pohon-pohon produktif, serta beberapa anggrek hias yang dikumpulkan untuk kesenangan. Umumnya petani tidak berusaha merawat ataupum membasmi epifit. Jarang ditemukan tumbuhan merambat yang besar dalam kebun-kebun *agroforestry*, kecuali beberapa jenis yang sangat bermanfaat seperti butrowali, tanaman obat yang penting, cincau, yang menyegarkan atau seperti tuba, yang dimanfaatkan untuk menuba ikan. Namun demikian banyak ditemukan tumbuhan merambat muda dan dekat batas hutan dapat ditemukan tumbuhan merambat dewasa, khususnya dari jenis-jenis *Cucurbitaceae, Leguminoseae, Annonaceae, Menispermuceae, Apocynaceae* serta rotan. Tumbuhan parasit yang banyak diketemukan adalah *Loranthaceae*, yang umum ditemukan pada beberapa jenis pohon buah (alpokat dan jenis-jenis jeruk). *Balanophoraceae* juga terlihat *Rafflesiaceae* (*Rhizanthes* dan *Rafflesia*). Banyak jenis jamur yang ditemukan, ada yang bermanfaat dan ada jamur parasit kayu yang dapat menyebabkan penyakit pada pohon. Penduduk desa sangat menghargai beberapa jenis jamur yang dapat dimakan. Masih belum ada data mengenai jamur, kecuali sehubungan dengan jenis-jenis jamur yang terdapat pada pohon damar mata kucing di Pesisir Krui.

8 Sumberdaya Hewani

Di Sumatera hampir tidak dijumpai kegiatan pemeliharaan ternak (ayam, biri-biri dan kambing) di dalam *agroforestry* seperti yang terdapat dalam sistem *agroforestry* di Jawa. Di Maninjau dan Krui beberapa ekor kerbau dan sapi kadang-kadang dilepas di kebun, namun kegiatan ini merupakan kegiatan sampingan saja. Dalam *agroforestry* di luar Jawa hewan yang terdapat justru binatang liar. *Agroforestry* merupakan tempat berlindung berbagai hewan pemakan daun dan buah. Di Maninjau banyak dijumpai jenis simpai (*Presbytis rubicunda),* kera *(Macaca fascicularis)* dan beruk *(Mucaca nemestrina)* yang memakan dedaunan, tunas-tunas muda, dan buah-buahan. Tupai (termasuk juga tupai terbang yang di daerah setempat dikenal sebagai kubing) serta musang kesturi, juga hidup memakan buah-buahan. Beberapa jenis hewan berlalu lalang antara puncak-puncak lereng dan kebun: siamang *(Hylobates syndactylus)*, kambing hutan *(Cupricurnissirmalrensis),* beruang madu *(Helarctos maluyunus)* dan binturong *(Arctictis bintarrong*), juga beberapa jenis kucing kecil dan kadang-kadang harimau. Perburuan hanya dilakukan terhadap babi hutan. Beruk seringkali ditangkap dan dilatih memetik buah kelapa.

Pada umumnya binatang-binatang ini merupakan hama yang sangat merepotkan petani. Kera pemakan buah, dan lebih-lebih lagi babi hutan, menyerang kebun singkong atau padi di sawah di dekat desa dan berulangkali diusir ke hutan dengan cara membuat suara gaduh, tetapi tetap saja setiap kali binatang-binatang itu kembali dengan cepatnya menyerang kebun. Meskipun demikian, kekayaan fauna *agroforestry* ini sangat penting dan tidak tergantikan dalam proses penyerbukan maupun penyebaran biji (misalnya burung dan kelelawar: penyerbukan durian dilakukan khusus oleh kalong dan kampret). Berkat jasa fauna tersebut tanaman hutan yang tidak dibudidayakan dapat berkembang biak di kebun, dan berkat mereka terjadi pertukaran flora antara hutan dan kebun hutan. Tanpa adanya fauna liar yang menjelajahi kedua ekosistem ini dengan leluasa, pastilah kekayaan flora *agroforestry* tidak sebesar yang dimiliki dewasa ini.

9. Fauna Tanah

Untuk mengamati mesofauna tanah, 500 sampel tanah dan serasah dianalisa, termasuk lebih dari 50.000 individu serangga dan 20.000 individu *Collembola*, 80% spesies merupakan spesies baru hasil analisa

menunjukkan bahwa tingkat kekayaan spesies (keanekaragaman alfa dan beta) hutan alam dan *agroforestry* hampir sama, tetapi di perkebunan tingkat kekayaannya jauh lebih rendah. Tidak ada spesies penting di hutan alam yang tidak terdapat: di *agroforestry* yang berdekatan, tetapi hasil studi ini masih belum membuktikan bahwa jenis-jenis langka di hutan alam juga ada di *agroforestry*. Jelas, dalam hal keanekaragaman hayati mesofauna tanah, *agroforestry* merupakan pilihan yang lebih baik dibanding perkebunan monokultur, termasuk hutan tanaman industri. Untuk burung dibanding hutan alam, tingkat keanekaragaman spesies di*agroforestry* menurun menjadi 60% dan 5% di perkebunan monokultur. Sekitar 4% spesies burung yang terdapat di hutan tidak ditemui dalam *agroforestry*, sedangkan 25% spesies *agroforestry* tidak dijumpai dalam survai di hutan alam. Menarik untuk dicatat bahwa ketiga jenis *agroforestry* yang diteliti ternyata sangat berbeda. *Agroforestry* karet ternyata paling mendekati hutan alam dalam hal kekayaan jenis burung, sedangkan *agroforestry* parak oleh komposisi jenis tanaman yang lebih terbatas, pengaruh desa, serta gangguan manusia terus-menerus yang jauh lebih sering pada *agroforestry* karet dibandingkan dengan kedua *agroforestry* lain. Penyebab penurunan jumlah spesies burung ini dapat dihubungkan dengan faktor biologi (penyederhanaan komposisi dan struktur vertikal dari hutan ke kebun hutan), tetapi mungkin pula karena banyaknya perburuan burung untuk dimakan atau dipelihara.

Semua mamalia hutan alam terdapat pula di *agroforestry*, tetapi kerapatan populasinya masih harus dipelajari. Hasil penelitian yang ada mengenai jenis jenis primata di Krui (kera, simpai, lutung dan siamang) menunjukkan bahwa populasinya di dalam *agroforestry* sangat mirip dengan yang diamati di hutan alam. Fakta lain yang patut dicatat adalah ditemukanmya jejak badak Sumatera di dalam kebun damar kurang dari 2 km dari desa. Hal ini merupakan catatan pertama mengenai badak di wilayah tersebut, dan memungkinkan hipotesa tentang manfaat *agroforestry* bagi pelestarian satwa yang terancam punah, sebagai pendukung hutan alam yang dilindungi

E. Alternatif Pengelolaan Sumberdaya Hutan

Sejak akhir 1980an mulai muncul gagasan mengalihkan orientasi pengelolaan hutan Indonesia, dari eksploitasi sumberdaya kayu semata-semata ke arah pelestarian produktifitas sumberdaya ekonomi

hutan secara menyeluruh. Sayangnya meskipun prioritas baru ini telah tertuang dalam teks kebijakan-kebijakan kehutanan, praktik eksploitasi hutan alam yang melebihi daya pulih alaminya masih tetap saja marak. Saran untuk beralih ke pemanfaatan hasil-hasil hutan non-kayu tampaknya belum diterapkan, kayu bulat masih merupakan fokus utama - bahkan satu-satunya - sumberdaya hutan yang dieksploitasi. Sistem pengelolaan hasil hutan secara komersil (kayu maupun non kayu) mengarah ke dua bentuk utama yakni hasil hutan dipanen dari alam, atau didomestikasi dan dikelola dalam perkebunan monokultur. Sistem-sistem lain, misalnya pembentukan kebun-kebun pepohonan campuran atau *agroforestry* seperti yang dibangun petani, masih diabaikan oleh kalangan kehutanan dan pihak- pihak lain yang terkait.

Sebagai salah satu cara pengembangan lahan hutan dan strategi rehabilitasi lahan-lahan kritis, akhir-akhir ini kebijakan kehutanan meningkatkan usaha penanaman jenis pohon penghasil kayu. Jarang sekali dijelaskan bahwa program-program itu merupakan promosi perkebunan monokultur. Perkebunan monokultur dapat menjalankan fungsi hutan alam dalam melindungi tanah dan air tetapi tak dapat menjadi pengganti ekosistem hutan alam, karena hutan seragam seperti ini hanya memulihkan satu sumberdaya hutan saja yaitu kayu. Ekosistem hutan dengan keanekaragaman sumberdayanya tidak dapat digantikan dengan cara ini. Dalam konteks ini, maka pada dasarnya penanaman pohon-pohon seragam atau hutan tanaman industri sama saja dengan perkebunan kelapa sawit ataupun ladang singkong. Selain itu, pemeran dan penerima keuntungan yang utama dari pembangunan hutan bukanlah penduduk setempat melainkan badan-badan dari luar, yakni pengusaha swasta ataupun perusahaan negara. Pengelolaan dan pengembangan hutan lebih sering bertentangan dengan penduduk setempat, ketimbang melalui kerjasama mereka. Banyak program pembangunan kehutanan yang bukannya langsung mendorong peningkatan kesejahteraan penduduk setempat tetapi malahan menggusur atau memiskinkan mereka.

Telah menjadi kesepakatan global bahwa pembangunan hutan harus lebih melibatkan dan mengentaskan kemiskinan masyarakat setempat. Artinya penduduk setempat bukannya hanya sebagai penerima keuntungan yang utama, tetapi juga sebagai pemeran utama. Masyarakat pedesaan diyakini adalah pelaksana terbaik pengelolaan

hasil hutan secara tepat guna, merekalah yang memiliki minat dan kemampuan terbesar untuk melestarikan dan mengembangkannya. Tetapi dalam kenyataannya budidaya hutan selama ini dijalankan tetap saja belum secara sungguh-sungguh mengikutsertakan petani. Alasannya adalah hutan produksi membutuhkan jangka pengembalian modal yang utama jadi tidak sesuai dengan usaha kecil-kecilan. Tidak mungkin petani mampu mengelolanya baik secara perseorangan maupun secara berkelompok. Dalam program perhutanan sosial, penduduk setempat umumnya hanya diperlakukan sebagai pemegang kontrak dari pihak kehutanan dalam program yang dirancang tanpa meminta persetujuan dan pendapat mereka. Dalam setiap program perhutanan sosial manapun, tidak pernah petani ditempatkan sebagai pengambil keputusan utama dalam pengelolaan.

Agroforestry sesungguhnya adalah semacam perkebunan hutan. *Agroforestry* merupakan model pengelolaan sumberdaya hutan yang keberhasilannya mengagumkan. Tetapi meski manfaat *agroforestry* dari segi teknis dan sosial-ekonomi sudah tampak secara jelas, masih tetap saja diabaikan, terutama oleh kalangan kehutanan. Contoh pengabaian ini terjadi pada *agroforestry Dipterocarpaceae*. Kalangan ahli kehutanan menyatakan bahwa hutan tanaman *Dipterocarpaceae* sulit dibangun dan dikelola dalam jangka panjang. Padahal, *agroforestry* penduduk asli Indonesia merupakan contoh-contoh teknis yang sederhana dalam budidaya *Dipterocarpaceae* yang lestari dan serba guna dan dirancang untuk tingkat pedesaan. Contohnya, *agroforestry* kebun damar di Krui Lampung dan *agroforestry* tembawang di Kalimantan Barat. Kebun-kebun itu merupakan contoh nyata, yang berhasil secara ekonomi maupun ekologi dalam jangka panjang. Sesungguhnya, *agroforestry* merupakan alternatif menarik dalam pengelolaan hasil hutan karena mampu menjamin kelestarian sumberdaya hutan, sekaligus semakin mendorong peran dan tanggungjawab penduduk setempat. Namun, karena *agroforestry* berada di luar kerangka kerja kebijakan kehutanan, potensinya sebagai contoh pembangunan hutan secara lestari belum digali dan dikembangkan secara lebih sistematis antara lain :

1. *Agroforestry* dan Pengembangan Hasil Hutan Non Kayu

Sejak tahun 960-an bentuk pengelolaan hutan yang dikembangkan terpaku pada pengusahaan kayu gelondongan. Kayu gelondongan merupakan unsur dominan hutan yang relatif sulit diperbarui.

Eksploitasinya mengakibatkan degradasi drastis seluruh ekosistem hutan. Hal ini memunculkan suatu usulan agar pihak-pihak kehutanan dalam arti luas mengalihkan perhatiannya pada pengelolaan hutan yang menyeluruh termasuk hasil hutan non kayu (disebut juga hasil hutan minor) misalnya damar karet remah dan lateks buah-buahan biji-bijian kayu-kayu harum zat pewarna pestisida alam dan bahan kimia untuk industri obat. Pemanenan hasil hutan non kayu dianggap sebagai pengembangan sumberdaya yang dapat mendukung konservasi hutan karena mengakibatkan kerusakan yang, lebih kecil dibandingkan dengan pemanenan kayu. Sejalan dengan intensifikasi pasar pengumpulan hasil hutan alam semakin tidak mengindahkan kelestarian produksi dan eksploitasi melebihi daya regenerasi alami. Meningkatnya nilai hasil hutan menarik semakin banyak pihak luar sehingga masyarakat setempat menjadi semakin terdesak. Kecenderungan umum dalam pengembangan hasil hutan non kayu dan konservasi hutan adalah dengan mengembangkan budidaya tanaman di luar hutan alam dan perkebunan monokultur mengikuti konsep yang sudah teruji dalam perkebunan monokultur pohon penghasi kayu.

Agroforestry-agroforestry di seluruh Indonesia yang terutama bertumpu pada hasil hutan non kayu merupakan alternatif menarik terhadap domestikasi yang lazim dikerjakan: monokulturasi *agroforestry* menopang sumberdaya pilihan merekonstruksi struktur hutan. Pengelolaan *agroforestry* juga tidak eksklusif selain sumberdaya yang dipilih dimungkinkan pula keberhasilan sumberdaya lain. Selain itu *agroforestry* merupakan strategi masyarakat sekitar hutan untuk memiliki kembali sumberdaya hutan yang pernah hilang atau terlarang bagi mereka. *Agroforestry* memungkinkan pelestarian wewenang dan tanggungjawab masyarakat setempat atas sumberdaya yang diperebutkan itu juga atas seluruh sumberdaya hutan. Inilah sifat utama *agroforestry,* mungkin kendala utama pengembangan sistem *agroforestry* oleh badan-badan pembangunan resmi terutama kalangan kehutanan, yang merasa kuatir akan kehilangan kewenangan menguasai sumberdaya yang selama ini mereka anggap sebagai domain ekslusif mereka.

2. Pengelolaan Keanekaragaman Melalui *Agroforestry*

Salah satu masalah besar dalam silvikultur tropika adalah memahami dan memanipulasi pergantian dan peralihan vegetasi (Ewel, 980). Pada *agroforestry,* pergantian serta peralihan vegetasi alami

digunakan sebagai unsur penggerak kelestarian struktur produktif. Seperti dalam ekosistem alami, *agroforestry* disinambungkan melalui perantaraan gejala alam, berbentuk daur yang berawal dengan timbulnya rumpang, secara alami maupun buatan. Petani menempatkan diri di tengah peristiwa alam dengan tujuan mengarahkan regenerasi ini sesuai dengan kepentingannya. Seperti halnya pada semua lahan pertanian, sebagian terbesar *agroforestry* tercipta melalui tindakan pembukaan lahan. Pada *agroforestry* dilakukan hal yang berbeda, yakni tindakan menumbuhkan tanaman di lahan terbuka, di mana tumbuhan perintis alami menjadi ancaman tanaman petani. Pada *agroforestry*, petani tidak melakukan pembabatan hutan kembali, karena mereka menggunakan ladang sebagai lingkungan pendukug proses pepohonan. Proses rekonstruksi *agroforestry* seperti ini masih dapat disaksikan langsung di Pesisir Krui dalam pengelolaan lahan petani kebun damar, di mana setiap pembukaan hutan menjadi ladang selanjutnya akan menjelma menjadi *agroforestry* damar.

Langkah pertama setelah pembukaan lahan adalah menggantikan tumbuhan perintis dengan tanaman budidaya yang memiliki sifat sama: pecinta sinar matahari yang cepat tumbuh (padi dan sayuran). Tanaman ini mencegah tumbuhnya tanaman perintis alami dan menciptakan iklim mikro baru tanah, yang semula gelap dan lembab. Tindakan ini menguntungkan bagi pemindahan dan penanaman kembali tanaman muda yang berasal dari hutan atau dari persemaian. Daur pertama penanaman padi, petani juga menanam beberapa tanaman komersil yang akan menggantikan padi seperti lada, kopi, pisang, atau pepaya, lalu menanam damar dan pohon buah-buahan. Setelah tanaman berumur pendek-yang bertahan 8 sampai 2 tahun sejak lahan dibuka dan ditanami ditinggalkan, maka pohon-pohon *agroforestry* yang sudah besar dan kuat akan terus mendapatkan manfaat yang dihasilkan tanaman tahunan jangka pendek, yaitu iklim mikro yang teduh pada tanah yang menghambat perkembangan tumbuhan perintis alami.

Sekitar 20 sampai 30 tahun setelah pembukaan ladang, kebun yang terbentuk dengan cara seperti ini menjadi satu struktur hutan dengan kanopi tinggi dan tertutup. Di dalamnya berbagai jenis tanaman hutan yang rapat dapat berkembang kembali dengan perantaraan penyebaran alami. Seperti dalam hutan alam, mati atau tumbangnya sebatang pohon memungkinkan tumbuhnya generasi tanaman baru (yang memang

sudah ada atau sengaja ditanam pada rumpang), sebagai tanaman pengganti atau penerus. Dalam kesinambungan struktur produktif ini, campur tangan manusia dilakukan pada dua masa kunci. *Pertama*, di awal proses regenerasi, di mana petani memetik biji atau menggali bibit, menyeleksinya, dan memilih tempat penanamannya di ladang. *Kedua*, pada masa rumpang, petani mengendalikan proses penutupan kembali rumpang sesuai kebutuhan. Seringkali pohon tertentu ditebang petani sebelum tumbang secara alami. Pohon semacam ini dibutuhkan kayunya, atau dipastikan akan menimbulkan banyak kerusakan jika tumbang secara alami. Rumpang yang timbul di sini umumnva terlalu kecil untuk merangsang tumbuhnya tanaman perintis, tetapi berdampak positif bagi tumbuhan muda. Cahaya masuk merangsang pertumbuhan tanaman penerus yang cepat menutupi rumpang, membentuk straktur produktif yang setara dengan yang hilang. Pada rumpang alami daerah yang terbuka dapat lebih luas, sehingga sering terjadi kerusakan besar pada vegetasi yang tertinggal di rumpang itu dan tumbuhnya tumbuhan perintis tak dapat dielakkan. Oleh karena itu, petani melakukan campur tangan guna mengendalikan tahap pembentukan kembali ini. Seperti halnya pada tahap awal pembuatan *agroforestry* di ladang, tumbuhan perintis alami diganti dengan tanaman budidaya dengan sifat sama yaitu pisang dan sayuran yang menempati permukaan kebun yang rusak dan menghambat tumbuhnya tumbuhan perintis alami. Bersamaan dengan itu ditanam pohon-pohon muda. Pemaduan ini diteruskan hingga pohon-pohon muda cukup besar untuk menghambat tumbuhnya tumbuhan perintis yang tidak dikehendaki.

Dalam berbagai contoh, petani menciptakan beberapa tahap peralihan sebelum kembali pada kebun berstruktur hutan. Pada kebun-kebun di Bogor, terdapat peralihan yang dimulai dengan tahap semak (sayuran dan umbi-umbian), yang dilanjutkan dengan tahap dominasi spesies pohon pecinta sinar matahari yang cepat tumbuh (sengon, petai cina atau lamtoro) yang meneduhi pohon-pohon buah. Setelah spesies tersebut dipanen, tinggallah pohon-pohon buah-buahan yang membentuk tahap terakhir yang stabil dan berjangka panjang. Rumpang (alami maupun buatan) dapat pula membuka plan bagi perubahan kecil yang menetap. Petani dapat memanfaatkan rumpang untuk membudidayakan tanaman pecinta cahaya yang tidak dimaksudkan sebagai tanaman peralihan, melainkan sebagai struktur yang tetap.

Dengan cara ini, cengkeh mengisi *agroforestry* di Pesisir Krui sampai terjadinya wabah penyakit yang secara massal mematikan cengkeh dan kopi dibudidayakan di rumpang-rumpang *agroforestry* di Maninjau. Dibandingkan dengan pembangunan dan pertumbuhan silvikultur yang dikembangkan oleh pihak kehutanan, yang memanipulasi tanaman monokultur berumur sama, pembentukan *agroforestry* tradisional sangat khas sifatnya. Rumpang merupakan unsur penggerak utama bagi pembentukan dan kelangsungan *agroforestry*. Vegetasi tidak diperlakukan sebagai kesatuan yang homogen, karena dalam ekosistem berstruktur kompleks perlakuan terhadap tanaman harus individual, satu per satu. Bahkan di saat membuiuhkan perubahan yang radikal, petani berusaha mempertahankan keselarasan ekosistem alam dalam struktur baru *agroforestry*.

Kelompok pohon monokultur selalu merupakan hal sampingan dalam *agroforestry* dan penghancuran struktur tradisional tak pernah bersifat menyeluruh. Orientasi komersil baru dapat saja melenyapkan satu bagian kebun tradisional tetapi ketika membuat perubahan pohon-pohon tertentu tetap dilestarikan. Tanaman budidaya baru (cengkeh pohon buah unggul) ditanam seperti dilalukan di Pesisir Krui (penggabungan tanaman perintis dengan pohon-pohon muda). Pada *agroforestry- agroforestry* yang lebih modem gabungan antara struktur *agroforestry* lama dengan tanaman baru dapat menjamin stabilitas sistem secara keseluruhan.

3. Penggunaan Sumberdaya Ruang dan Nabati

Agroforestry tidak dapat digunakan atau diarahkan kepada hanya satu tujuan saja. *Pertama*, karena sebagian besar tanaman memiliki lebih dari satu kegunaan misalnya pohon durian, tidak hanya menghasilkan buah, tetapi juga kayu berharga, biji dan benangsari juga dapat dimakan. Kulit durian merupakan pupuk yang baik (kulit durian merupakan satu-satunya pupuk yang digunakan untuk pohon kopi muda di Maninjau). Bila kering, kulit durian menjadi bahan bakar yang asapnya mengusir nyamuk. Kulit kayu durian berkhasiat obat. Bambu, dapat menjadi bahan bangunan, alat musik, pipa pengairan, alat dapur, mebel dan sayur. Enau menghasilkan gula, minuman, ijuk, dan isi batang mengandung tepung untuk pakan ternak. *Kedua*, dengan tidak adanya spesialisasi dan melimpahnya sumberdaya serbaguna yang tumbuh spontan, *agroforestry* menjadi satu sistem produksi yang sangat

luwes.Kehadiran dan kepergian satu jenis tanaman hanya sedikit saja menyentuh fungsi dan dasar kebun. Perusahaan HPH kebingungan dengan semakin menipisnya pasokan pohon kayu komersil, perkebunan cengkeh terancam oleh serbuan virus, tetapi *agroforestry* di Maninjau terus bertahan meski ada fluktuasi harga tanaman ekspor. Demikian pula dengan kebun pepohonan campuran yang tetap bertahan di pinggiran Bogor. *Agroforestry* damar di Pesisir Krui yang tetap bertahan meskipun ada kebutuhan lahan baru untuk produksi padi. Ruang di *agroforestry* darat dimanfaatkan secara intensif. Biomassa produktif menempati semua ruang antara tanah dan ketinggian 30 atau 40 m. Sistem akar tanaman yang bersifat saling melengkapi menjamin digunakannya mineral tanah dan cadangan air tanah secara lebih baik, serta menjamin perlindungan terhadap aliran air dan pengikisan tanah.

4. Kepemilikan Kembali Sumberdaya Hutan

Di Indonesia seluruh proses pembentukan dan pengembangan *agroforestry* dapat dilihat sebagai strategi untuk memiliki (kembali) sumberdaya hutan yang secara tradisional merupakan sumber perekonomian petani sekitar hutan. Di Pesisir Tengah Krui misalnya setelah bertahun-tahun berkonflik dengan aparat kehutanan para petani kemudian melepaskan sebagian besar tuntutan mereka atas sumberdaya hutan alam. Bagi petani hutan alam tidak lagi ditempatkan sebagai suatu ekosistem atau suatu sumberdaya, tetapi sebagai suatu unsur geografis kawasan administratif Taman Nasional Bukit Barisan sebagai suatu wilayah negara yang ditutup.

Agroforestry merupakan struktur buatan manusia di mana sumberdaya dimiliki dan dikelola sesuai dengan falsafah kepercayaan dan kebutuhan petani. Jika pada awalnya *agroforestry* didirikan sebagai tanggapan atas pemusnahan sumberdaya *agroforestry* saat ini *agroforestry* dibangun sebagai tandingan dari hutan alam. Kini *agroforestry* hadir sebagai jawaban atas ditutupnya akses masyarakat setempat terhadap hutan dan sumberdaya-nya. Dengan *agroforestry* petani menunjukkan bahwa dengan penuh kesadaran mereka memutihkan suatu areal khusus di mana mereka melindungi sumberdaya hutan di atas tanah pertanian yang menjadi hak mereka. Dalam pengertian ini, kenyataan bahwa petani tidak menempatkan agroforesm, sebagai hutan alam mutlak perlu diperhatikan. *Agroforestry* bukanlah satu fenomena alam yang dapat dikelola dan lambat laun dimodifikasi. *Agroforestry* adalah

hasil keputusan masyarakat untuk membangun kembali sumberdaya hutan dan untuk merekonstruksi struktur hutan. Sementara bentuk utama pengelolaan hutan alam Indonesia-termasuk pengumpulan hasil-hasilnya masih berupa eksploitasi anugerah alam para petani *agroforestry* justru sudah melewati tahapan ini. *Agroforestry* adalah penemuan dan pencapaian pengelolaan sumberdaya hutan pada lahan yang semula adalah hutan alam.

Masa depan *agroforestry* tidak terancam oleh alasan biologi tetapi murni oleh alasan pertimbangan sosial ekonomi dan politik. Antara lain karena munculnya prioritas-prioritas baru keinginan dan kebutuhan petani. Tetapi ancaman utama yang sebenanya adalah terletak pada ketidaksesuaian persepsi mengenai sumberdaya hutan di tingkat nasional dan lokal. Contohnya dalam kasus kebun damar Pesisir Krui pemerintah tidak bersedia mengakui *agroforestry* damar sebagai sistem tataguna hutan tersendiri. *Agroforestry* damar tidak dianggap sebagai strategi berharga bagi pembangunan daerah Pesisir Krui. Pemerintah tidak mengakui tuntutan dan hak-hak petani Pesisir Krui atas lahan dan sumberdaya yang mereka kembangkan dalam bentuk *agroforestry*. Sebagian besar *agroforestry* dianggap sebagai hutan alam pada lahan milik pemerintah karena itu apa pun bentuk proyek pembangunan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dapat saja dilakukan. Kemungkinan besar pilihan akan jatuh pada pembangunan tanaman industri ketimbang mendukung upaya pengelolaan oleh masyarakat. Selama kerancuan antara hutan dan *agroforestry* ini masih dipertahankan dan selama praktik-praktik pengelolaan sumberdaya hutan dalam sistem pertanian masih diabaikan maka keberlanjutan sistem *agroforestry* sebagai contoh unik pengelolaan hutan secara terpadu akan terus terancam.

F. Memadukan Produksi Kayu, Pelestarian dan Pembangunan Lingkungan

Dengan semakin berkurangnya luas hutan hujan tropika, diperkirakan bahwa beberapa talrun lagi pasar kayu tropika akan terpaksa rnencari sumberdaya baru. Berbagai eksperimen pengkayaan hutan dengan pohon penghasil kayu sebagai kelanjutan dari bentuk pemanfaatan hutan alam selama ini hasilnya cukup menggembirakan. Akan tetapi, begitu melampaui tahap eksperimen, muncul masalah

mengenai biaya investasi dan pengelolaan jangka panjang.Peluang yang ditawarkan hutan tanaman industri, ternyata sangat terbatas. Sebenarnya dewasa ini peluang-peluang itu hanya mencakup sejumlah kecil jenis pohon yang cepat tumbuh (kayu pulp atau kayu serat). Hutan tanaman industri juga berisiko semakin memicu ketegangan dengan petani setempat, menyangkut soal penguasaan lahan. Sistem tumpangsari juga menemui banyak hambatan karena konflik kepentingan antara aparat kehutanan dan petani, yang muncul akibat sangat terbatasnya peran serta petani. Dibandingkan dengan berbagai masalah dalam pembangunan hutan tanaman, keberhasilan kebun-kebun *agroforestry* tampak jelas jauh lebih unggul. Sistem *agroforestry* didasari asas-asas lingkungan yang sama dengan sistem tumpangsari, tetapi dirancang dan dikelola sepenuhnya oleh para petani. Akhir-akhir ini, hutan buatan yang dibangun kembali oleh petani di berbagai kawasan tropika tersebut semakin diakui dunia keberadaannya, baik sebagai model silvikultur maupun sebagai contoh peranan petani dalam produksi kayu tropika. Dalam kerangka ini, contoh-contoh *agroforestry* di Indonesia memperlihatkan peluang-peluang yang dapat ditawarkan untuk mengembangkan produksi kayu tropika antara lain.

1. *Agroforestry* Kompleks

Meskipun sering disepelekan oleh kalangan kehutanan dan pembuat keputusan, pengetahuan petani mengenai pengelolaan pepohonan jelas sudah ada. Pengetahuan empirik yang dihimpun dari kurun waktu yang panjang ketergantungan terhadap hutan. Dengan cara demikian, petani di Indonesia telah berhasil membangun sistem-sistem *agroforestry*. Kebun-kebun atau *agroforestry* menghasilkan hasil non kayu sebagai hasil utama, dan berfungsi serupa dengan hutan rimba dengan kekayaan hutan alam yang khas dan ekologi yang sangat kompleks. *Agroforestry* merupakan perpaduan dari perdu dan pepohonan yang dibudidayakan dan di antaranya diselingi sejumiah spesies asal hutan alam. Dengan bentuk yang beragam sesuai dengan jenis pohon utama, *agroforestry* menjamin pasokan bahan-bahan kebutuhan sehari-hari (buah, sayur, dan berbagai bahan lain). Selain itu, karena besarnya budidaya tanaman komersil (kopi kayu manis, pala, buah, karet, damar dan sebagainya) *agroforestry* juga berperan penting sebagai sumber pemasukan uang. Nilai ekonomi *agroforestry* kadang juga memiliki arti penting di tingkat nasional. Di Indonesia yang merupakan penghasil karet alam kedua di

dunia, lebih dari 70% produksi karet berasal dari *agroforestry* karet yang sangat berbeda dari perkebunan karet monokultur.

Agroforestry petani merupakan contoh penggunaan lahan yang lestari secara ekologi. Kemiripan struktur dan fungsinya dengan ekosistem hutan alam, membuatnya muncul sebagai satu-satunya sistem produksi yang mampu secara berkelanjutan melestarikan kesuburan tanah, dan sekaligus kelestarian sebagian besar keanekaragaman hayati hutan alam, baik hewan maupun tumbuhan.

Keberhasilan *agroforestry* dalam membangun kembali keanekaragaman ekosistem hutan terjamin karena penerapan berbagai pengaturan ekologi yang diturunkan dari kaidah pengendalian regenerasi alami hutan. Dari sebuah lahan baru, *agroforestry* dibangun bukan dengan melawan dinamika suksesi hutan alam, tetapi sebaliknya petani dengan cerdik menyisipkan pohon yang dikehendaki di tengah dinamika alami itu. Begitu hutan sudah terbentuk kembali, regenerasi pepohonan umumnya dilakukan batang per batang dengan memanfaatkan seluas-luasnya rumpang lapisan tajuk tertinggi dan dengan mematuhi persyaratan ekologi bagi pertumbuhan optimal pohon yang bersangkutan.

2. Kayu *Agroforestry*: Sumberdaya Masa Depan

Di Indonesia, belum ada *agroforestry* yang berbasis pepohonan khusus penghasil kayu, karena berciri pembangunan kembali hutan yang sejati, *agroforestry* merupakan sumber pasokan kayu berharga yang sangat potensial, yang dimanfaatkan oleh penduduk setempat. Sejauh ini kayu-kayu tersebut masih belum diperkenankan masuk ke dalam perdagangan nasional. Pohon yang ditanam dalam *agroforestry* (buah-buahan, karet, dan lain-lain) sering pula memasok kayu bermutu tinggi dalam jumlah besar, sehingga ada pasokan kayu gergajian dan kayu kupas yang selalu siap digunakan. Di daerah Pesisir Krui misalnya, pohon damar yang juga termasuk golongan meranti sangat mendominasi kebun damar, dengan kepadatan beragam. Dalam setiap hektare *agroforestry* terdapat antara 50-250 pohon yang dapat dimanfaatkan. Kayu-kayu itu biasanya dianggap sebagai produk sampingan yang tidak mempunyai nilai ekonomi, bukan karena teknologi yang rendah, tetapi karena belum dikenali pasar. Beberapa contoh dari sejarah perdagangan kayu tropika menjelaskan mengapa hal ini terjadi. Agar praktis, kalangan kehutanan mengelompokkan

kayu berdasarkan kelas dihubungkan dengan keawetan dan kekuatan. Dengan semakin langkanya hutan yang mengandung jenis pohon yang menguntungkan klasifikasi asli mengalami banyak revisi: “Karena kelas I sudah diekspioitasi berlebihan dan menjadi langka, maka kelas II menjadi kelas I dan seterusnya" (Kostermans, 984). Pohon meranti misalnya, beberapa tahun belakangan ini merupakan penghasil utama kayu di Asia Tenggara, tetapi pada tahun 930-an hampir-hampir tidak memiliki nilai komersil. Contoh yang lebih mutakhir adalah kayu karet, hingga tahun 970-an masih dianggap tidak berharga, tetapi dewasa ini menduduki tempat penting dalam pasar kayu Asia. Sejalan dengan perkembangan teknologi transformasi dan pemanfaatan kayu, ciri-ciri kayu bahan baku semakin tidak penting. Pemilihan pohon kayu tak lagi berdasarkan ciri fisik, tetapi lebih didasari jaminan persediaan yang cukup dan lestari. Tentu masih dibutuhkan kajian-kajian kuantitatif lebih lanjut untuk menentukan potensi pepohonan dan pengelolaan optimal dan berbagai pohon kayu dalam *agroforestry*, dengan tetap memperhitungkan hasil-hasil lain. Selain itu perlu juga dikaji dampak sampingan penjualan kayu dan segi sosial, ekonomi, dan ekologi. Ketersediaan pasokan yang besar dan lestari memenuhi persyaratan, *agroforestry* sebagai salah satu sumberdaya kayu tropika bagi masa depan. Dengan mudah sumberdaya ini dapat diperkaya dengan jenis-jenis pohon bernilai tinggi, sebab kantung-kantung ekologi *agroforestry* yang beragam merupakan lingkungan ideal bagi pohon kayu berharga yanng membutuhkan kondisi yang mirip dengan hutan alam. Selain itu, tidak seperti dugaan umum, sasaran utama *agroforestry* di Indonesia bukan cuma untuk pemenuhan kebutuhan sendiri tetapi untuk menghasilkan uang. Dengan orientasi pasar, *agroforestry* mampu dengan cepat memadukan pola budidaya baru, asalkan hasilnya menguntungkan pemiliknya.

Untuk memenuhi permintaan besar di tingkat regional, misalnya di daerah Sumatera Barat, beberapa tahun belakangan ini berkembang budidaya pohon kayu, terutama surian, bayur, dan musang di dalam *agroforestry* petani di sekeliling danau Maninjau. Di daerah Krui, Lampung, menjadi pemaduan sungkai di kebun damar. Jenis pohon perintis ini yang sebelumnya tidak bernilai, baru sejak 1990-an mulai ditanam di kebun. Dengan meningkatnya permintaan kayu sungkai secara nasional untuk bangunan, pohon ini kini ditanam dan dirawat giat oleh berbagai petani.

3. Pemanfaatan Hutan Alam Tropika

Pemanfaatan kayu yang dilakukan secara benar dengan memperhitungkan regenerasi potensi kayu-tidak akan membahayakan hutan dan masa depannya. Dalam praktiknya perusahaan-perusahaan HPH sangat berperan dalam proses perusakan hutan alam. Perusakan terjadi pada dua tataran: *pertama*, sebagai perintis ke arah berbagai transformasi radikal (konversi ke lahan pertanian, padang rumput, hutan tanaman industri), dan *kedua*, sebagai akibat dari keserakahan banyak pengusaha membabati hutan tanpa melakukan pembangunan kembali hutan seperti yang disyaratkan. Di Indonesia misalnya, Departemen Kehutanan mengakui bahwa kebanyakan pemegang konsesi tidak mematuhi peraturan pemanfaatan yang lestari dan menurut Menteri Kehutanan, hanya 22 dari 527 pemegang konsesi hanya 4% saja) yang melaksanakan pemanfaatan hutan sesuai dengan peraturan (Jakarta-Post, 29 Oktober 1990).

Bentuk pemanfaatan hutan dalam penipisan hutan hujan tropika merupakan paradoks yang mencolok: pembabatan hutan menyebabkan kematian pemanfaatan hutan, sedangkan pemetikan hasil hutan secukupnya bisa menjamin masa depan hutan. Kondisi di kebanyakan negara tropika dewasa ini sangat memungkinkan bentuk pemanfaatan yang rakus untuk meraup keuntungan sangat besar dengan cepat, ketimbang pemanfaatan yang memperhitungkan kelangsungan jangka panjang, maka yang terjadi sebenarnya adalah: dengan "restu" pemerintah pengusaha-pengusaha hutan yang hanya berpikir jangka pendek, tanpa ancaman hukuman, telah memotong batang tempat mereka bertengger, karena perhitungannya adalah ketika nanti batang itu putus, maka mereka sudah tidak lagi bertengger di situ. Akibatnya adalah kerusakan lingkungan secara total dan penyusutan keanekaragaman hayati secara pesat. Inilah inti kritik berbagai pihak yang disebarluaskan media massa, yang dewasa ini dibarengi ancaman tekanan ekonomi berupa boikot terhadap kayu tropika.

Akhir-akhir ini, tumbuh kesadaran mengenai nilai hutan tropika bagi masa depan manusia dan kepentingan ekologi. Maka upaya mencari pasokan kayu selain dari hutan alam tampaknya tidak mungkin lagi dihindari. Harus segera ada pengalihan cara produksi kayu tropika dari produksi alam ke sistem-sistem yang berdasarkan metode silvikultur yang terbukti berhasil. Bisa dipastikan, pendekatan

ini kurang bisa mendatangkan keuntungan jangka pendek, tetapi memungkinkan produksi yang bermutu dan seimbang. Pengalaman memproduksi kayu melalui silvikultur di kawasan hujan tropika sudah cukup banyak, dari budidaya monokultur jenis pohon yang cepat tumbuh seperti eucalyptus, pinus, acasia, dan sebagainya hingga hutan tanaman yang diilhami sistem tumpangsari seperti hutan jati di Jawa, secanggih apapun tingkat keberhasilan teknik-teknik tersebut, hutan tanaman selalu terbentur dengan berbagai kendala ketersediaan lahan, terutama di daerah-daerah yang relatif padat penduduk, karena meningkatnya persaingan di antara berbagai kegiatan penggunaan lahan.

Kendala-kendala ini terus bertambah sejalan dengan peningkatan kepadatan penduduk. Di berbagai negeri tropika, antagonisme antara produksi silvikultur dan produksi pertanian merebak menjadi bermacam-macam konflik besar di dalam masyarakat. Di Lampung misalnya, terjadi konflik terbuka antara ratusan petani yang lahannya dirampas oleh sebuah proyek hutan tanaman industri dengan para petugas HTI. Demikian pula di Propinsi Sumatera Utara beberapa wanita dijatuhi hukuman penjara masing-masing enam bulan karena menebangi pohon kayu eucalyptus yang ditanam sebuah perusahaan pulp di lahan yang oleh penduduk setempat dianggap milik mereka. Harus diakui bahwa kehutanan di daerah tropika pada dasarnva berkembang secara mandiri tanpa keterkaitan dengan lembaga lingkungan dan pertanian.Manakala kehutanan menyerahkan hutan kepada para petani seperti dalam kasus tumpangsari, hal tersebut dilakukan secara terbatas dan penuh persyaratan. Tawaran pengelolaan hutan kepada petani hanyalah berupa izin menggarap lahan selama beberapa tahun saja, dengan kewajiban pihak petani menanam dan memelihara pepohonan. Jika pohon sudah cukup besar, maka petani harus segera angkat kaki. Mengingat munculnya kesadaran yang luas akan pentingnya peranan petani bagi keberhasilan dan masa depan hutan tropika. layaklah dikutip kata-kata Otto (1990), bahwa dibutuhkan satu revolusi, melalui pemaduan dengan pertanian yang sebenarnya. Tetapi hingga saat ini, hubungan antara kalangan kehutanan dengan petani tropika memang ada hanya menguntungkan kalangan kehutanan. Petani adalah pihak yang harus menyesuaikan diri dengan pengetahuan dan kepentingan hatangan kehutanan.

Dalam konteks ini usulan yang diajukan adalah untuk membalik pernyataan di atas di manapun, jika keadaan memungkinkan dan ada gunanya, kalangan kehutanan harus menyesuaikan diri dengan pengetahuan dan kebutuhan petani. Jenis kayu yang sudah dibudidayakan dari generasi ke genetasi dan lazim digunakan sehari-hari seharusnya diutamakan. Pengalaman petani yang panjang seharusnya dipadukan dengan proses produksi kayu keras tropika. Inilah kunci revolusi hutan tropika yang mendesak dibutuhkan.

G. *Agroforestry* dan Dunia Pertanian

Pengembangan pertanian komersil khususnya tanaman musiman mensyaratkan perubahan sistem produksi secara total menjadi monokultur dengan masukan energi, modal, dan tenaga kerja dari luar yang relatif besar. Percobaan dan penelitian tanaman komersil selalu dilaksanakan dalam kondisi standar yang jauh berbeda dari keadaan yang lazim dihadapi petani.

1. *Agroforestry* Sebagai Model Tepat Guna Pertanian Berkelanjutan

Di lain pihak sistem-sistem produksi asli (salah satunya *agroforestry*) selalu dianggap sebagai sistem yang hanya ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan sendiri saja. Dukungan terhadap pertanian komersil petani kecil lebih diarahkan sebagai upaya penataan kembali secara keseluruhan sistem produksi, ketimbang sebagai pendekatan terpadu mengembangkan sistem-sistem yang sudah ada. *Agroforestry* umumnya dianggap hanya sebagai kebun dapur, tidak lebih dari sekedar pelengkap sistem pertanian lain, hanva khusus untuk konsumsi sendiri, dan menghasilkan hasil-hasil ikatan seperti kayu bakar. Perlu sekali ditekankan di sini bahwa pada kenyataannya *agroforestry-agroforestry* petani umumnya berperan penting dalam sistem produksi sebagai unsur yang utama, dan sumber pendapatan yang utama.

Agroforestry mempunyai fungsi ekonomi penting bagi masyarakat setempat. Peran utama *agroforestry* bukanlah produksi bahan pangan melainkan sebagai sumber penghasil pemasukan uang dan modal. Seringkali *agroforestry* menjadi satu-satunya sumber uang tunai keluarga petani. *Agroforestry* memasok 50-80% pemasukan dari pertanian di pedesaan melalui produksi langsung dan kegiatan lain yang berhubungan dengan pengumpulan, pemrosesan, dan pemasaran hasilnya. Keunikan konsep pertanian komersil *agroforestry* adalah

karena bertumpu pada keragaman struktur dan unsur-unsurnya, tidak berkonsentrasi pada satu spesies saja. Produksi komersil ternyata sejalan dengan produksi dan fungsi lain yang lebih luas. Hal ini menimbulkan beberapa konsekuensi menarik bagi petani. Aneka hasil *agroforestry* sebagai 'bank' sejati. Pendapatan dari *agroforestry* umumnya dapat menutupi kebutuhan sehari-hari dari hasil-hasil yang dapat dipanen secara teratur seperti lateks, damar, kopi, kayu manis dan lain-lain. Selain itu kebun juga menutupi atau membantu menutupi pengeluaran tahunan dari hasil-hasil yang dapat dipanen secara musiman seperti buah-buahan, cengkeh, pala dan lain-lain. Komoditas-komoditas lain seperti kayu - juga dapat menjadi sumber uang yang cukup, besar meskipun tidak tetap, dan dapat dianggap sebagai cadangan tabungan untuk kebutuhan mendadak. Di daerah-daerah dimana menabung uang tunai bukan merupakan kebiasaan, keragaman bentuk sumber uang sangatlah penting. Keluwesan *agroforestry* juga penting di daerah di mana kredit sulit didapatkan karena mahal atau tidak ada sama sekali, hal ini adalah kenyataan umum di sebagian besar pedesaan tropika.

Struktur yang tetap dengan diversifikasi tanaman komersil, menjamin keamanan dan kelenturan. Meskipun tidak memungkinkan akumulasi modal secara cepat dalam bentuk aset-aset yang dapat segera diuangkan, diversifikasi tanaman merupakan jaminan petani terhadap ancaman kegagalan panen salah satu jenis tanaman atau risiko perkembangan pasar yang sulit diperkirakan. Jika terjadi kemerosotan harga satu komoditas, spesies ini dapat dengan mudah diterlantarkan saja, hingga suatu saat pemanfaatannya kembali menguntungkan. Proses tersebut tidak mengakibatkan gangguan ekologi terhadap sistem kebun. Petak kebun tetap utuh dan produktif dan spesies yang diterlantarkan akan tetap hidup dalam struktur kebun, dan selalu siap untuk kembali dipanen sewaktu-waktu. Sementara itu spesies-spesies baru dapat diperkenalkan. Akan tetapi, ada tanaman yang siap dipanen, malahan komoditas baru dapat diperkenalkan tanpa merombak sistem produksi yang ada.

Ciri keluwesan yang lain adalah perubahan nilai ekonomi yang mungkin dialami beberapa spesies.Spesies yang sudah puluhan tahun berada di dalam kebun dapat tiba-tiba mendapat nilai komersil baru akibat evolusi pasar, atau pembangunan infrastruktur seperti

pembangunan jalan baru. Hal seperti ini telah terjadi terhadap buah durian, duku, dan terakhir kayu ketika kayu dari hutan alam menjadi langka.

2. Diversifikasi Hasil Sekunder *Agroforestry*

Agroforestry juga memang berperan sebagai kebun dapur yang memasok bahan makanan pelengkap (sayuran, buah, rempah, bumbu). Selain itu melalui keanekaragaman sumber nabati dan hewani *agroforestry* dapat menggantikan peran hutan alam dalam menyediakan hasil-hasil yang akhir-akhir ini semakin langka dan mahal seperti kayu, rotan, bahan atap, tanaman obat, dan binatang buruan.

Selain manfaat-manfaat langsung yang dihasilkan *agroforestry* kepada petani kecil, *agroforestry* juga menarik bagi peladang, berputar karena dua hal. Meskipun menurut standar konvensional produktivitas *agroforestry* dianggap rendah, harus ditekankan bahwa *agroforestry* lebih menguntungkan jika ditinjau dari sisi alokasi tenaga kerja yang dibutuhkan. Penilaian bahwa produktivitas *agroforestry* yang rendah juga disebabkan kesalahpahaman terhadap sistem yang dikembangkan petani, karena umumnya hanya tanaman utama yang diperhitungkan sementara hasil-hasil dan fungsi ekonomi lain diabaikan. Pembuatan dan pengelolaan *agroforestry* hanya membutuhkan nilai investasi dan alokasi tenaga kerja yang kecil. Dua hal tersebut sangat penting terutama untuk daerah-daerah di mana ketersediaan tenaga kerja dan uang tunai jauh lebih terbatas ketimbang ketersediaan lahan, seperti yang umum terjadi di wilayah-wilayah perladangan berputar di daerah humid tropika. Selain manfaat ekonomi, perlu juga dijelaskan beberapa ciri penting lain yang membantu pemahaman terhadap hubungan positif antara peladang berputar dan *agroforestry*. Pembentukan *agroforestry* berhubungan langsung dengan perladangan berputar. Suatu perubahan kecil sangat menentukan arah perkembangan bentuk ladang ini.

Perubahan kecil itu adalah penanaman pohon yang oleh penduduk setempat dikenal bernilai ekonomi tinggi, pada ladang tebas bakar. Tindakan ini adalah upaya yang sangat sederhana yang dapat dilakukan oleh peladang berputar di semua daerah humid tropika. Tindakan sederhana ini akan menghasilkan perbedaan yang sangat nyata antara sistem *agroforestry* dengan sistem tebas-bakar dan bera. *Agroforestry* dikelola tanpa teknologi yang canggih tetapi sebaliknya bertumpu

sepenuhnya pada pengetahuan tradisional peladang berputar mengenai lingkungan hutan mereka. Bagi peladang berputar, konsekuensi utama pernbentukan *agroforestry* adalah terhindarkan dari kesulitan-kesulitan menuju pertanian menetap. Ladang-ladang sementara yang sebelumnya direncanakan untuk dibuka dan ditanami kembali setelah masa bera, kini ditanami pepohonan. Kedudukan komersil tanaman pohon dan nilainya sebagai modal dan harta warisan dapat mencegah pembukaan kembali ladang-ladang, dengan demikian, maka lahan tersebut menjadi terbebas dan perladangan berputar. Mengingat semakin meningkatnya tekanan penduduk yang merupakan ciri sebagian besar daerah humid tropika saat ini, menjadi semakin jelas manfaat ekologi dari perubahan siklus tradisional perladangan berputar menjadi *agroforestry*. Degradasi lahan terjadi akibat siklus perladangan berputar yang tidak lagi seimbang, dapat dihentikan. Lapisan tajuik pohon kembali ditegakkan bersama kehadiran spesies-spesies hutan. Keuntungan ekonomi juga tak kalah penting. Selain keuntungan langsung bagi petani, keuntungan juga diraih pada skala regional. Seperti di Sumatera, sistem *agroforestry* dapat menampung kepadatan penduduk jauh lebih banyak ketimbang perladangan berputar-putar. Penduduk desa mengambil alih tanggung jawab penuh pengelolaan lahan secara lestari. Pada gilirannya, tanpa kehilangan kendali atas perkembangan mereka sendiri, penduduk setempat memadukan diri ke dalam ekonomi yang lebih luas. Melalui hasil-hasil komersil kebun petani mengambil peran yang besar bagi pembangunan regional dan nasional. Contohnya di Sumatera, pada pertengahan tahun 980-an diperkirakan lahan *agroforestry* sedikitnya mencakup 3,5 juta ha (Peta Vegetasi Sumatera, ICTV-BIOTROP) atau sekitar 50% dari luas lahan yang digarap. Seandainya lahan seluas itu masih terus dikelola dengan siklus perladangan berputar, sejalan dengan tekanan kependudukan yang semakin besar, bukankan saat ini lahan-lahan ini berada dalam keadaan kerusakan yang parah? Pertanyaan tersebut selayaknya diajukan, sebagaimana layaknya kita membayangkan apakah keadaan sosial ekonomi penduduk yang mengelola lahan-lahan rusak tersebut akan lebih baik jika lahan-lahan itu tidak ditutupi *agroforestry*.

Petani yang membangun sistem *agroforestry* semula adalah peladang berputar, tetapi melalui pengelolaan *agroforestry* mereka menjadi petani menetap. Sistem *agroforestry* adalah kunci sukses

mereka. Hal ini adalah fenomena yang sangat penting, karena itu artinya *agroforestry* sudah selayaknya dipertimbangkan sebagai salah satu cara tepat untuk menjamin suksesnya transisi dari perladangan berputar menuju pertanian menetap.

3 SISTEM-SISTEM AGROFORESTRY TRADISIONAL DI INDONESIA

A. Sistem Kebun Talun dan Pekarangan di Jawa Barat

Sistem "*Kebun-Talun-Pekarangan*", khususnya di Jawa Barat, telah dibicarakan oleh beberapa penulis (Iskandar, 1980; Soemarwoto, 1981 dan Widagda, 1984). Melukiskan sistem Kebun-tabelun yang terdiri dari fase-fase, yaitu kebun, kebun campuran dan talun. Fase pertama, yang terbentuk sesudah menebang hutan, merupakan kebun yang, biasanya ditanami tanaman-tanaman semusim. Hasil tanaman dari kebun dikonsumsi sendiri oleh keluarga petani dan sebagian lagi dijual.

Sesudah dua tahun, di kebun mulai tumbuh anakan tanaman keras. Makin lama ruangan bagi tanaman semusim makin berkurang. Mulailah terbentuk kebun campuran. Nilai ekonomi kebun campuran berkurang, dari kebun campuran berperan penting dalam konservasi tanah dan air. Sesudah tanaman semusim dalam kebun campuran dipanen, lapangan biasanya ditinggalkan selama kurang lebih dua-tiga tahun, sehingga didominasi oleh tanaman keras. Fase ini disebut Talun, yaitu tingkat klimaks dari sistem kebun talun.

Struktur vertikal dari kebun talun pada tiap fase suksesi, tidak sama. Pada fase kebun yang didominasi oleh tanaman semusim, terdapat tiga strata. Strata terbawah terdiri dari tanaman-tanaman pendek atau melata. Umpamanya kacang tanah, kecang kedelai, ketimun dan labu yang menempati ruangan di bawah ketinggian 50 cm. Ruangan antara ketinggian 50 cm dan satu meter, ditempati oleh tanaman-tanaman sayuran seperti lombok dan terong. Stratum teratas ditempati oleh tanaman-tanaman jagung, tembakau, ubi kayu atau pun tanaman kacang-kacangan yang merambat, seperti kecipir dan kacang panjang, yang merambat pada pancangan bambu.

Stratifikasi pada kebun campuran lebih kompleks, karena terdiri dari campuran tanaman semusim dan tanaman keras. Dalam fase ini tanaman-tanaman yang tahan naungan seperti talas, menempati ruangan di bawah satu meter. Sedangkan kayu merupakan stratum kedua, dari satu sampai dua meter. Lapisan ketiga di atas lima meter ditempati oleh pisang dan pohon-pohon. Dalam fase ini, terdapat susunan yang khas yaitu terdiri dari rumpun-rumpun pisang, pohon-pohon yang tumbuh bertebaran dan tetumbuhan bawah yang kedap, terdiri dari macam-macam perdu dan tetumbuhan lainnya. Fase talun didominasi oleh campuran berbagai tanaman keras dan bambu yang membentuk tiga strata juga. Bentuk talun dapat bermacam-macam, seperti pohon-pohonan yang menghasilkan kayu bakar atau kayu bangunan, kebun bambu atau suatu campuran pohon-pohonan, termasuk pohon buah-buahan.

Pekarangan adalah lahan-lahan sekitar rumah yang ditumbuhi campuran tanaman semusim dan tanaman keras, disertai adanya berbagai binatang termasuk binatang liar dan hewan ternak. Pekarangan merupakan suatu sistem dengan batas-batas tertentu dan mempunyai manfaat ekonomi, biofisik dan sosio-kultural bagi pemiliknya. Sistem pekarangan berasal dan Jawa Tengah dan menyebar ke Jawa Barat pada pertengahan abad kesembilan belas (Terra, 1953). Menurut Widagda (1984), struktur pekarangan tiap tahunnya sama, meskipun ada perbedaan-perbedaan menurut musim. Stratum terbawah (di bawah satu meter) didominasi oleh tanaman pangan yang mengandung zat perekat, sayur-sayuran dan rempah-rempah, umpamanya talas, lombok, terong dan lengkuas. Stratum berikutnya (antara satu dan dua meter) juga didominasi oleh tanaman dengan zat perekat lainnya, umpamanya ganyong *(Canna edulis)*, Xanthosoma singkong dan gembili *(Dioscorea esculenta).* Tanaman yang biasanya banyak terdapat di pekarangan adalah singkong, ganyong, garut, gadung, bentol, uwi dan suwek. Jenis tanaman ini mempunyai kadar kalori tinggi dan sangat penting sebagai pengganti beras. Stratum kedua (dua sampai lima meter) didominasi oleh pisang, papaya dan pohon buah-buahan lainnya, umpamanya nangka, jambu, rambutan dan tanaman lainnya seperti cengkeh. Stratum tertinggi yaitu di atas 10 meter, didominasi oleh pohon-pohon kelapa dan pohon-pohonan lainnya, umpamanya jeunjing (*Paraserieanthes falcataria*) untuk kayu bangunan dan kayu bakar. Struktur vertikal seluruhnya menyerupai struktur hutan alam.

B. Sistem-sistem *Agroforestry* di Papua Perladangan Berpindah-pindah

Luas propinsi Papua adalah 41 juta ha. Diantaranya 94% merupakan hutan lahan pertanian relatif sempit. Jenis usaha taninya adalah perladangan berpindah-pindah yang menggunakan lahan kurang lebih satu juta ha. Daerah perladangan terbesar terdapat di Kabupaten Jayawijaya, yaitu 560.000 ha; diikuti oleh Kabupaten Merauke 290.000 ha, Kabupaten Panilai 210.000 ha dan Kabupaten Yapen Waropen 600 ha.

Kegiatan perladangan berpindah-pindah pada kaki bukit-bukit sebelah barat bagian tengah hutan Suaka Alam Gunung Cyclops, dilakukan oleh penduduk pendatang dari Buton, Bugis, Danau Sentani dan pendatang dari Lembah Baliem serta pantai. Mereka menebas semak-semak dan rumput-rumputan, yang kemudian dikeringkan. Tanah kemudian dikerjakan dengan cangkul dan ditanami dengan ketimun yang dipupuk dengan kotoran ayam. Sebagai campuran ditanam jenis-jenis palawija lain, antara lain kacang panjang, jagung, pepaya dan sayur-sayuran (padi tidak ditanam). Setelah dilakukan tiga kali penanaman dan pemungutan hasil, lahan ditinggalkan selama 3- 5 tahun atau ditanami kelapa, coklat, terutama di bagian-bagian yang rendah. Hasil usaha tani perladangan dijual di Jayapura. Sebelum mendapatkan hasil dari tanaman keras, para petani memperoleh pendapatan dari pemungutan hasil hutan dan penangkapan ikan.

C. Bentuk-bentuk Kebun Campuran

Di antara bentuk-bentuk kebun campuran antara lain disebut sistem "*Kebun Multi Lapisan Tajuk*" di Sumatra Barat. Dalam sistem *agroforestry* ini terdapat suatu integrasi erat antara jenis jenis tanaman hutan dan tanaman-tanaman perdagangan yang keseluruhannya merupakan suatu sistem yang menyerupai hutan. Sistem *agroforestry* ini dikelola dengan gabungan cara-cara budidaya komersial dan dasar-dasar pengelolaan sumber daya alam untuk produksi dan reproduksi. Oleh karena itu, sistem ini merupakan suatu sistem produksi yang memberi keuntungan ekonomis sekaligus bagi masyarakat penyangga, baik antara pedesaan dan hutan. Susunan sistem *agroforestry* ini dalam garis besarnya sebagai berikut:

1. Tanaman semusim: lombok (*Capsicum anuum*), terong (*Solanum melongena*), jagung (*Zea mays*), kacang-kacangan (*Vigna spp, Phaseolus spp*), ketimun (*Cucumis sativus*), dan sebagainya.
2. Tanaman keras: *Durio zibethinus, Pterospermum javanicumToona sinensis, Cinnamomum burmani, Myristica fragnans, (Vigna Spp, Phaseolus spp)*, ketimun (*Cucumis Sativu*.), dan sebagainya.

Bentuk *agroforestry* tradisional lain di Sumatra adalah hutan "*Damar Mata Kucing*" di Krui, Lampung. Damar mata kucing berasal dari getah pohon damar (*Shorea javanica*). Komoditas ini dapat dipasarkan sepanjang tahun. Pohon-pohon damar mendominasi ekosistem setempat. Pohon-pohon terpenting disamping pohon damar adalah langsat (*Aglaia domestica*), duku (*Aglaia dookoo*), nangka (*Artocarpus heterophylla*). durian (*Durio zibethinus*), aren (*Arenga pinata*), kopi (*Coffe sp*), cengkeh (*Syzigium aromaticum*), bambu, rotan dan sebagainya.

Penduduk setempat yang memiliki hutan-hutan tersebut, membiarkan tumbuh-tumbuhan liar di antara pohon-pohonan, bila dipandang bermanfaat, hutan "*Damar Mata Kucing*" merupakan hutan campuran berbagai jenis pohon tidak seumur. Di samping pohon-pohon yang sudah berproduksi dijumpai juga pohon-pohonan tingkat tiang, pancang dan semai dari pohon-pohonan sejenis.

D. Sistem *Agroforestry* Kalimantan Timur

Bentuk-bentuk *agroforestry* yang dilaksanakan penduduk setempat di Kalimantan Timur dapat dikelompokkan sebagai berikut (Bratawinata dan Sarjono, 1988).

1. Agrosilvikultur

a. Perladangan Berpindah Tradisional

Dalam sistem ini, peladang (terutama penduduk asli Dayak) selalu mengusahakan keseimbangan antara masa cocok tanam dengan masa bera, sehingga kesuburan tanah tetap terjadi. Disamping itu, penanaman pohon buah-buahan atau rotan, pada sebagian atau seluruh lahan usaha merupakan aktivitas lain yang sangat dipentingkan. Oleh karenanya, perladangan berpindah secara tradisional ini, umumnya terbatas pada daerah-daerah perladangan yang kepadatan penduduknya masih rendah dan lahan usaha pertanian masih cukup luas tersedia.

b. Kebun Rotan

Jenis pohon yang cukup terkenal ini dibudidayakan khususnya oleh penduduk asli. Kebun-kebun rotan yang luas terdapat di daerah hulu Mahakam (Damai, Muara Lawa) dan daerah Pasir serta di Muara Lawa (Kabupaten Kutai). Rotan biasanya ditanam pada akhir masa berladang, sehingga diharapkan tumbuh bersama-sama deagan vegetasi sekundar pada masa bera. Beberapa jenis rotan yang umumnya dibudidayakan jenis sega (*Calamus caesius*), jahab (*C. trachycoleus*), semambu (*C. scipionum*), dan manau (*C. Manan*).

c. Tanaman Campuran

Sistem tanaman campuran dapat dijumpai pada semua kelompok masyarakat yang ada di Kalimantan Timur. Beberapa contoh tanaman jika dibandingkan dengan pola teratur, *ally cropping* dan campuran seperti tanaman kopi, coklat, lada, padi, jagung, karet, petai, kelapa, buah-buahan, lamtoro gung, gamal dadap, dan lain-1ain.

d. Tajar Hidup

Tajar hidup pada dasarnya mirip dengan tanaman campuran. Perbedaannya, tanaman kayunya bersifat sebagai inang. Beberapa tempat sudah dijalankan oleh petani, misalnya di daerah transmigrasi Rimbayu (Kota Bangun) dan Rejo Basuki (Barung Rontok). Tanaman-tanaman pertanian yang dikembangkan adalah lada (*Piper nigrum*), sirih (*Piper betle*) dan vanili (*Vanilla fragrans*). Tajar hidup yang digunakan adalah gamal, dadap lamtoro gung dan kapuk. Apabila usaha pengembangan tajar hidup berhasil, maka akan mengurangi tajar mati ulin atau kahoi (*Shorea sp*). Manfaat lain dari tajar hidup antara lain adalah sebagai pupuk hijau, makanan ternak dan lain-lain.

2. Silvopastur

a. Penggembalaan Dalam Perkebunan

Cara yang dijumpai di daerah-daerah pantai, tempat kelapa (*Cocos nucifera*) tumbuh dengan baik, misalnya di Tanjung Harapan (Semboja). Lahan di bawah pohon-pohon kelapa tersebut digunakan sebagai tempat penggembalaan sapi.

b. Tegakan Pohon Pakan Ternak

Sistem ini biasanya terdapat pada daerah-daerah transmigrasi sebagai bagian dari kegiatan usaha tani terpadu. Pohon-pohon untuk

makanan ternak, antara lain lamtoro-gung, nangka (*Arlocarpus heteroplryllus*) dan lain-lain, sengaja ditanam di kebun, dari kotoran ternak dapat dipergunakan untuk pupuk tanaman.

3. Agrosilvopastur

a. Kebun Hutan

Dalam upaya perladangan berpindah-pindah tradisional, beberapa batang pohon-pohonan, bambu dan palm ditanam/dipertahankan pada sebagaian atau keseluruhan lahan usahanya. Buah-buahan, kayu, rempah-rempah, bahan mentah untuk industri (getah, serat dan lain-lain) dibiarkan tumbuh yang juga ditandai sebagai tanda penguasaan lahan. Disamping itu, produk dari satwa buru (kijang, kancil dan lain-lain) dapat pula diperoleh di sini. Beberapa jenis tanaman yang umumnya terdapat dalam kebun hutan adalah durian (*Durio spp*), rambutan (*Nephelium spp*), mangga (*Mangifera spp.*) nangka (*Artocapus spp.*) *shorea spp* dan lain-lain. Kebun-kebun hutan dapat dijumpai, baik dalam kelompok masyarakat asli maupun pendatang.

b. Kebun Pekarangan

Di daerah-daerah masyarakat asli, kebun pekarangan merupakan pengembangan dari kebun tanaman buah. Pada masyarakat transmigrasi, merupakan usaha diversifikasi khususnya untuk peningkatan pendapatan. Beberapa tanaman perdagangan seperti kopi, coklat, kelapa, cengkeh dan tanaman tahunan serta buah-buahan mulai dikembangkan. Ternak yang biasanya dimiliki oleh penduduk asli adalah ayam dan babi. Sapi, kambing, itik dan ayam dapat dijumpai di daerah-daerah transmigrasi.

c. Sistem-sistem Lainnya

- Pohon pada budidaya ikan
- Budidaya ikan/udang di mangrove (di daerah Tarakan)
- Ternak lebah madu.

4. Silvofishery

Merupakan bentuk pemanfaatan lahan dengan mengkombinasikan tanaman hutan bersama perikanan. Sabagai contoh telah banyak diterapkan oleh peternak-peternak (hutan *mangrove*).

a. *Agroforestry* dalam Program Perhutanan Sosial

Untuk mengendalikan kegiatan perladangan berpindah di sekitar

perbukitan Gunung Cyclops, Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang bekerjasama dengan *Ford Foundation* dibantu oleh organisasi non pemerintah, Yayasan Pengembangan Masyarakat Desa (YPMD), memperkenalkan usaha tani *agroforestry* dalam rangka Program Perhutanan Sosial. Dalam program ini diturutsertakan orang Sentani maupun pendatang baru.

Tujuan dari program ini adalah untuk meningkatkan pendapatan masyarakat setempat dan menghentikan perambahan terhadap Suaka Alam Gunung Cyclops yaitu dengan membentuk kawasan penyangga dan memantapkan batas-batas Suaka Alam Gunung Cyclops. Daerah Gunung Cyclops penting juga sebagai daerah penampungan air untuk wilayah perkotaan Jayapura. Dalam program *agroforestry* diperkenalkan tanaman budidaya, antara lain kopi dan coklat. Hasil dari program berbeda-beda. Kelompok- kelompok penduduk asli dapat menerima konsep kawasan penyangga dengan teknologi *agroforestry*-nya. Kelompok-kelompok lainnya, terutama pendatang baru dan perambah hutan belum mau menerima program tersebut antara lain karena tidak mengetahui bahwa pegunungan Cyclops adalah daerah yang dilindungi.

b. Situasi *Agroforestry*

Lebih lanjut waktu perubahan lingkungan adalah menentukan, pada banyak kasus, keterkaitan yang kritis pada sebagian fase perkembangan tanaman, sehingga di lapangan sering sulit menjelaskan pengaruh yang jelas dari cuaca. Selanjutnya interaksi yang kompleks dan lingkungan berpengaruh pada penofogi jenis pohon dan tanaman *herbaceous* pada *agroforestry* campuran tidak selalu mudah diketahui atau dihitung. Meskipun begitu seperti yang kami ketahui dari pengaruh satu komponen tanaman *agroforestry* pada lainnya yang dibangun melalui studi *interface* pohon/tanaman, penggunaan tingkat pendugaan adalah memungkinkan.

Satu poin lainnya. Banyak dari kami sangat sukses melakukan seleksi tanaman panang, tidak hanya mempunyai kemampuan adaptasi yang baik untuk tumbuh, berbunga dan berbuah pada beberapa bagian iklim, tetapi kemungkinan juga itu seperti tidak mendapat tekanan lingkungan. Contohnya dengan studi rangkaian pertumbuhan cowpea menunjukkan itu, dalam bentuk keseluruhan hasil biji beberapa kultivar cowpea sangat sensitif terhadap perubahan panjang hari atau temperatur malam hari atau keduanya. Kultivar tanaman pertanian

yang menghasilkan produksi yang tinggi telah mempunyai genotipe kecil dan interaksi lingkungan (G + E), mungkin akan baik dipilih untuk sistem *agroforestry*, sebagian ditandai perubahan mikro lingkungan temporal seperti terbentuknya tajuk bawah.

Studi penologi dapat menjadi bentuk simpel, hanya terdiri dari rangkaian pengamatan dari gejala-gejala tanaman secara meteorologi dan data tanah (status air tanah dan temperatur tanah). Dengan jelas pengukuran lebih canggih akan dapat membantu menjelaskan respon tanaman secara spesifik. Contohnya pemeriksaan air potensial tanaman, temperatur kuncup dan selanjutnya. Untuk tingkat penelitian *agroforestry* saat ini mengguan atau setiap empat hari dicatat sebagai dasar pertumbuhan vegetatif daun yang jatuh pada pembungaan, pembentukan buah dan perkembangan akar di lapisan permukaan tanah mungkin cukup baik. Terdapat sangat banyak literatur yang berkaitan dengan tipe vegetasi untuk sebagian iklim dan bagian dari panas, basah, iklim aseasonal, agak penting di butuhkan pembagian membuat antara iklim dengan lama hujan pada musim dingin dan itu diterima mono atau birainfall pada kondisi panas tahunnya; sebagai konsekuensi dari tipe musim, tipe sikulasi udara atau melalu penelitian peralihan udara selatan dari zona pertemuan (curah hujan iklim pada musim hujan dan panas). Ini disebabkan sedapat mungkin sebagai dasar fakta yang disarankan untuk jenis tanaman tahunan berkayu dan rerumputan dari dua tipe iklim mungkin terkadang memiliki perbedaan sindrom pengaturan pertumbuhan.

Jenis kayu yang diadaptasikan pada daerah curah hujan musim dingin sering membuat mekanisme pengaturan pertumbuhan vegetatif menjadi rusak secara alami melalui sejumlah besar atau kurang lebih dari musim dingin yang mengerikan. Cara kimia seperti penggunaan Nitro orto cresol atau akhir musim pengguguran daun, kadang-kadang dapat mempunyai pengaruh yang sama. Pemindahan beberapa jenis ke areal bercurah hujan musim panas, mungkin dengan nyata memberikan masalah. Beberapa jenis yang kami usulkan pada pohon serbaguna seperti *Ceratonia silicua*, *Brosimum alicastrum*, aslinya pada daerah curahan hujan musim dingin dan ini akan diambil dalam sebagai laporan ketika termasuk dalam percobaan pada iklim curah hujan musim panas. Beberapa perbandingan yang simpel dari penologi akan mudah untuk mengidentifikasikan yang mana mempunyai kesulitan-kesulitan.

Proses kebalikan dari pemindahan jenis curah hujan musim panas ke areal curah hujan musim dingin memberikan berkurangnya masalah dari mekanisme pengaturan pertumbuhan ketika mencapai temperatur optimum untuk fiksasi carbon, penyebaran dan penggunaan selama waktu tersedia suplai air.

Beberapa jenis pohon digunakan pada *agroforestry* menunjukkan kemampuan adaptasi yang luas, contohnya jenis *Acacia tortilis* atau *A. abida* dan beberapa jenis *Eucalyptus*. Ahli kehutanan mengetahui dengan baik pada uji provenans, tetapi prosedur seleksi yang tepat untuk jenis tanaman serbaguna untuk digunakan pada *agroforestry* harus dipikirkan secara hati-hati dan beberapa hasil pengujian kekuatan genetik dan fleksibilitas dari jenis berbeda membutuhkan perlakuan. Pemisahan secara genetik dan lingkungan menyebabkan respon penologi yang kritis, tetapi mengerjakan komponen pohon *agroforestry* yang potensial, tidak maju dengan baik dan hanya sebagian informasi yang tersedia.

Dalam beberapa penelitian tidak semua jenis berkayu akan menunjukkan indikasi yang jelas ketidakmampuan beradaptasi dalam bentuk tidak ada rangkaian dominasi vegetatif atau gejolak pertumbuhan, tetapi sifat penologinya mungkin masih saja memberikan fakta ketidakcocokan. Contohnya peningkatan pada frekuensi dari gejolak pertumbuhan itu hanya beberapa indikator. Mungkin awal pengguguran daun, awal atau peralihan pembungaan dan pembuahan serta salah satu kematangan buah secara prematur dan tidak rata. Semua ini membutuhkan beberapa data secara hati-hati, jika penologi jenis berkayu akan diteliti kaitannya dengan iklim pada daerah distribusi alaminya, menggunakan beberapa petunjuk dengan segera menjadi tersedia sebagai bentuk pengelolaan yang lain, menurut dugaan zona iklim yang memungkinkan.

Pengamatan untuk kemampuan menggunakan bersama sumberdaya yang potensial, sebaik potensi untuk memperkaya *microsite* dan perbaikan lingkungan, jelasnya pengelolaan awal mempertimbangkan hasil produksi yang telah diputuskan.

Pemilihan tanaman pertanian dalam prakteknya seperti dibatasi pada populasi lokal atau pasar yang ada kebutuhan, tetapi dalam pembatasan ini kecocokan penologi dapat dicari. Variabel yang penting adalah panjang dari musim pertumbuhan, waktu penanaman kaitannya dengan sumberdaya lingkungan yang memungkinkan dan fase penologi alami atau teknik pengelolaan yang potensial dari pohon dan semak.

Beberapa jenis pohon, contohnya *Acacia albida*, menghasilkan dedaunan tajuk utamanya untuk permulaan hujan dan daun akan gugur selama awal dari musim hujan. Tanaman seperti padi-padian dan kacang tanah dapat tumbuh sekitar atau terkadang di bawah pohon-pohon, dimana akan memberikan keuntungan dan memperkaya lapisan *top soil*, tetapi penggunaan bersama sumberdaya lingkungan sebaliknya dipisahkan waktunya. Ini pemisahan temporal yang hampir lengkap pada periode pertumbuhan adalah ideal, tetapi ada kemungkinan hanya kesempatan dibatasi untuk memodifikasi penologi alami jenis berkayu untuk dapat dikembangkan dalam pelaksanaan berdasarkan simulasi.

Hasil optimum bagian vegetatif akan diperoleh jika pembuangan dan pembuahan dihidarkan. Contohnya hasil yang digunakan dari *Leucaena leucocephala* (pakan ternak dan kayu bakar) mungkin ditingkatkan menjadi 20 hingga 30 persen jika tidak terjadi pembuahan. Bagaimana pun untuk memaksimalkan hasil total, termasuk buah dan benih ini kebutuhan untuk mengoptimalisasikan pertumbuhan vegetatif dan sinkronisasi waktu pada jumlah yang cukup relevan hilang dibuat dalam kaitannya, dengan pengembangan sumberdaya yang tepat. Ini hanya dapat berjalan dalam batas kontrol genetik dan melalui jumlah yang terbatas praktek pengolahan. Kebutuhan *pertama,* adalah pemahaman penologi alami dari berbagai komponen tanaman dalam sistem, *kedua* adalah analisis statistik untuk melanjutkan antara keragaman musim iklim, *ketiga* mengerti tingkat beberapa praktik pengelolaan dapat mempengaruhi sebagian fase penologi pada jenis dan *keempat,* adalah pengetahuan dari interaksi jenis. Pada tahap ini dicoba untuk mengoptimalkan sumberdaya pada jenis suatu individu pada *agroforestry* campuran, oleh kegagalan pembungaan dan pembuahan atau pemotongan bagian vegetatif pada waktu yang tepat, kemungkinan semua dapat dilaksanakan.

Gambaran utama pengelolaan pada *agroforestry* harus berisi keseimbangan yang tepat antara hasil produksi tanaman berkayu dan komponen *herbaceous*. Membuat dan mengatur populasi tanaman berkayu, telah dipilih dengan pengelolaan ke depan dari pohon dan semak yang telah dipikirkan. Kapasitas pemilihan jenis tanaman berkayu yang toleransi terhadap pemangkasan pemotongan, *pollarding* dan *browsing* atau beberapa bentuk lain dari pengelolaan *agroforestry*.

Pembuahan terdapat pada pucuk lateral daun yang timbul dari pucuk apikal. Pada wilayah curah hujan musim panas, pembuahan

dapat dihasilkan pada pucuk yang timbul dari kuncup lateral dari rangkaian axial, jika dominansi apikal dihilangkan melalui jepitan kuncup bagian luar ujung. Beberapa prosedur pengelolaan yang kompleks tidak seperti penanganan tanaman serbaguna pada sistem *agroforestry* dengan input rendah.

Perubahan yang terjadi pada tanaman berkayu lebih dari jangka panjang juga telah dipertimbangkan. Ini perubahan dari muda hingga dewasa dan akhirnya berbagai tahap menjadi tua. Walaupun permulaan pembungaan pada tanaman *herbaceous* dikaitkan dengan laju pertumbuhan awal (jumlah daun), kelanjutan dari fase *juvenil* tanaman tahunan berkayu dapat dipraktikkan, yang terlalu lambat dengan beberapa praktik seperti pemangkasan atau suplai nitrogen yang berlebihan. Beberapa tingkat tekanan lingkungan sampai saat itu nampak seperti meningkatkan pembungaan awal. Proses penuaan tanaman pada umumnya dan itu ekspresi secara morfologi dari pohon sekarang dimengerti dengan baik. Pada sistem *agroforestry* fase *juvenil* dari komponen berkayu yang mana sangat nampak didominasi melalui asosiasi dengan tanaman pertanian dan selama periode ini, pemeliharaan khusus dibutuhkan untuk mempertahankan kesesuaian secara fenologi, sebaik pengaturan ruang. Penerapan "*Taungya*" merupakan fakta pengaturan geometri dari sistem dengan waktu. Contohnya dengan serangkaian jumlah penjarangan pohon atau peningkatan penghilangan batang dan cabang dari jenis berkayu bermula pada tegakan yang ditanam rapat.

c. Fenologi Bawah Tanah

Sistem perakaran dan pertumbuhan akar dan aktivitasnya dalam kaitannya dengan *agroforestry* telah dibicarakan. Beberapa perhatian dibutuhkan untuk diberikan, bagaimana pun pada waktu terdapat aktivitas yang berbeda.

Konsekuensi dari hubungan allometrik antara akar dan tunas dapat menjadi selang-seling dari pertumbuhan akar dan tunas walaupun dalam prakteknya, mengukur pada walau bersamaan diharapkan. Bagaimana pun mekanisme fase permulaan dari perpanjangan akar pada tanaman tahunan daun atau terdapat serangkaian pengguguran daun, mungkin tergantung pada jenis yang, diperhatikan. Tentunya fakta lapangan yang ada adalah meyakinkan. Itu merupakan materi yang dipertimbangkan pada praktik yang relevan dalam *agroforestry* tanaman

campuran sebab dalam urutan yang dipahami dan optimasi, beberapa praktek pengelolaan seperti pengolahan, penerapan pemupukan dan pemangkasan serta pemotongan dan browsing suatu pengetahuan dari aktivitas dasar akar dan komponen tanaman adalah sangat esensial.

Gambaran lainnya dari fenologi bawah tanah akan dijelaskan. Banyak tanaman serbaguna sangat memberi harapan adalah legum dan nodulasi yang efektif pada fiksasi nitrogen adalah sangat penting jika berjalan penuh dalam produksi dan keberlanjutan sistem *agroforestry*. Berbagai faktor yang mana dapat membantu mengoptimalisasikan fiksasi nitrogen pada tanaman legum adalah baik, tetapi banyak yang kurang diketahui secara rinci tentang jenis berkayu dari famili. Sebagian dari pengembangan waktu dan lama nodulasi dan fase fiksasi pada tanaman. Tanggapan lain telah dipertimbangkan juga, kemungkinan kehidupan bebas asosiasi pemiksasi nitrogen dengan *rhizophere*, mungkin beberapa pertimbangan akan signifikan.

Pada wilayah arid yang dipengaruhi musim dimana jenis pohon atau semak menampakkan secara nyata fase penologi pertumbuhan, aktivitas asosiasi mikro organisme juga seperti fenomena periodik, mungkin keberadaannya dalam skala waktu yang relatif pendek. Seperti dengan aktivitas dasar dari perakaran, setidak-tidaknya kerangka yang luas yang tidak hanya mengapa tetapi kapan, akan dibuat asosiasi tanaman yang sangat cocok pada sistem *agroforestry*.

4 PENOLOGI TANAMAN BERKAYU

Penologi adalah studi diskripsi karakteristik tingkah laku atau sifat organisme kaitannya dengan lingkungan. Penometri menggambarkan ukuran kuantitatif dari siklus hidup atau fase penologi yang khusus. Nilainya tergantung dari analisis ekosistem, terutama dalam mencapai penyediaan respon tanaman terhadap iklim. Untuk banyak pengguna lahan yang modern pengetahuan penologi berkaitan juga dengan menghasilkan peluang untuk seleksi genotipe tanaman, pelaksanaan pengelolaan dapat mengoptimalkan produktivitas tanaman dan atau termasuk produksi sampingan dari lahan sesuai musim dan kebutuhannya. Ketika tanaman berbeda tumbuh bersama, penggunaan bersama secara efektif sumberdaya lingkungan, tergantung pada bentuk distribusi dan aktifitas sesuai ruang dan waktunya.

Spesies tanaman yang berbeda telah disusun dalam kisaran yang luas dari strategi sifat-sifat yang memungkinkan menempati relung ekologi yang bervariasi dalam berbagai macam iklim. Bagaimana pun juga dalam 200 tahun dari investigasi secara berkelanjutan pada iklim dan produktivitas tanaman, hanya pada saat ini diketahui pengaruh dari komponen faktor iklim pada sebagian proses tanaman didapatkan tahapan yang mendekati kemajuan. Masih banyak lagi yang perlu dipelajari, khususnya perhatian terhadap interaksi faktor iklim dan pengaruh faktor iklim. Ini juga kekurangan informasi yang spesific dari ratusan spesies yang berguna, termasuk banyak tanaman serbaguna yang mungkin bernilai dalam sistem *agroforestry*.

Tropika dan subtropika adalah tempat yang saat ini dijadikan penelitian penologi karena mempunyai kisaran yang luas dan zona iklim yang masih ada, termasuk asesonal, tropika basah, sehingga *highly seasonal*, semiarid dan bagian arid dengan salah satu musim hujan atau

panas dan beragam regim suhu. Ini memberikan acuan iklim yang kompleks dalam melakukan investigasi sifat vegetasi dan sebagian jenis. Iklim yang kompleks kemudian ditingkatkan ke depan melalui variasi yang besar dari musim ke musim yang sering terjadi, sebaiknya kisaran dari perubahan topoklimat akan terjadi dalam hitungan jarak pendek pada arahan yang bergelombang atau terpisah.

A. Taktik Penologi untuk Strategi Lingkungan

Beberapa tingkat pengaturan pertumbuhan vegetatif adalah gambaran dari banyak jenis tropika berkayu. Pertumbuhan awal memberikan tanda terjadi hujan peningkatan temperatur udara atau peningkatan pada level penerimaan radiasi matahari, penurunan temperatur udara selanjutnya mengalami peningkatan atau kebakaran. Mengkombinasikan faktor ini, pada beberapa kasus terkadang luar biasa. Permulaan masa istirahat juga merupakan pengaruh sejumlah faktor iklim. Contohnya musim kering, kelembaban atmosfir yang rendah, fotoperiodik dan termoperiodisme - temperatur yang, rendah pada malam hari.

Persyaratan *exogenous* terhadap fenomena sebagian pertumbuhan dan pengembangan, menghasilkan munculnya keberadaan irama endogenous pada jenis tanaman berkayu tahunan. Alasan yang diketahui, dari pelaksanaan percobaan pada kondisi lingkungan yang seragam terjadi valid. Model-model pertumbuhan tanaman yang akan dibuat diharapkan menghasilkan beberapa irama, didasarkan pada mekanisme umpan balik antara tunas dan akar. Akhirnya ketergantungan banyak jenis pada foto periode untuk membentuk pembungaan, tetap dalam perubahan panjang hari yang relatif kecil yang mana terdapat di wilayah tropika, sangat baik didokumentasikan.

B. Strategi Fleksibel untuk Daerah Tropika

Apa yang terjadi kerangka saat ini adalah taktik dimana tanaman menyesuaikan untuk mencapai sebagian strategi adaptasi kehidupan. Ini merupakan model pertumbuhan dan pengembangan yang memungkinkan mereka terus hidup dan menahan penggunaan bersama-sama sumberdaya dalam asosiasi dengan tanaman lain. Keberhasilan dalam banyak wilayah tropika, dengan keragaman iklim dari tahun ke tahun, strategi ini mungkin baik tergantung serangkaian

alternatif dari taktik. Atau tidak terlalu fleksibel waktu pertumbuhan dan pembungaan menjadi sangat optimal menyelesaikan tingkah laku yang aneh iklim tropika.

Pertumbuhan vegetatif yang mana diatur oleh proses fisiologi dari daun tajuk seperti dipengaruhi oleh beberapa tekanan faktor lingkungan. Efektivitas ini akan mengatur aktivitas tunas apikal melalui kontrol keseimbangan peningkatan pertumbuhan dan ketersediaan hormon tumbuh. Setelah perrnulaan masa istirahat, pertumbuhan kembali mungkin tidak tergantung lama pada keberadaan rangkaian yang berkelanjutan pada keadaan iklim yang cocok. Rangkaian ini akan cenderung periode pertengahan pertumbuhan vegetatif maksimal pada waktu ketika kondisi lingkungan yang baik tersedia. Banyak pohon atau semak tropika dan subtropika berbunga pada musim pertumbuhan kayu dan serangkaian pembentukan buah, didukung oleh fotosinesis aktif dari daun pada kanopi yang relatif segar. Kekurangan kebutuhan karbohidrat dan unsur hara tanaman dilindungi selama pemasukan buah dengan cara pembentukan daun yang muda; serangkaian yang berkelanjutan dari sub rangkaian siklus dari perkembangan vegetatif dan pembuahan.

Manipulasi tanaman berkayu pada iklim tropik sehingga mengotimalisasikan produksi melalui keberlanjutan satu atau lebih banyak kebutuhan teknik pengelolaan dan salah satunya sangat relevan untuk tujuan penggunaan pohon dan semak dalam sistem *agroforestry*.

1. Habitat *Evergreen* dan *Deciduous*

Apa yang telah dikemukakan sebelumnya membantu kami kaitannya sifat jenis berkayu yang penyebarannya luas, berdasarkan gangguan tekanan. Iklim, mungkin muncul evergreen pada satu zona ekologi tetapi *deciduous* atau *semideciduous* di zona lainnya. Penerapan yang sama kepada individu dari suatu jenis terletak pada zona ekologi yang sama, tetapi tempat tumbuh yang berbeda.

Kejadian kebetulan pada banyak bagian zona kering yang mana diadopsi dan strategi *evergreen* dan lainnya pada *deciduous* adalah biasa, dimana ditemukan mengalami perubahan secara perlahan sebagai hasil dari banyak faktor fisiologi. Contohnya di daerah mediteran, tipe iklim dimana terdapat jenis *deciduous* dan *schelephyllous evergreen* hidup bersama, tergantung pada bagiannya, itu telah disediakan

dari nilai ekonomi karbon bersih pada jenis individu dari salah satu menggugurkan dan pertumbuhan kembali dari daun kanopi, sebagai perbandingan dengan ketahanan kemampuan respirasi pada musim yang tidak mendukung. Jika kami terus melakukan pengenalan jenis tanaman berkayu *agroforestry*, akan jelas membutuhkan biaya untuk studi penologinya pada habitat alaminya, dibandingkan dengan mengetahui tanggapannya. Ini membutuhkan sedikit waktu tetapi akan baik mengembalikan biaya yang diusahakan.

C. Tanaman *Herbaceous* yang Dipengaruhi Musim

Keberlanjutan pertumbuhan dan perkembangan akan memberikan keuntungan pada periode iklim yang memungkinkan adalah sangat simpel dengan tanaman *herbaceous* yang dipengaruhi musim. Pada tempat alaminya terkadang dipisahkan awalnya oleh beberapa bentuk pengaturan pertumbuhan melalui benih. Seperti ini membuat kesulitan bagi petani dengan sejumlah mekanisme dormansi yang dimiliki pada utamanya dapat dieliminasi oleh pemulia tanaman untuk tanaman pertanian utamanya. Walaupun ahli kehutanan seringkali masih sependapat dengannya.

Untuk tujuan memaksimalkan produksi pada beberapa tingkat pemasukan dan pemilihan tempat, pemahaman kuitivar dari beberapa jenis tanaman harus diseleksi, sehingga sangat sesuai dengan ketersediaan sumberdaya lingkungan melalui musim pertumbuhan. Selanjutnya secara keseluruhan karakteristik khusus iklim harus tersedia bagi kebutuhan tanaman untuk perkecambahan pertumbuhan awal semai, cabang dan pembentukan struktur utama vegetatif, pembungaan dan pertumbuhan dan pemasakan buah. Tentunya ini juga digunakan untuk pohon dan semak, tetapi kunci perbedaan adalah fleksibilitas pengelolaan untuk tanaman *herbaceous* dengan memanipulasi waktu penanaman. Perubahan populasi tanaman juga adalah alat pengelolaan yang mempunyai kekuatan besar dimana sangat fleksibel dan mudah diterapkan pada tanaman *herbaceous*.

D. Kapas dan Ketersediaan Air

Pekerjaan klasik yang dilakukan di Namulonge Uganda, selama tahun 1950-an berkaitan pertumbuhan dan perkembangan kapas dengan penggunaan dan ketersediaan air diketahui secara baik, contohnya

kaitan antara kebutuhan utama tanaman dengan faktor utama iklim yaitu air, dengan menggunakan pendekatan stokastik.

Penanaman optimum, atau periode sebagai waktu yang mana tanaman harus ditanam sesuai dengan pengalaman kombinasi yang paling memungkinkan dari faktor yang sesuai untuk menghasilkan hasil maksimum. Pada *agroforestry*, faktor yang kompleks melibatkan banyak penelitian, juga termasuk interaksi biologis dan pengelolaan dengan satu atau lebih tanaman berkayu dan mungkin dengan jenis tanaman lainnya. Kenyataannya tidak hanya satu faktor lingkungan yang menentukan hasil dan kalaupun regim curah hujan atau evaporasi nampak sangat mempengaruhi yang lainnya dipertimbangkan secara signifikan. Contohnya dengan kapas, pengaruh hama dan penyakit dan pengaruh iklim selalu merupakan masalah sangat penting; radiasi sinar matahari dan regim temperatur sangat penting, walaupun masih kurang studi yang baik.

1. Jagung dan Unit Panas

Jagung memberi contoh yang baik dari jenis tanaman dimana hasil yang tinggi tergantung pada waktu penanaman, sejumlah lokasi studi telah menunjukkan. Tentu saja keberlanjutan umumnya terdapat dengan sangat panjang, tanaman musim tropika tumbuh pada kondisi di bawah regim curah hujan musim penghujan. Dengan jagung, setidaknya ini merupakan bagian yang dibutuhkan tanaman secara berkelanjutan, relatif tinggi, ambang batas temperatur udara dan perubahan pengaruh temperatur yang lembab, khususnya pada tahap semai.

Pertumbuhan, perkembangan dan pendewasaan dari jagung telah mempunyai korelasi yang sangat luas, untuk beberapa bagian kultivar dengan sejumlah unit panas yang diterima. Dalam gambaran hubungan yang kompleks antara faktor iklim dan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dengan beragam pengamatan yang rinci tidak tercakup, ini memperlihatkan tanda bahwa integrasi yang relatif ringkas dengan waktu dari rata-rata temperatur di atas normal untuk memberikan rata-rata untuk prediksi lamanya beragam variasi pada tahap perkembangan dan akhir dari pendewasaan. Di daerah tropika, keseimbangan panas sangat beragarn hubungannya dengan sinar radiasi yang datang, sebab hubungan ini tergantung pada cuaca periode permulaan dan pengaruh faktor radiasi bersih dan pembatas terhadap panas dan evapotranspirasi.

Pengukuran integrasi dari temperatur dengan waktu akan murah dan efisien, contohnya melalui penggunaan teknik inversi sukrose. Ini banyak dibicarakan dalam pendekatan pragmatik untuk mengukur dan memprediksi penologi dan kami membutuhkan teknik yang sederhana dan dapat diadaptasi dengan biaya yang murah.

Pada *agroforestry*, pengaruh pohon dan semak dalam lingkungan dengan asosiasi jenis tanaman pertanian dapat sangat relevan. Perubahan temperatur tanah pada beberapa situasi telah diperhatikan secara hati-hati. Contohnya walaupun temperatur tanah rendah dapat merusak pertumbuhan awal jagung. Dengan soya dan legum lainnya, temperatur tanah akan berubah pada perkecambahan dapat dihindari. Situasi pada beberapa sistem *agroforestry* akan menjadi kompleks dan itu membutuhkan studi terinci kaitannya dengan waktu dari musim dan tahap pertumbuhan yang mengiringi tanaman, penggunaan keseluruhan informasi bahwa dapat dikumpulkan sedikit demi sedikit dan literatur.

E. Cowpea dan Integrasi Respon lklim

Studi yang efektif dari hasil dan kontrol lingkungan memberikan kontribusi pada pengetahuan kami tentang respon penologi terhadap faktor iklim untuk jenis ini. lni memberikan contoh yang baik dari nilai kombinasi pendekatan penelitian. Potensi hasil dari cowpea, seperti dengan legum lainnya, adalah pengaruh yang sangat kritis oleh perkembangan struktur vegetatif tanaman dan pennulaan, pertumbuhan dan pendewasaan dan pemahaman dan untuk lama yang optimum, dari elemen-elemen reproduksi. Proses ini sangat dipengaruhi oleh panjang hari, suhu harian, temperatur malam hari.

Panjang hari dibawah kondisi kritis akan memendekkan fase vegetatif, pengaruhnya merugikan jumlah potensi pembuahan yang akan dibentuk; temperatur harian dan hangat akan meningkatkan pertumbuhan vegetatif pada periode setelah permulaan pembungaan, tetapi juga memendekkan periode pemasakan biji; temperatur malam yang hangat dapat mengurangi periode permulaan pembungaan. Pekerjaan kemudian telah memharitu menjelaskan pengaruh secara rinci iklim terhadap perkembangan pembungaan dan pembuahan. Hari yang hangat dapat mengurangi node pada bentuk pedinculus, peningkatan sejumlah kematian pedinculus atau pertumbuhan yang jelek, seperti sejumlah bunga dan kuncup dengan abscise. Malam

yang dingin dan diikuti hari yang hangat meningkatkan kegagalan pembentukan bunga, tetapi hari yang dingin yang diikuti dengan malam yang dingin mempertinggi ketahanan bunga.

Memisahkan kebutuhan iklim untuk semua fase yang kompleks dan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serumit biji legum yang mana supplay nitrogen bertambah, tergantung pada asosiasi simbiotik dan interaksi dengan rhizobium. Tetapi hasil kombinasi pendekatan laboratorium, kontrol lingkungan dan kerja lapangan sekarang telah dapat dibuat, bentuk dari program dan respons untuk sekelompok tanaman yang menjadi titik yang memungkinkan cocok untuk jenis kultivar sejauh diinvestigasi kondisi lingkungan yang spesifik dan sistem produksi. atau dikonversi, untuk mencapai dasar pada satu tempat atau dalam beberapa satuan musim. Tipe ini pengetahuan terinci yang akan menjelaskan, mungkin tidak untuk keseluruhan tetapi beberapa jenis yang diinginkan, tetapi bilamana informasi dapat diperoleh, akan membantu membuat desain sistem *agroforestry* yang jauh lebih tepat, pengelolaannya lebih rasional dan pendapatan lebih diprediksi.

Informasi tentang efek dari populasi tanaman pada penampakan dari pohon dan herba yang berbeda telah banyak disebarluaskan dalam literatur *agroforestry*, hortikultura dan pertanian. Contohnya Willey and Heath (1969) dan Harper (1977) yang menjelaskan tentang prinsip tersebut, akan tetapi mereka tidak mengikutsertakan data mengenai variasi jarak dari tanaman yang tumbuhn bersama dalam sistem *agroforestry*. Sebuah usaha yang telah dibuat berupa ringkasan beberapa data untuk (a) pohon hutan (b) pohon buah dan palem (c) penyimpanan akar tanaman (d) biji legum dan (e) sereal. Untuk masing-masing tanaman, efek dari masing-masing populasi tanaman digambarkan pada gambar atau teks dalam (i) produksi biomasa (atau areal indeks luas daun) per unit areal (ii) hasil perhektar dari tanaman dan (iii) komponen hasil.

Hasil perhektar pohon rata-rata sepanjang tahun penanaman, menunjukkan riap rata-rata tahunan (MAI) sebagaimana riap rata-rata berjalan (CAI). Pertambahan setelah penanaman seperti kenaikan indeks area luas daun, tetapi menurun menurut umur pohon. MAI terbesar terdapat pada umur yang sama dengan CAI terbesar, yaitu pada saat kompetisi yang menyebabkan kematian serirgkali terjadi. Populasi tanaman (kerapatan tegakan) dan umur memberikan MAI

maksimum, tergantung pada sumber daya lingkungan, spesies dan produk. Jika produknya adalah biomasa kayu dari cabang atau batang tanpa memperhatikan diameter perindividu, maka MAI maksimal (mencapai puncaknya) pada umur muda dengan meningkatkan jumlah populasi tanaman, tetapi MAI terbaik dicapai pada kerapatan dan umur tertentu. Ini dikarenakan jarak yang sangat lebar pada umur fisiologi pohon, sehingga menyebabkan kehilangan produksi berat kering total perhektar sebelum mencapai MAI maksimum, mengingat pada jarak yang sangat rapat MAT terjadi sebelum tegakan berkembang menjadi mencapai tinggi maksimum, permukaan cambial dan kanopi yang dalam dan pertumbuhan tegakan menjadi stagnasi (mandek). Selanjutnya pada penanaman kayu untuk pulp, hubungan *asymtotic* (berupa garis lurus yang tidak memotong pada jarak dekat) antara hasil dan kerapatan tidak ditentukan oleh lebar jarak dari kerapatan (Channell, 1979).

Jika yang diproduksi oleh *holes above* (batang bagian atas) dengan diameter tertentu, ini adalah kayu perdagangan atau kayu bakar dengan perbandingan yang pasti antara volume minimum dengan Was permukaan kemudian tegakan pada jarak lebar menjadi produktif secara cepat sebab mereka memproduksi individu pohon yang besar secara cepat. Tegakan pada jarak rapat mula-mula akan memiliki diameter batang kecil, tetapi setelah diadakan penjarangan atau terjadi penjarangan secara alami, tegakan yang rapat akhirnya akan mencapai nilai MAI maksimal (termasuk batang berdiameter besar), menyerupai tegakan yang mulanya ditanam dengan jarak yang lebar. Forester umumnya menggunakan pertimbangan ini awalnya menanam dengan jarak dekat dan penjarangan komersil sebab kerapatan yang sangat rapat akan menekan cabang (dan gulma) dan mendorong terjadinya penjarangan alam, yang mana dalam peningkatan kembali proporsi bahan kering atas bawah menjadi batang yang silindris (*boles*), menurunkan jumlah dan ukuran mata kayu (*knot*) dan menurunkan tingkat keruncingan batang. Penyebab efek ini, karena pohon bertajuk kecil pada kerapatan tertentu (pada jarak yang diinginkan) adalah penghasil yang efisien untuk pohon kayu perdagangan per unit kanopi (*foliage*) dan basal area (Assman 1970).

Secara ringkas, tujuan forester adalah untuk mendapatkan derajat kerapatan tertentu pada level yang diinginkan, keseimbangan pendapatan karena kerapatan tertentu akan menekan gulma dan percabangan, sekali lagi ini berlawanan dengan efek yang tidak

diinginkan dalam penurunan rata-rata diameter *boles* (dan akhirnya menyebabkan kematian) dan sebuah penundaan dalam mencapai MAI maksimal. Dan pada waktu yang sama forester memperoleh penjarangan yang dapat dijual secara cepat.

F. Pohon Buah dan Palem

Populasi pohon memberikan hasil buah maksimum perhektar yang lebih rendah bila dibandingkan dengan produksi bahan kering perhektar. Apakah itu buah berdaging, biji atau buah palem. Ini disebabkan karena penurunan jumlah buah perpohon seiring dengan peningkatan hasil penaungannya. Pada populasi tanaman kritis, penurunan hasil perhektar dicontohkan oleh *leaf area* indeks i-2 terhadap naungan apel intoleren di Inggris dan *leaf area* indeks 3-4 terhadap naungan kopi toleran di Kenya. Penaungan buah mungkin juga tidak mematangkan dengan baik dan dapat menyebabkan buah menjadi kecil, tetapi itu mungkin tidak menurunkan rata-rata berat dari biji atau kulit perindividu.

Efek dari populasi tanaman dalam mendistribusikan bahan kering pada pohon buah tergantung jenisnya. Pada apel, jarak yang sangat lebar akan memproduksi buah yang sedikit karena penyerbukan silang akan terhambat. Proporsi optimum dari total bahan kering yang tersedia untuk buah-buah apel pada populasi tanaman menengah mengalami penurunan untuk mendapatkan hasil yang lebih besar. Pada penyerbukan sendiri kopi arabika untuk proporsi yang besar dari total bahan kering dibagi secara adil untuk biji-biji ketika pohon-pohon memiliki jarak yang lebar dan penerangan yang baik, sesungguhnya sangat banyak pohon-pohon muda yang dapt mereka kuasai. Karenanya untuk kopi, letak optimum pada beberapa populasi menengah, tergantung pemangkasannya.

Kelapa sawit sedikit berbeda, proporsi bahan kering ditujukan untuk peningkatan jumlah buah sehingga buah sawit yang dihasilkan lebih besar, akan menurun jika beberapa daun tidak dipangkas dan akan berkurang dengan peningkatan jumlah populasi tanaman karena jumlah produksi bahan kering per sawit akan menjadi kecil. Bagaimana pun, berat kering absolut pada bagian vegetatif perwasit (yang mengherankan) selalu lebih besar. Pada jarak taman yang lebar, memperlihatkan bahwa ukuran dari individu palm dan produktivitas bahan kering individual harus melebihi angka minimum tertentu sebelum mereka memproduksi

buah yang banyak. Akibatnya sawit membutuhkan jarak yang relatif lebar untuk pertumbuhannya dan seringkali hanya 200 tanaman per hektar, dibandingkan dengan apel lebih dari 400 tanaman per hektar dan kopi lebih dari 1000 tanaman per hektar.

G. Tanaman Herba

1. Pisang

Pisang tampaknya lebih toleran terhadap peningkatan dalam kerapatan, secara luas karena produksi gulanya. Yang tidak dilaporkan dalam '*fan trials*' di Jamaica memperlihatkan bahwa klon tetraploid menghasilkan jumiah yang relatif sama per hektar yaitu kisaran 1077 hingga 2389 pohon per hektar. Pada jarak yang rapat, produksi gula perindividu sedikit, jumlah sisir per tandan sedikit, produksi gula per tandan sedikit tetapi ukuran pisang asma dan hasil yang lebih besar per hektar secara marginal. Bagaimana pun pada jarak yang sangat rapat hasil *ratoon* akan mengalami kemunduran.

2. Tanaman Umbi-umbian

Hasil rata-rata perhektar dari tanaman umbi-umbian seringkali meningkat pada dataran tinggi, baik peningkatan pada hasil pertanaman, perbatang maupun perpopulasi (singkong, kentang), mengikuti pola yang sama terhadap peningkatan dalam total bahan kering per hektar. Walaupun terdapat contoh seperti pada beberapa singkong yang tinggi, dimana total bahan kering dan indeks hasil panen mengalami penurunan pada populasi tanaman yang tinggi, ini bukan kaidah. Peningkatan populasi singkong hanya sedikit menurunkan indeks hasil panen, dari 58 sampai 56 per cent, di Tanzania, tidak memiliki efek. Di Malaysia (indeks pemanenan 55 per) dan peningkatan ini terjadi dari 44 hingga 58 per cent, di Sierra Leone. Pada tanaman yang memiliki akar tunggang (gula bit, lobak cina, dan sebagainya) hanya terdapat sedikit penurunan perbandingan umbi/batang (top), atau tidak berubah seluruhnya. Faktor-faktor terpenting yang mempengaruhi pemanenan yang terdapat dalam akar tanaman adalah: (a) Genotipe: varietas-varietas yang memberikan proporsi yang besar dari bahan keringnya untuk membentuk umbi, meningkatkan kelebatan kanopi dan total berat kering yang agak lambat (contohnya singkong) dan (b) kelas ukuran, karena pada semua akar tanaman, peningkatan kerapatan populasi akan menurunkan ukuran akar individu (atau akar umbi

dan sebagainya). Sehingga populasi tanaman tinggi cenderung untuk memiliki akar tunggal dan akar-akar serabut untuk mempercepat panen, mengingat papulasi rendah akan menjadi lebih baik membentuk *multistemmed brancing* (percabangan yang hanyak) atau tipe *trailing* atau akar yang luas untuk memperlambat panen.

3. Kacang-kacangan

Catatan mengenai tipe hasil pertanian yang memberikan total bahan kering terbesar per hektar terjadi pada populasi-populasi di bawah ini, tetapi tidak selalu (lihat semak tipe cowpea/kacang lembu). Populasi optimum secara ekonomis juga tidak memberikan hasil yang terbesar (sebab benih-benih mahal) tetapi bukannya tidak bervariasi. Secara keseluruhan kehidupan tanaman adalah penting. Populasi optimum untuk Soya Bean, spesies yang telah dipelajari secara mendalam, variasi dari 70.000 per hektar untuk tipe percabangan yang sangat banyak di Tanzania hingga mendekati l juta perhektar dari jenis tanaman dengan tipe percabangan yang buruk di USA. Kesamaannya adalah populasi optimum untuk kacang tanah di Afrika Selatan bervariasi antara 90.000 untuk yang lemah, tipe cabang *alternate*. Lebih dari 150.000 untuk tanaman yang tegak. Tipe percabangan berantai.

Alasan utama untuk variasi ini terdapat pada respon terhadap letak, pada kenyataannya bahwa kacang-kacangan yang *indeterminate* (menjalar) dan menyebar, menghasilkan oleh produksi dari cabang dari bunga secara terus menerus dalam waktu yang panjang, sebaliknya tipe determinate tidak. Tipe-tipe tanaman *indeterminate* mengalami kehilangan perkembangbiakan dari buang jika secara mendasar mendapat naungan yang saling menguntungkan. Kerapatan tertentu tidak membutuhkan kecepatan atau kesesuaian dengan bunga (kacang lembu; kacang tanah). Sehingga jika tipe-tipe tanaman *indeterminate* ditanam dengan tingkat kerapatan yang tinggi akan menghasilkan buah yang sedikit (sebab mereka menghasilkan buah yang sedikit percabang) dan karena penaungan alami terjadi lebih cepat dalam perkembangannya, jenis tanaman ini menghasilkan sedikit buah percabangannya. Secara relatif terdapat sedikit dari jenis ini yang dapat hidup atau berkembang mengisi kelopak sebab penaungan alami yang saling menguntungkan akan meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Determinate*, tipe yang berdiri tegak mengalami kehilangan semua efek yang merugikan. Dalam kedua kasus berat biji rata-rata relatif tidak mempengaruhi.

4. Padi-padian (Sereal) dan Jagung

Sereal seperti gandum, barley dan khususnya padi memberikan hasil lebih dari 2 - 10 kali lipat pada tanaman yang rapat, sebab utamanya adalah mereka dapat memproduksi sejumlah variabel dari petani untuk mengisi ruang yang tersedia. Populasi tanaman dalam total produksi bahan kering per hektar di dataran tinggi 5% lebih besar dari tanaman penghasil biji yang lain. Untuk gandum, populasi tanaman ini memiliki hasil yang lebih rendah untuk setiap musim panen atau turunan Norin 10 yang kerdil tumbuh dengan input yang banyak bila ditanam di daerah tropis, dibandingkan bila tanam di pertanian yang buruk pada daerah iklim sedang. Hasil terbesar tampaknya terjadi ketika rata-rata pertumbuhan tanaman meningkat sesaat sebelum akumulasi bahan kering memuncak. Pada populasi tanaman yang lebih besar terjadi penurunan hasil paling tidak sama sebab penaungan menunjukkan (1) pemborosan petani pada penjarangan alam (2) hasil panen yang diperoleh lebih sedikit per petani (3) daun yang menguning (*leaf senescence*) dan (4) biji yang diproduksi per panen dan per hektar kecil. Indeks panen menurun secara gradual seperti peningkatan populasi tanaman dan pada populasi tanaman tinggi produksi total bahan kering bersih dapat mengalami penurunan.

Sorgum memberikan reaksi yang sama kecuali pada musim panjang hasil biji terbesar yang, diperoleh pada populasi jauh lebih rendah daripada bahan kering maksimum per hektar yang dihasilkan. Untuk jagung sedikit berbeda, sebab tanaman ini walaupun dengan sedikit campur tangan petani tetapi memiliki hasil yang lebih baik daripada sereal yang lain dan karena jenis tanaman ini memiliki jenis pembuangan yang "*held low down*" terhadap tanaman dan mereka sudah ternaungi. Akibatnya, pada umumnya jagung menunjukkan hasil populasi optimum yang berbeda dengan sereal lainnya. Tanaman yang saling menaungi akan memberikan jumlah dan ukuran dari hasil yang kecil dan ukuran optimum lebih rendah di negara-negara dengan intensitas matahari yang tinggi (tropis) daripada Eropa berat laut. Untuk mendapatkan hasil hibrida jagung yang tinggi diperlukan metode pemeliharaan yang tinggi guna mendapatkan indeks hasil panen yang tinggi pada populasi tanaman pangkat tinggi.

5 BENTUK AGROFORESTRY BER"AZAS"KAN EKOLOGI

A. Pendekatan Secara Ekologis

Hasil yang berkelanjutan, dalam pengertian ekologi, hanya dapat diperoleh ketika siklus dari menanam sampai memanen sempurna. Penurunan agrosistem, pohon yang ditanam, hutan atau *agroforestry* merupakan hasil dari sebuah susunan yang tidak benar atau siklus yang salah.

Sifat ekosistem: hasil berkelanjutan, beradaptasi baik dengan tanah dan iklim sekitarnya, produksi harus jelas dan mempunyai diversitas. Pilihan kedua dalam banyak sistem kehidupan adalah pengaturan yang berbeda ukuran.

1. *Eco Units* Vegetasi

Unit rejuvinasi atau *eco-unit*, didefnisikan sebagai unit vegetasi yang mana dimulai pembangunannya dalam waktu yang sama dan dalam permukaan yang sama serta terdapat banyak jenis.

Dalam ekosistem alami ini tidak mudah untuk membatasi suatu *eco-units* di sebelahnya, karena keberadaan dari gradient mereka. Sebaliknya dalam ekosistem buatan, *eco-unit* biasanya terpisah dengan baik oleh pembatasan buatan.

Sebuah *eco-unit* tersebut mulai dari kecil menjadi dan besar sementara strukturnya mengalami perkembangan; adalah penting untuk agrikultur, silvikultur dan urutan perkembangan yang berbeda, menurut aplikasi ekonominya, lamanya, ukurannya dan kompleksitasnya. Sekarang dalam urutan suksesi, *eco unit* berbeda dalam suksesi tahap 1, II, III ... dan seterusnya. Tahap *preforest* tersebut sangat *exist* dan merupakan herba (*a torh stages*) Tahap I berisi *treelets* yang tumbuh cepat, liana dan beberapa herba. Tahap II merupakan pioner akhir atau hutan

'praklimaks' yang mana kehidupannya satu kemungkinan terakhir dalam bagian temperate. Ini dapat hidup untuk beberapa abad. Tahap suksesi ketiga ini, hidupnya panjang dan sering stabil, merupakan akar dari konsep 'klimaks' tahap IV dan V tidak dijelaskan oleh ukuran tetapi oleh bentuk atau arsitektur celah. *Chablis* yang terbentuk lebar, corong merangsang lainnya untuk berkembang, dengan spesies yang berbeda bila dibandingkan dengan bentuk sempit, cerobong asap.

2. Kegunaan *Eco Units*

Untuk populasi lokal, kayu mungkin sedikit lebih penting dibandingkan serat dari liana (contohnya rotan), produk obat (akar dan kulit kayu), buah-buahan dan daging (binatang buruan). Menurut Van Der Ent jumlah produk tersebut lebih dari 10.000 dalam semua hutan tropis dunia. Penggunaan optimal dari *eco-units* yang berbeda dalam sebuah rangkaian suksesi. *Eco-units* terjadi menurut sebuah tahapan itu dan tersebar dalam ruang membentuk sebuah mosaik dan unit-unit yang berbeda dalam fase pertumbuhan yang berbeda.

Hilangnya sebuah *eco-unit* berasal dari kecelakaan atau 'gangguan' antara lain pemanenan dan pemecahan menjadi unit-unit yang lebih kecil.

B. Dasar-Dasar Rancangan *Agroforestry*

Ekosistem alami lokal dapat digunakan untuk desain dari *agroforestry* baru. Konsep analogi yang menggunakan kesamaan dalam struktur populasi dan dinamis antara sistem buatan dan alami. Analogi merupakan pemikiran bahwa siklus pengolahan dekat dengan siklus alami. Risiko dalam metode ini terletak pada jumlah yang tidak terbatas dari variabel-variabel yang mungkin dipertimbangkan dan frekuensi saling ketergantungan mereka.

Konsep kedua adalah transformsi. Dasar yang digunakan adalah analisis struktural unit kolekrtif, sebagaimana *eco-unit* yang digambarkan di awal. Transformasi mungkin dipengaruhi oleh penempatan kembali struktural dan fungsional yang sama seperti contoh keliaran mereka. Ini juga dapat bertujuan pada transformasi dari struktur sementara pemeliharaan perlengkapan yang pasti dari seluruh sistem. Risiko dari metode ini adalah kurangnya identitas ekologi absolut antara tingkah laku organisme. Oleh sebab itu keseimbangan dari struktur yang baru harus dikoreksi terus menerus sampai terjadi keseimbangan sendiri karena banyak sistem transformasi menjadi tidak stabil.

Dalam region dimana tidak ada vegetasi alami yang ditinggalkan, dasar-dasar untuk rancangan baru hanya dapat dibangun dengan sebuah model analogi. Hanya sesudah itu dapat menerima analisis transformasi dengan sebuah pandangan untuk memperbaiki struktur dan komposisi spesies. Pada tanah yang sangat terdegradasi, hanya analog yang dapat diterapkan akan memperhatikan suksesi utama, melalui transformasi yang dipercepat.

Pada region yang masih lengkap, misalnya dimana ada hutan hujan tropis, transformasi yang hati-hati merupakan langkah pertama. Beberapa transformasi telah dibuat, analisis analog menjadi sebuah alat yang berguna untuk membandingkan hasil dengan hutan alam dan dengan *agroforestry* lain dalam region yang sama dan sebanding. Analogi ini memperlihatkan suksesi sekunder.

C. *Agroforestry* untuk Iklim Humid Tropis

Terlalu sering tropik hamid diperlakukan seperti blok yang sama dengan suatu ekosistem: hutan hujan tropis! Struktur total (secara matematis) dari formasi tropis yang berbeda, memperlihatkan kurva *pantropic mean* untuk hutan hujan dari jumlah batang per 100 hektar, dalam klas diameter 10 cm dengan variasi untuk tipe hutan yang berbeda: mangrove Venezuela, hutan Mera Trinidad, hutan Marsh Malaysia dan sebagainya. Untuk rancangan hutan atau *agroforestry*, rata-rata adalah kurang berguna daripada deviasi dari rata-rata. Ini sering menandakan fenomena pada skala di bawah yang lain yang dicirikan dengan sebuah nilai rata-rata.

Sebuah peta tanah regional yang tepat akan menjadi dasar untuk landscape *agroforestry* dan analisa *toposequence* akan mendahului rancangan pertanian dan desa. Kelengkapan tanah berhubungan erat dengan *toposequence*. Sebuah tempat tumbuh dapat kurang ramah atau tidak menurut kelerengan, hidrologi bukit, hukum pengolahan lantai akar atau pelindung laterite pada puncak bukit dan ciri-ciri lainnya yang berhubungan dengan topografi. Pada skala ini *toposequence* akan menentukan posisi tempat tinggal, perencanaan lapangan dengan jadwal dan karakteristik produksi yang berbeda dan lokasi dari hutan lindung.

Bila *landscape* dibagi lagi secara rasional menurut penggunaan tempat tumbuh yang optimal, praktik budaya pada tempat tumbuh

agroforestry harus dipahami. Apapun rancangan yang mungkin, ini penting bahwa dinamisasi dan arsitekturnya dapat dipecah menjadi komponen-komponen yang dapat dimengerti secara mudah dan diaplikasikan oleh petani. Dalam konteks ini, transformasi *eco-unit* akan dipertimbangkan pertama kali.

Agroforestry bukan merupakan sistem dimana bermacam-macam tanaman dengan campuran pohon individu, tetapi mosaik dari *eco-unit* yang sangat kecil yang juga meliputi komponen hewan dan tanaman, mempunyai fungsi dengan mesaik keseluruhan dari *eco-unit* tersebut yang merupakan hutan desa atau kebun pekarangan. Hal yang menarik dari *agroforestry* kebun pekarangan terletak pada potensi pemindahan bahan dan energi terhadap produsen sekunder, secara bersamaan dengan pengembangan pembuangan rumah tangga. Daya tahan *agroforestry* tradisional di Asia Tenggara telah ditunjukkan oleh sejarah panjang mereka (Wiersum, 1979). Kelengkapan dari ekosistem tersebut menyebutkan *agroforestry* dapat didesain sebagai sistem kebiasaan buatan untuk setiap tempat spesifik yang berdekatan di tropis humid.

D. *Agroforestry* untuk Lingkungan Kering dan *Degraded* Tropis

Pertanyaan yang muncul adalah apakah *agroforestry* sunguh-sungguh merupakan sebuah formula yang optimal untuk wilayah kering atau terdegradasi ? Di dalam keduanya, kebutuhan utama adalah untuk meningkatkan keramahan lingkungan untuk tanaman dan hewan agar hasilnya meningkat untuk memenuhi kebutuhan manusia. Peningkatan melalui cara irigasi, pemupukan dan penggunaan dari perbaikan tanaman atau tanaman penggembalaan yang sebenarnya merupakan bisnis yang lambat dan mahal.

Pola suksesi kurang dikenal dengan baik untuk lingkungan tropis kering atau terdegradasi. Hukum Budowski (1965), mengatakan bahwa pioneer spesies pohon hutan hujan menempati sebuah areal geografis yang besar, meliputi wilayah kering, sebagaimana berikut: *banyak tanaman yang berperan sebagai pioneer lingkungan yang tidak ramah menunjukkan distribusi yang meliputi lingkungan yang lebih tiduk ramah*. Hukum Budowski dapat dicek dengan mudah di lapangan dan mudah dijelaskan.

Di sebagian besar wilayah semiarid dan arid, sebagaimana dipetakan oleh UNESCO (1979) banyak ekosistem alam yang terkena

pengaruh manusia yang parah: penggembalaan yang berpindah-pindah atau tempat tinggal populasi manusia dengan menggiring ternaknya.

Hutan savanna, hutan tanam, hutan terbuka merupakan beberapa dari nama yang sering digunakan untuk kebanyakan tipe vegetasi sekarang dalam area semi arid Api dan kompaksi tanah dan mekanisme lain yang mungkin seperti penambangan tanah secara gradual, memelihara mosaik vegetasi pada level rendah.

Di wilayah arid akar dapat menurun ke 45 m di bawah level permukaan tanah (misalnya: *Accacia spp*.) dan biasanya zona akar tanaman berkayu ada pada kedalaman 5 sampai 10 meter. Bila cara teknik dapat ditemukan untuk memanen biomassa kayu di bawah tanah dari *eco-unit* hutan tanpa mengganggu ekosistem tanah, nilai dari *eco-unit* semi arid tersebut dapat menjadi lebih besar. Di samping keunggulan dari *eco-unit* herba dan karakter di bawah tanah dari banyak proses dan struktur biologis, wilayah semi arid digunakan untul: *zoo forestry*.

Ada sistem *agroforestry* tradisional untuk wilayah kering, teh oasis mempunyai komponen pohon palem dan sekarang dicampur dengan *eco-unit* kecil yang berisi masing-masing satu atau dua pohon kayu bakar serta terdapat *eco-unit* herba yang berisi tanaman yang bermanfaat seperti *chillipepper* (*Capsicum annuum*).

Langkah awal desain *agroforestry* semi arid adalah diagnosis umum dari tempat tumbuh dengan alat dari peta tanah dan iklim dan menggunakan 2 metode. *Pertama*, tanah milik *toposequences* harus ditaksir. *Kedua*, sebuah diagnosis akan dibangun mengenai tingkat campur tangan manusia. Ketiadaan informasi yang mencukupi pada pohon semiard dan arsitektur ekosistem, merupakan masalah yang melekat untuk desain *agroforestry* untuk wilavah tersebut.

E. Beberapa Struktur dan Fungsi Sistem Interaksi yang Relevan Bagi *Agroforestry*

Struktur biokimia dan arsitektar geometrik hutan yang berisi campuran berbagai tanaman dapat dianalogkan dengan kode genetis yang menentukan fungsi, kinerja dan dinamika suatu sistem. Kode itu sendiri memang bersifat dinamis dan terus menerus beradaptasi secara interaktif dengan variabel faktorfaktor fisik, kimia dan biotik dari lingkungan. Telah banyak dipaparkan berbagai contoh dari adaptasi terhadap kondisi tapak pada hutan alami. Riset lanjutan dibutuhkan

untuk meneliti kinerja percampuran dan pergantian spesies tanaman, meneliti kemungkinan menstabilkan pemasokan dan siklus nutrisi; meneliti interaksi antara spesies tanaman dan iklim tapak serta fluktuasinya; meneliti sifat tanah, pengelolaan tanah dan kinerja tanaman serta meneliti interaksi antara struktur tanaman, mikroklimat, biologi tanah, dinamika tanah, dan siklus nutrisi. Diperlukan juga riset mengenai efek dari penanaman yang berkelanjutan, baik berupa pola identik atau berganti-ganti. Pembuatan model sistem dinamis yang deskriptif, fungsional dan prediktif penting untuk menghadapi kompleksitas faktor dan interaksi yang ada.

F. Gambaran Siklus Nutrisi

Siklus nutrisi pada hutan primer tropika alam mata rantainya bersifat tertutup, baik interaksinya maupun siklus zat organik dan air.

Zat organik yang diperlukan selama pertumbuhan suatu tanaman bervariasi berdasarkan variasi alami dan tapak dan fase perkembangan vegetasi. Informasi ini tidak memadai untuk dapat memperkirakan secara layak persediaan total dan rata-rata persediaan per hektar baik secara regional maupun secara global.

1. Input Nutrisi

Sumber utama yang penting sebagai masukan nutrisi di hutan tropika humida adalah proses presifitasi dan atmosfir dalam bentuk partikel dan larutan. Selain itu input nutrisi juga dapat berasal dari aktivitas mikroorganisme yang memfiksasi nitrogen. Adanya musim hujan, siklus air, keseimbangan air, konsentrasi unsur hara, aliran permukaan, aliran dalam tanah di hutan tropika alami yang berjalan dengan baik adalah bukti-bukti *releable* mengenai adanya proses input nutrisi. Musim hujan dan konsentrasi dapat merubah keadaan lokasi, *seasion* dan situasinya.

Kandungan zat organik yang terkandung pada tanah eqoator dan sesional pada hutan tropika rata-rata penurunannya sedikit, karena hutan tropika ini selalu hijau dan menggugurkan daun.

Bolin *et al.,* (1979) mengemukakan bahwa kandungan zat organik seluruh propil tanah di hutan hujan equatorial sebesar 8 kg/m^2, di hutan seasional tropika sebesar 10 kg/m^2 dan di hutan temperare sebesar 10- 15 kg/m^2. Unsur organik penting yang mengandung nutrisi dapat

ditujukan dari data San Carlos sebesar 191,150 kg/ha dan keseluruhan yang terdapat dalam kandungan tanah yang terdiri dari Ca, K, Mg dan P.

G. Interaksi Struktur, Tapak dan Lingkungan

Sudah banyak diakui adanya interaksi yang erat dan kompleks antara struktur floristik dan geometrik dari tegakan vegetasi, sifat-sifat *physiocnomis* dan biokimia tanaman, kondisi klimatik dan edaphik tapak dan komunika ekosistem. Struktur floristik, geometrik dan biokimia baik pada tingkat tanaman maupun tegakan vegetasi dapat ditafsirkan sebagai adaptasi terhadap lingkungan fisik dan kimia. Contoh perubahan gradien struktur geometrik dan florisik tegakan hutan alami dewasa di hutan tropik abadi basah di daratan rendah Kalimantan dan lembah sungai Amazon diperlihatkan. Catena situs dan tanah yang terkait dengan perubahan vegetasi diperlihatkan untuk eksosistem yang sama. Tiga catena menunjukkan beberapa ciri yang sama dan relevan bagi subyek. Tanah yang lebih mesic dan lebih mendukung di bagian kiri menghasilkan vegetasi mesohyllus yang tinggi dan kompleks, kaya spesies dengan tingkat penyimpanan phytomassa hidup yang tinggi, pergantingan phytomassa yang intensif, siklus nutrisi yang efektif dan cepat, readsorpsi nutrisi yang efisien selama fase dekomposisi, aktivitas mikrobial yang intensif, tingginya tingkat transpirasi kaitannya dengan tingkat curah hujan yang berkisar dari 1500 sampai 2000 mm per tahun.

Tanah yang lebih kering dan sangat ligotrophik, terkena hujan secara periodik tapi kadang juga sangat kering di bagian kanan menghasilkan vegetasi *selephyllus* dan *xeromorphik* yang, rendah, sederhana dan miskin spesies. Vegetasi tipikalnya adalah vegetasi dengan derajat keabadian tinggi, tingkat penyimpanan biomassa rendah, pertumbuhan dan pergantian yang lambat, dekomposisi seresah yang lambat dan rendahnya kecepatan siklus nutrisi. Kanopi yang secara aerodinamis licin, *selerophyllus* dan sangat reflektan melakukan transpirasi jauh lebih sedikit daripada jenis sebelumnya, biasanya kurang dari 1000 mm per tahun. Tingkat aktivitas mikroorganismik yang rendah merupakan karakter dan terkait dengan resim air yang tak seimbang, tidak adanya nutrisi dan prevalensi zat-zat poliphenolik antibiotik. Tingkat pergantian yang berkurang, rendahnya dekomposisi dan akumulasi materi organik tanah bisa menjadi penyebab hilangnya nutrisi yang penting. Sifat khas

dari hutan di atas tanah oligotrophik adalah tingginya kandungan poliphenol (tanin terkondensasi) pada pohon, penampakan *mycorrhiza*, akar dan lapisan humus mentah yang rapat, pertumbuhan akar pada seresah dan batang hitup yang sedang membusuk. Yang jelas, akar aerial ini menyerap (*to seavenge*) nutrisi dari daun yang busuk, aliran batang dan tetesan air.

Beserta dengan gradien turunnya kesuburan adalah turunnya tinggi tegakan, kekasaran aerodinarnis dan kekayaan spesies secara bersamaan seresah dan humus mentah terkumulasi dan terbentuk 'bejana' keras yang humik (*humic hard pan*). Tingginya tingkat zat humik (*humic substance*) di atas dan di dalam tanah meningkatkan resim air dan kondisi hidup bagi mikroorganisme. Peningkatan ketersediaan nitrogen dan fosfor oleh zat humik di berbagai tanah asam ini telah didokumentasikan dengan baik dan menjadi pengalaman praktis yang umum.

H. Beberapa Mekanisme Pencarian dan Penyimpanan Nutrisi

Di atas tanah yang lebih mesic dimana pemasokan nutrisi lebih baik, kami menemukan kombinasi daun yang lebih banyak, kecenderungan gugur yang lebih besar dari konveksi yang bebas dan dipaksakan, berkurangnya resistensi difusi atmosferik terhadap fluks panas dan uap, fluks yang lebih intensift dari panas yang terasa (*sensible heat*) dan laten, tingginya tingkat transpirasi harian dan tahunan dan cepatnya pergantian materi organik Ciri-ciri ini berpadu dan memberi andil bagi penyerapan, penetapan (*fixing*) dan penyimpanan nutrisi yang berhasil melalui tingginya tingkat aktivitas biologis dan konsekuensinya, siklus nutrisi yang cepat dan efisien.

Penghubung pada siklus itu adalah mikroorganisme, khususnya jamur. Went (1980) menyebutkan bahwa badan pembuahan (*fruiting body*) dibentuk oleh jamur yang mendekomposisi kayu di hutan Amazon jika tidak terdapat akar pohon di dekatnya. Hal ini menunjukkan bahwa penyaluran nutrisi, khususnya mineral, menuju akar melalui *mycorrhiza* bisa menghambat pembentukan badan buah oleh jamur. Bukti keberadaan pengalihan nutrisi secara langsung atau melalui *mycorrhiza* dari seresah yang membusuk menuju akar secara meyakinkan telah ditunjukkan dalam *International Rainforest Ecosystem Project* di San Carlos de Rio Negro (Herrera, 1970).

Hambatan aktivita biologis pada tapak yang sangat oligotropik dengan kekeringan periodik mengurangi efisiensi mekanisme semacam itu. Oleh sebab itu, diperlukan adaptasi lain, seperti sarana *selerophylly, pachyphylly* dan biokimia untuk mengurangi kehilangan nutrisi. Pada kondisi tidak adanya cadangan nutrisi mineral sama sekali dalam tanah, hujan menjadi sumber nutrisi utama yang dapat diserap secara efektif pada kanopi. Melambatnya pembusukan oleh senyawa antibiotik, akumulasi seresah dan humus mentah, rapatnya akar lapisan permukaan dan lamanya usia pohon dan daun dapat berlaku sebagai mekanisme perlindungan humus. Mekanisme ini akan menggantikan tingginya dan daun dapat berlaku sebagai mekanisme perlindungan humus. Mekanisme ini akan menggantikan tingginya tingkat aktivitas biologis dan cepatnya tingkat pergantian pada tapak oligot ropik yang tidak dapat dicapai.

I. Respon Tanaman dan Sifat Humus

Materi organik di atas dan di dalam tanah memainkan peran penting dalam siklus nutrisi dan air melalui efek fisik dan kimia langsungnya dan dengan mempertahankan kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman dan aktivitas mikrobial. Hal ini terjadi pada tanah tropik dengan kesuburan yang secara inheren rendah dan resim air yang tidak seimbang. Efek fisiologis langsung dan tak langsung dari zat humik terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman telah lama diketahui yang meliputi :

1. Kecilnya konsentrasi zat humik yang mendorong perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman.
2. Zat humik memasuki tanaman dan mempengaruhi proses oksidasi-reduksi.
3. Zat humik pada tanaman bisa mengubah metabolisme karbohidrat yang menyebabkan akumulasi gula yang dapat direduksi dan meningkatkan tekanan osmotik dan resistensi terhadap kelayuan
4. Zat humik pada tanaman dapat mempengaruhi penyerapan oksigen (*oxygen intake*) dan sistesis kloropil dan cenderung translokasi besi menuju daun, sehingga mencegah klorosis.

Ketersediaan nutrisi dan *alleopathy*: sebuah cantoh pada fraksi-fraksi humus tanah, nutrisi diserap, disimpan dan diakumulasi serta hal

ini umumnya bermanfaat. Namun sifat kimia materi organik bervariasi pada tiap spesies dan situs. Konsekuensinya, mungkin saja status nutrisi yang terikat secara organis akan mempengaruhi dan beberapa nutrisi menjadi tak tersedia.

Pada beberapa spesies, senyawa organik bisa berakumulasi dan memiliki efek alleopathik spesies lain. Contoh ilustratif dari hutan dan rawa peat alami di Lassa Forest Reseve, Delta Rejang, Serawak.

Bahan-bahan yang menghasilkan efek *allelophatic* (bersifat racun) yang sama nampaknya bersifat universal terhadap pertumbuhan dan tanah. Kondisi kekeringan cenderung lebih mengintensifkan terjadinya allelophatic. Hal ini harus tetap dijaga dalam pikiran apabila kita ingin melindungi humus dalam *agroforestry*. Perubahan iklim lokal dan global yang diperkirakan sebagai akibat penebangan hutan dan polusi udara relevan terhadap hal ini jika risiko kekeringan periodek meningkat interaksi antara *allelophatic* dan kekeringan mempunyai kontribusi pada kecenderungan dominansi spesies tunggal dalam hutan alami dan perkebunan allelophatic, tempat kering dengan regime air yang tidak seimbang dalam hutan tropis. Sebagai contoh adalah hutan kerangas di Kalimantan dan hutan yang sama pada spodosols di Rio Negro-Orinoco-cekungan Amazon. Akumulasi senyawa *phytotaxic* adalah rendah dalam tanah dengan aktivitas mikroba yang tinggi, akan tetapi ada contoh yang sangat terkenal khususnya dalam kehutanan, juga dalam pertanian dan hortikultura, tentang efek *phytotaxic* yang terjadi pada spesies tertentu meskipun aktivitas mikroba dalam tanah tinggi.

Jarang ada informasi tentang efek penanaman tumbuhan yang berbeda dalam tempat yang sama dengan tumbuhan hasil non-leguminous. Ojeniyi menganalisa 240 sampel tanah dari perkebunan *Gmeiina arborca* yang tumbuh murni dan ditanam dengan tiga macam tanaman pangan (jagung, ketela rambat dan ketela pohon). Penurunan C organik dan peningkatan N serta P dijumpai tetapi dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan secara statistik. Multi tujuan tiga spesies yang cocok dengan *agroforestry* menghasilkan jumlah yang berbeda dari kotoran kimia yang bermacam-macam, produksi kotoran ini mungkin juga berbeda dalam kuantitas dan kualitas dibandingkan dengan hutan alam pada tempat yang sama. Hal ini, tanpa keraguan akan menimbulkan efek yang sangat berat dalam jangka panjang terhadap bahan organik dan *regime nutrient* pada beberapa tanah yang lebih

rapuh. Untuk membuat pilihan yang cocok dalam campuran tumbuhan *agroforestry* dan menggunakan pilihan ini dalam sistem yang telah didesain lebih banyak informasi yang dibutuhkan tentang sifat dan jumlah bahan-bahan humus yang terakumulasi.

J. Memprediksi Performa Tumbuhan dan Membuat Model Sistem *Agroforestry*

Proses dinamika internal yang terjadi dalam stand dan interaksi antara stand dengan lingkungannya, kemungkinan besar karena dipengaruhi oleh struktur kanopi (daun lebar yang menutupi) khususnya ukuran dan morfologi, distribusi dan orientasi dedaun, index area daun dan kekasaran aerodinamika kanopi. Tetapi data tentang fungsi stand tidak cukup untuk membuktikan hipotesis ini. Kekomplekan dan keberagaman yang besar dari interaksi antara faktor-faktor lingkungan dan tumbuhan penghasil dan campuran tumbuhan penghasil membuat seolah-olah kita mempunyai data yang cukup untuk mengembangkan model matematika di masa mendatang tentang struktur stand fungsi interaksi lingkungan. Hal ini menimbulkan sesuatu yang penuh risiko untuk mencoba memprediksi performa, termasuk pertumbuhan dan hasil asosiasi campuran tanaman dengan umur yang panjang seperti yang dijumpai dalam *agroforestry*.

Penilaian kuantitatif potensi ketahanan dan reaksi ekosistem hutan tropis, *agroforestry* atau agrikultur terhadap erosi, pelapukan dan proses-proses lain yang merusak memerlukan statistik jangka panjang yang dapat dipercaya dari studi kasus jangka panjang yang belum ada sekarang ini. Hal yang kritis tetapi sulit untuk menghitungnya adalah kemungkinan kejadian-kejadian yang ekstrim seperti kekeringan atau banjir yang besar, badai atau musim yang sangat panas atau sangat dingin. Situasi tersebut diperumit dengan pengaruh kegiatan manusia yang tidak menentu terhadap iklim. Kemungkinan ancaman jangka panjang yang lebih jauh dan serius terhadap kesehatan dan perfoma tanaman, kesuburan tanah dan stabilitas sistem merupakan polusi terhadap lingkungan yang bersitat mendunia yang sedang terjadi khususnya polusi sulfur.

Reaksi tumbuhan *agroforestry* dan kehutanan terhadap pengaruh-pengaruh tersebut tidak hanya tergantung pada kerentanan, tetapi juga pada stuktur geometri.

6 PERTIMBANGAN BIOEKONOMI DALAM POLA TANAM AGROFORESTRY

Bioekonomi adalah salah satu cabang dari ilmu ekonomi yang berkaitan langsung dengan proses biologi, berperan penting dalam disain riset pada tanaman *agroforestry*. Pendekatan bioekonomi harus dibedakan dengan metode sosial ekonomi. Jika pendekatan sosial ekonomi tidak dipakai, maka tidak akan diketahui apakah teknologi yang dikembangkan relevan dengan sumberdaya, kendala produksi yang ada serta hasil penggunaan akhir dan petani potensial. Di lain pihak jika pertimbangan bioekonomi diabaikan, peneliti *agroforestry* tidak akan memiliki jalan untuk mengakses signifikansi ekonomi dari interaksi kombinasi tanaman yang menarik dan manipulasi-manipulasi budidaya. Jalan tengahnya, dengan menentukan faktor-faktor kelayakan teknis dan faktor-faktor sosial ekonomi yang dapat diterima. Pertimbangan bioekonomi merupakan faktor utama yang harus diperhitungkan dalam riset tanaman pada *agroforestry*.

Menurut konsep bioekonomi, manfaat *agroforestry* tidak terletak pada hasil produksi biologis per ha saja, akan tetapi kelanjutan dari itu, yaitu berapa nilai neto bagi petani. Diskusi yang memadai dari semua pertimbangan yang rumit dalam mendefinisikan ketepatan alami fungsi penghitungan nilai itu sampai pada kondisi produksi aktual, di luar skop dari pembicaraan ini. Konsep bioekonomi digunakan untuk menilai hubungan komplementer, suplementer dan kompetisi antara tanaman-tanaman *agroforestry*, terutama bila mempengaruhi penilaian produktivitas optimum dalam keadaan lapangan yang nyata. Meskipun demikian kita tidak akan progres terlalu jauh menuju tujuan dalam tulisan ini, tujuan penting adalah untuk mengembangkan praktik pengukuran bioekonomi. Penelitian di bidang ini akan memberikan jawaban terhadap pertanyaan "pohon apa ?". "Berapa banyaknya ?"dan "Bagaimana tatanan/susunannya ?".

A. Kembali Ke Lahan

Dalam *agroforestry*, produksi dan konservasi adalah dua sisi dalam sebuah koin. Konsep kelestarian penggunaan lahan merupakan dasar *agroforestry*. Konsekuensinya, pengembangan indikator-indikator yang obyektif mengenai kelestarian, sangat diperhatikan pada agenda penelitian untuk mengembangkan evaluasi yang cukup memadai dan metode disain pada sistem *agroforestry*. Metode bioekonomi akan memainkan peran yang penting dalam operasionalisasi konsep ini, tetapi hanya sedikit laporan yang ada.

Oleh petani sendiri faktor konservasi jarang diperhatikan, seperti halnya mereka mengadopsi suatu teknologi baru. Petani-petani di dunia sebagai responden mau menerima inovasi dalam teknologi konservasi hanya jika mereka memperoleh tambahan. Insentif ekonomi jangka pendek Di negara maju, petani sering mendapat subsidi pemerintah dalam praktik penggunaan lahan. Penerapan sistem *agroforestry* pada negara berkembang dan dibantu pemberian intensif akan memungkinkan pengambilan bentuk ekonomi *byproduct*. (Raintree, 1980). Dengan demikian, hal tersebut menjadi tugas bagi peneliti *agroforestry* untuk mengidentifikasi dan mengembangkan kesesuaian komponen multiproduk pada sistem tanaman campuran.

Konsekuensi yang dekat dari multiproduk alami pada suatu sistem produksi *agroforestry* adalah bagaimana produkrtivitas mereka tidak dapat diakses dengan pengukuran konvensional per herktar hasil secara terpisah dari tanaman pertanian sendiri. Hal ini benar untuk alasan-alasan yang sederhana seperti di atas, meskipun hasil dari tiap-tiap tanaman pertanian mungkin relatif tertekan daripada jika ditanam monokultur, tetapi total produksi dari lahan mungkin lebih tinggi jika tanaman pertanian ditanam sendiri pada luas lahan yang sama.

B. Kembali pada Faktor Produksi yang Paling Terbatas

Mengembangkan teknik untuk mengevaluasi produktivitas lahan pada beberapa sistem *agroforestry* merupakan hal yang penting dan berguna. Pengembalian ke lahan adalah menjadi indikasi terbaik dari produktivitas. Unit dari sukses atau gagalnya *agroforestry* adalah pengusahaan, bukan lahan yang tersedia. Seperti pada bentuk lain dari produksi pertanian, kriteria kelayakan umum evaluasi sistem *agroforestry* adalah pengembalian maksimum dari faktor-faktor produksi

yang paling terbatas. Pertumbuhan tiap hektar atau lebih rumitnya penghitungan pengembalian pada lahan seperti Rasio Ekuivalen Lahan (REL), merupakan petunjuk yang terbaik pada harga produktivitas pada kasus dimana lahan merupakan faktor yang terbatas.

Pada kenyataannya siapa pun dari sejumlah besar input produksi dibatasi. Jika sistem *agroforestry* didisain untuk kondisi produksi yang realistis, penelitian-penelitian harus disiapkan untuk mengumpulkan data lapangan yang cukup untuk mengevaluasi *range* dari pentingnya rasio output/input dan diagnosa faktor produksi merupakan tipikal terbatas dalam sistem penggunaan lahan yang tetap.

Prosedur analisa untuk rnenuju penghitungan fisik yang murni dari produktivitas, untuk membandingkan bermacam-macam rasio output/input dalam sebuah kerangka analisis yang umum serta masuk pada sebuah taksiran yang menyeluruh dari pengembalian bersih akan diketahui secara kolektif sebagai teknik penyusunan anggaran (*budgeting*).

C. Rasio Ekivalen Lahan

Konsep dari rasio ekivalen lahan (REL) telah dikembangkan untuk mengetahui aspek dari tanaman campuran *nonagroforestry* (International Rice Reseach Institute 1974, 1975 Willey, 1979) dan ini sama-sama dapat diaplikasikan pada sistem *agroforestry*. REL adalah luas lahan relatif yang ditumbuhan tanaman monokultur, diperlukan untuk menghasilkan yang sama dengan campuran. Ketika percobaan REL dilakukan diakseskan dengan area lahan relatif pada bentuk kepadatan penanaman seragam antara tanaman campuran (*intercrop*) dan *sole crop*. Hasil akhir dari bentuk REL sama dengan total dari realtif (*Relative Yield Total*/RYT) yang ditemukan oleh de Wit dan Van den Bergh (1965). Pola tanaman *intercropping* menunjukkan tambahan hasil, dapat dijelaskan karena densitas total optimum tanaman *intercropping* lebih tinggi daripada salah satu *sole crop* optimum. Pada kasus yang lain, praktik tanaman *intercropping* diasumsikan bermanfaat jika REL > l, dengan nilai REL netral REL adalah 1, dan merusak jika REL < l. Nilat REL sebesar 1.6 dilaporkan terdapat di lahan pertanian tradisional (Norman, 1973) dan lebih dari 2 pada plot percobaan menurut Andrew dan Kassam, 1976. Bahwa rasio REL terbukti berguna dalam aplikasi *agroforestry*.

D. Kapan Menambah Pohon yang Menguntungkan pada Lahan

Yang sering menjadi keraguan, bahan oleh para pendukung *agroforestry* sendiri adalah penambahan komponen pohon pada lahan pertanian hampir selalu menurunkan hasil dari tanaman pertanian, meskipun penambahan pohon dapat mengimbangi penurunan rasio REL > 1. Asumsinya bahwa tanaman pertanian yang ditanam pada sistem tanaman campuran *agroforestry* menderita pada asosiasi dengan pohon, yang didasarkan dari dugaan bahwa pohon menjadi partner yang dominan pada asosiasi sehingga akan bersaing dengan tanaman pertanian, khususnya dalam hal memperoleh cahaya dan oleh karena itu hasil akhir dari kompetisi tersebut tanaman tertekan. Karena bentuk pohon yang tinggi, apakah dalam konteks khusus sistem *agroforestry*, pohon akan selalu berkompetisi dengan tanaman pertanian yang ada di bawah tajuknya dan setelah berkompetisi mereka akan mengurangi hasil ? Sebuah pertanyaan yang membutuhkan pendekatan analisa.

Tipe-tipe demikian merupakan masalah ekonomi yang biasa ditemui dan dapat digambarkan dalam kurva kemungkinan produksi atau kurva PPC (*Production Possibility Curve*). Dengan asumsi sumberdaya tetap kurva PPC menunjukkan apa yang terjadi pada jumlah masing-masing dari dua produk ketika sumberdaya ditransfer dari satu ke yang lain. Pada kasus ini yang dimaksud dengan sumberdaya adalah lahan. Analisa ekonomi secara konvensional biasanya menyatakan faktor produksi lahan sebagai input yang rnempengaruhi produksi yang kuantitasnya unitary bersama-sama dengan faktor produksi lain, seperti tenaga kerja dan modal. Untuk tujuan analisa bioekonomi, diperlukan pemisahan pada faktor-faktor produksi dengan menganggap bahwa lahan-lahan merupakan faktor produksi yang dapat diakses dengan sejumlah variabel faktor-faktor pertumbuhan tanaman yang berasosiasi dalam set yang besar, termasuk di dalamnya adalah faktor cahaya, $C0_2$, nutrien dan air.

Hubungan umum yang mungkin terjadi diantara dua produk pada kondisi sumberdaya yang sama, yaitu: suplementer, komplementer dan kompetisi. Yang mana pada ketiga keterkaitan tersebut menghasilkan produk-produk atau komponen dalam asasiasi *agroforestry* tergantung pada kompleksitas interaksional yang telah didiskusikan pada paper ini pada volume 1. Di antara faktor-faktor yang paling penting seperti: genotype yang rumit proporsi dan tatanan pohon dalam tanaman

campuran dan faktor-faktor pertumbuhan tanaman yang terbatas dari komponen respektif dengan kondisi lahan. Kurva PPC aktual untuk kombinasi-kombinasi spesifik merupakan campuran dari ketiga hubungan umum di atas.

E. Suplementer

Produk-produk memiliki hubungan suplementer bila yang satu ditingkatkan tanpa terjadi peningkatan atau penurunan pada produk lainnya. Jadi hasilnya tidak tergantung satu sama lain dalam batas-batas suplementaritas itu sendiri. Contoh dalam *agroforestry* adalah campuran multi tajuk pada pohon kelapa (Nair, 1979). Bila cukup bukan merupakan faktor pembatas untuk tanaman bawah, bila ditanam sendirian, maka pohon-pohon kelapa yang tinggi dengan jarak yang cukup, tidak akan berpengaruh banyak terhadap hasil tanaman bawahnya. Nutrien atau air akan normal dengan lebih terbatasnya cahaya pada kondisi ruang tumbuh yang terbatas di luar humid tropik yang kontinyu dan pohon kelapa hanya melokalisir kompetisi pada faktor-faktor pertumbuhan ini.

Contoh lain dari hubungan suplementer dalam *agroforestry* adalah penanaman *sorghum* di bawah *Parkia clappertoniana* pada tanah pertanian savana di Guinea, Nigeria (Pullan, 1974). Petani mengatakan bahwa hasil *sorghum* di bawah keadaan alami *locust bean trees* tidak berbeda dengan hasil pertanian di sekitarnya. Mereka melaporkan bahwa tanaman tumbuh tinggi lebih di bawah naungan, pada lingkungan yang lebih subur di bawah pohon, tetapi tidak terdapat perubahan pada hasil buah/biji-bijian (*grain*) yang diobservasi. Jika observasi ini valid, barangkali hal ini disebabkan oleh karena laporan bahwa suplementer yang tidak menganggap satu sama lain di luar keseimbangan, meskipun intensitas cahaya di lingkungan savana sangat tinggi. lni beralasan untuk menunjukkan bahwa densitas cahaya pohon parkia bukan merupakan pembatas dan hasil tanaman *sorghum* tidak tertekan. Dan sudut ekonomi, nilai ekonomi dari *locust bean* yang dikumpulkan dan dijual oleh petani lokal justru meningkat 3 kali harga *soya beans*. Hal ini merupakan data eksak pada hubungan suplementer.

F. Komplementer

Dua produk adalah komplementer bila peningkatan produk yang satu menimbulkan peningkatan produk pada produk yang lain. Contoh yang, klasik tentang hal ini adalah tanaman campuran *Acacia arahica*

dengan *sorghum* atau kacang tanah. Karena daun-daun pohon ini biasanya gugur pada musin hujan, maka pengaruh naugannya hingga pada saat tanaman pangan tersebut ada di lapangan, dengan deimikian memberi pengaruh baik dalam peningkatan kesuburan tanah dan suplai air yang cukup.

Manfaat dari *A. albide* telah terbukti dan beberapa riset seperti ini telah tersimpan dalam catatan (Felker, 1978). Tetapi berapa representasi dari pohon-pohon khas agar potensial menghasilkan hubungan komplementer dalam asosiasi *agroforestry*? Perlu diketahui bahwa kesadaran akan adanya komplementeritas baru saja diketahui meski telah ada beberapa contoh yang memadai pada tanaman legum. Apakah untuk pohon-pohon legum yang lain seperti *Leucaena leucocephala*,*Cajanus Cajan*, *Gliricidiai sepium* dan *Tephrosia candida* mampu berperan sama halnya *A. albida*, tumbuh dengan baik pada status tanah yang kurang subur dengan adanya input yang memadai dari tenaga kerja dan pengelolaan ? Beberapa pohon legum lainnya dianjurkan untuk percobaan campuran tanaman sistem *agroforestry* (Raintree, 1980).

Komplementearitas pada tanaman *agroforestry* tidak hanya membutuhkan efek lebih lanjut dari gugurnya daun-daun seperti ada *A. albida*. Sebagai contoh dalam kasus ini, dari Rajasthan Timur, tentang kenaikan hasil dari tanaman pertanian dan rumput di bawah *Prosopis cinearia*. Perbaikan kesuburan tanah hanya dilakukan oleh tanaman legum atau tanaman pengikat nitrogen yang lain, seperti *Alnus*, seperti yang terjadi di daerah yang berpopulasi tinggi di Nigeria Timur, *Acioa barteri* dimanfaatkan sebagai `pemompa nutrien' di tengah-tengah tanaman pertanian yang berakar dangkal pada tanah yang mengalami *leaching*.

Pengamatan hubungan komplementer diantara tanaman campuran *agroforestry* dengan mudah dapat untuk menyimpulkan bahwa efek interaksi penting untuk menentukan faktor-faktor pertumbuhan yang membatasi, sehingga dapat diketahui pola tanaman mana yang bersifat komplemen pada lingkungan yang biasa. Khususnya pada pendekatan bioekonomi ditemukan signifikansi interaksi di antara kesuburan tanah dan faktor pertumbuhan lainnya. Berikut ini contoh yang menyajikan ilustrasi sifat dasar dari pendekatan bioekonomi.

Penelitian menunjukkan bahwa walaupun air merupakan faktor pembatas pada tanaman pertanian, biomassa tetap meningkat per unit

pada penggunaan air lebih sedikit dengan tingkat kesuburan yang lebih sedikit dengan tingkat kesuburan yang lebih rendah. Pada tahun kedua pada kebun percobaan efisiensi penggunaan air untuk jagung pada plot subur rata-rata 143% dan gandum 175%, lebih tinggi daripada tanah plot kontrol yang tidak subur. Akhirnya untuk mengetahui *range* kesuburan dilakukan penelitian oleh Wight dan Black (1979) yang mengestimasi input nitrogen alam pada ekosistem semiarid dan membandingkan dengan data efisiensi, penggunaan air. Analisa ini mengindikasikan bahwa produktivitas tanaman pada zona semiarid bisa 10 kali lebih terbatas nitrogennya daripada tanah yang cukup air.

Contoh kedua menghubungkan efek naungan pada sistem tanaman campuran pada tingkat kesuburan yang berbeda. Pada semua contoh komplementearitas diantara pohon dan tanaman pertanian di bawah tajuknya dipertimbangkan dengan baik, dalam hal kebutuhan akan cahaya, cuaca dan penjarangan keras. Contoh-contoh ini menjawab asumsi bahwa adanya naungan dari pohon tidak selalu merugikan tanaman pertanian. Tendensi pada tahun-tahun permulaan untuk menghilangkan naungan pada tanaman kopi, kakao dan tanaman teh memberikan kesan umum bahwa naungan tidak pernah menguntungkan. Dengan cahaya yang sedikit, hal itu akan terlihat pada interaksi mereka (Willey, 1975). Dari hasil penelitian pada efek naungan buatan pada pertumbuhan kakao di Trinidad, Murray dan Nichols (1966) melaporkan bahwa dalam pemupukan tanaman dengan jumlah NPK yang cukup pertumbuhan tertinggi diperoleh pada keadaan cahaya penuh, tetapi tanaman yang tidak dipupuk pada kondisi nutrien yang rendah menunjukkan pertumbuhan tertinggi di bawah nauangan. Fungsi dari naungan adalah untuk mengatur pertumbuhan pada tingkat yang berkelanjutan yang melekat pada kesuburan tanah (Willey, 1975).

Contoh-contoh di atas dalam arti bioekonomi penting, karena berhubungan dengan faktor-faktor pembatas dalam usaha dalam kecil di daerah tropika, yaitu kesuburan tanah yang rendah dan pasokan pupuk mineral yang terbatas (Rolling, 198).

Pada kenyataannya di lapangan input selalu tidak dalam jumlah yang cukup untuk dijangkau oleh sebagian besar petani. Pada beberapa kasus nilai ekonomi penggunaan pupuk menjadi pertanyaan. Adanya subsidi dari pemerintah telah mengurangi biaya pemupukan sampai pada tingkat yang ekonomis.

G. Kompetisi

Dua produk adalah kompetitif, bila peningkatan salah atu mengakibatkan penurunan yang lain. Produk-produk pohon-pohonan dan dari tanaman pertanian yang mempunyai keterbatasan terhadap faktor-faktor yang sama dan mengambil faktor-faktor ini dari sumberdaya yang sama dan tidak memiliki interaksi yang saling memberi, hubungan adalah kompetitif. Tetapi tidak berarti bahwa campuran ini tidak ekonomi, karena produktivitas total masih dapat lebih tinggi rasio ekivalen lahan, REL per ha dibanding dengan tanaman monokultur. Situasi kompetitif yang harus dicegah adalah bila komponen-komponen yang bersangkutan saling merugikan. Sepanjang salah salah satu komponen mendapat rnanfaat dalam campuran ini, maka ada kemungkinan ekonomis akan didapat REL yang lebih tinggi.

Sudah menjadi hal yang lazim pada pendekatan ekonomi, bahwa langkah maksimisasi keuntungan oleh produsen akan dilakukan pada region diminishing return (peningkatan hasil yang semakin berkurang, yaitu region II pada gafik fungsi produksi). Pada konteks tulisan ini ada pada region kompetisi pada kurva PPC, seperti yang akan dijelaskan pada bagian berikutnya, bahwa tingkat kompetisi yang tepat/cocok dan diinginkan tergantung dari harga relatif produk dan *rate* dimana mereka saling mengganti satu sama lain pada proses produksi. contoh dari hubungan kompetisi di antara komponen-komponen *agroforestry* sangat banyak. Bahkan hubungan komplenter dapat menjadi kompetisi jika berada pada densitas produksi yang tinggi.

H. Berapa Jumlah Optimum Pohon yang Ditanam

Dalam menentukan berapa jumlah pohon yang dapat ditanam, dapat diambil strategi sebagai berikut :

Hubungan produk suplementer perlu dimanfaatkan, sekurang kurangnya sampai hubungan tersebut menjadi kompetitif. Dalam hubungan komplementer, sepanjang sumberdaya harus ditransfer dari produk satu ke produk yang lain, sepanjang perlakuan itu menimbulkan peningkatan produksi dari keduanya. Peningkatan transfer dari sumberdaya tetap (lahan) di luar *range* komplementeritas sampai pada range kompetisi akan menurunkan produksi dari salah satu produk. Pada umumnya keuntungan maksimum diperoleh pada titik dimana tingkat transfer dari sumberdaya dari satu produk ke produk yang lain

(ΔY2/ ΔYl) sama dengan nilai produk di pasar dengan rasio harga (P1/ P2) (Bishop dan Toussaint, 1958; Flinn, 1979).

Hal ini mengikuti kenyataan bahwa produsen yang rasional akan melanjutkan transfer sumberdayanya (lahan) dari satu produk (Y1) ke produk lain (Y2), sepanjang nilai peningkatan produksi dan yang satu (ΔY2/ ΔY2) lebih besar dari biaya penurunan produksi yang lainnya (ΔY1/ ΔPl) Atau ΔY2.P2 > ΔYl.Pl. Jika nilai tambah dari yang satu lebih kecil dan biaya penurunan produksi lainnya (ΔY2.P2 < ΔY1.P1), sumberdaya akan ditransfer pada arah yang berlawanan.

Alokasi sumberdaya optimum akan dicapai ketika nilai tambahan terakhir dari sebuah produk sama dengan biayannya. Pada terminologi yang lain: jika ΔY2.P2 = ΔYI.Pl atau equivalen, ketika ΔY2/ ΔPI = PI/P2. Ini merupakan prinsip *equimerginalitas*. Jika kurva PPC digambarkan dalam terminologi keuntungan bersih, kombinasi optimum dari produk untuk maksimum pengembalian ke lahan dapt diidentifikasi oleh tangen dari kurva pada titik dimana slope sama dengan rasio harga.

Bila diterapkan di lapangan, ini berarti bahwa penambahan pohon dalam suatu kebun dapat dilanjutkan sampai nilai pohon yang ditambahkan terakhir sama dengan *opportunity cost* terhadap tanaman pertanian pada lahan yang bersangkutan, prinsip *equimarginalitas* ini dapat digunakan untuk menjamin terdapatnya kombinasi optimal.

7 TEKNOLOGI AGROFORESTRY DALAM KAWASAN HUTAN DI jAWA

Jumlah luas kawasan hutan di Jawa dan Madura kurang lebih tiga juga ha. Ini berarti kurang lebih 25% dari jumlah luas daratan pulau-pulau ini. Menurut fungsinya, kawasan hutan dibagi-bagi menjadi 420.000 ha hutan lindung. 731.000 ha hutan suaka dari 847.000 ha hutan produksi. Hutan-hutan tersebut; tersebut di pegunungan sampai rawa-rawa di Jawa dan sebagian kecil di Madura. Kawasan hutan di Jawa/Madura Dikelilingi oleh desa-desa. Jumlahnya tidak kurang dari 6.170 dengan jumlah penduduk pada tahun 1988 kurang lebih 30 juta orang dan kepadatan penduduk sebesar 775/km (*Brataniihardja*, 1993) Lebih dari 60% dari penduduk sekitar hutan hidup dari pertanian. Lahan yang dimilikinya hanyalah sepertiga sampai setengah hektar per rumah tangga. Tidak sedikit pula rumah tangga yang tidak berlahan. Pendapatan yang rendah dan luas lahan garapan yang sempit, telah menimbulkan tekanan yang cukup berat terhadap kawasan hutan yang makin meningkat. Akibatnya, sampai tahun 1900 terdapat tidak kurang dari 230.000 ha lahan hutan yang kurang produktif, karena penggunaan lahan tanpa ijin, penggembalaan liar dan lain-lain.

Untuk membantu petani sekitar hutan, terutama yang lahannya sempit atau tidak berlahan, sejak akhir abad ke 19 dilakukan tumpangsari dalam pembuatan tanaman hutan. Sistem Tumpangsari (taungnya dalam literatur hutanan dan agrisilvikultur dalam arti *agroforestry* yang semula dipandang sebagai pembuatan hutan yang terbaik dengan biaya yang rendah, berangsur-angsur dijadikan suatu wahana untuk pembangunan usaha tani dikawasan hutan, untuk pembangunan usaha tani dikawasan hutan, dengan masukan yang memadai dan dengan tujuan meningkatkan nilai tanibah dari hasilnya. Berikut ini dibicarakan perkembangan tentang tumpangsari.

A. Tumpangsari

Teknologi tumpangsari adalah cara terpenting untuk membuat tanaman-tanaman hutan di Jawa, yang tiap tahunnya meliputi 30.000 sampai 40.000 ha. Tumpangsari berarti menduduk lahan hutan atau turut memanfaatkan lahan hutan untuk sementara waktu. Selain tanaman hutan, tetumbuhan yang turut memanfaatkan lahan hutan untuk sementara waktu adalah tanaman pertanian, pada lahan tanaman hutan muda. Karena itu, tumpangsari dapat dikategorikan sebagai *Agroforestry* tipe temporal (sementara).

Tumpangsari untuk pertama kali dilakukan secara berhasil di KPH Pemalang oleh Buurman dalam tahun 1883 (Buurman, 1883). Teknologi ini dalam waktu singkat berkembang dan dilakukan secara luas pada pembuatan tanaman-tanaman jati di seluruh Jawa, terutama sesudah diperkenalkan tanaman sela *Leucaena Ieucocephala* (dulu *leucaena glauca*) oleh Jaski (1908). Hasil-hasil tanaman dengan cara tumpangsari, bila dibandingkan dengan cara-cara lain seperti banjar harian dan permudaan alam dengan trubusan; ternyata lebih baik (Becking, 1928; Coster dan Hardjowasono, 1935) meskipun diakui terjadi persaingan dalam merebut hara oleh tanaman pertaniannya. Keunggulan tumpangsari disebabkan oleh penekanan pertumbuhan alang-alang pada tanaman sela sehubungan dengan pemeliharaan secara teratur oleh pesanggem. Selain itu, tumpangsari memberi kesempatan kerja kepada petani yang tidak berlahan atau yang lahannya sangat sempit.

Dalam Instruksi Teknis Pembuatan Tanaman Jati tahun 1935 (Jawatan Kehutanan), dinyatakan bahwa tumpangsari harus didahulukan sebelum dilakukan cara lain (umpamanya karena keadaan lapangan terlalu terjadi atau bila peminat kurang). Tanaman pertanian yang dipentingkan adalah padi gogo.

Teknologi tumpangsari secara lebih rinci diuraikan dalam Instruksi-instruksi Teknis Pembuatan Tanaman Jati Perum Perhutani tahun 1974 dan tahun 1977. Pelaksanaan tumpangsari pada dasarnya terdiri dari empat kegiatan, yaitu (1) persiapan lapangan, (2) persiapan benih, (a) pelaksanaan tanaman, dan (4) pemeliharaan. Jarak tanam antara tanaman pokok biasanya 3 x 1 dan tanaman sela ditanam sebagai larikan di tengah-tengah antar lain.

Untuk tumpangsari pada jenis-jenis tanaman antara lain, seperti *Pinus, Agathis, A1tingia, Swietenia* dan lain-lain oleh Perum Perhutani

dibuat petunjuk-petunjuk pelaksanaannya seperti untuk jati. Perlu dicatat, bahwa sesudah ada serangan kutu loncat pada kemlandingan dalam tahun 1986, maka diusahakan untuk menggunakan jenis tanaman lain sebagai tanaman sela. Antara lain *Acacia cillosa*, *Calliandra calothyrsus* dan *GliriciDia sepium*.

B. Inmas Tumpangsari

Pertambahan penduduk dan sebagai salah satunya, peningkatan keperluan pangan, telah mendorong dilakukannya intensifikasi peranan, termasuk tumpangsari. Intensifikasi massal tumpangsari (Inmas Tumpangsari) mencakup penggunaan teknologi sebagai berikut:

1. Penggunaan bibit unggul tanaman pertanian
2. Perbaikan pengolahan dan konservasi tanah
3. Penggunaan pupuk
4. Penggunaan insektisida bila diperlukan
5. Pemilihan waktu yang tepat untuk penanaman dan pemberian pupuk sehubungan dengan waktunya turun hujan.

Sejak tahun 1972, pelaksanaan Inmas Tumpangsari telah memberikan hasil yang cukup memuaskan. Karena itu, arealnya makin diperluas. Dengan menggunakan benih jenis padi gogo unggul, pemupukan sebanyak 90 - 100 kg urea, dari 60 - 150 kg TSP per ha, berhasil dengan penggunaan insetisida bila diperlukan, maka hasil padi gogonya dapat meningkat dari 700 kg sampai 2.000 - 3.000 kg tiap hektarnya.

Suatu bentuk lain dari Inmas tumpangsari, dilakukan pada tanaman-tanaman rimba seperti Pinus dan Aguthis di daerah pegunungan. Seperti sekitar Lembang (Bandung) dan Batu (Malang). Sebagai tanaman tumpangsarinya, biasanya digunakan jenis-jenis sayuran daerah tinggi yang harganya mahal, dengan modal yang cukup besar, seperti tomat, kentang, kubis, buncis, bawang putih, lombok dan lain-lain. Suatu bentuk Inmas tumpangsari disebut Insus (Intensifikasi khusus) Tumpangsari, yaitu dengan pembentukan kelompok-kelompok tani hutan.

C. Tumpangsari Selama Daur dalam Program Perhutanan Sosial

Teknologi ini disebut demikian, karena dapat dilakukan selama daur tanaman pokok, umpamanya 25-30 tahun pada Pinus, 60-80 pada tanaman jati dan seterusnya dengan syarat bahwa para pesanggem

menanam dan memelihara tanaman pokok secara baik. Penilaian baik-buruknya perlakuan terhadap tanaman pokok dilakukan tiap tahun.

Teknologi tumpangsari selama daur merupakan bagian dari Program Perhutanan Sosial. Program ini dimulai pada tahun 1901 dan diselenggarakan oleh Direktorat Pengusahaan Hutan dan Perum Perhutani yang bekerjasama dengan Yayasan Ford. Tujuan program Perhutanan Sosial di Jawa, adalah :

1. Pembangunan hutan di lahan kritis kawasan hutan, berhasil.
2. Peran serta masyarakat secara aktif dalam pembangunan hutan, terselenggara.
3. Kesejahteraan masyarakat sekitar hutan, meningkat.
4. Kualitas lingkungan pendukung kebutuhan masyarakat, terbina.
5. Tekanan masalah sosial ekonomi terhadap hutan, tertanggulangi (Perum Perhutani, 1988).

Dalam pelaksanaan Program Perhutanan Sosial, ada dua kegiatan pokok :

1. Pembentukan dan pembinaan kelompok-kelompok tani hutan (KTH)
2. Pelaksanaan *Agroforestry* Selama Daur.

Pembentukan KTH dimaksudkan sebagai wadah untuk melancarkan penyaluran informasi, baik dari kehutanan serta instansi terkait, maupun dari para petani berupa usul- usul untuk melancarkan pekerjaan. Dengan lain perkataan KTH dimaksudkan untuk menyalurkan informasi secara "*top-down*" dan "*bottom-up*".

Petunjuk-petunjuk mengenai pelaksanaan tumpangsari Selama Daur dimuat dalam buku: Pedoman *Agroforestry* dalam Program Perhutanan Sosial (Perum Perhutani, 1990). Pedoman tersebut antara lain mencakup :

1. Pembuatan pola *agroforestry*
   a. Pemilihan jenis pohon dan palawija
   b. Penentuan pola *agroforestry*
2. Petunjuk pelaksanaan *agroforestry*
   a. Persiapan pembuatan tanatnan
   b. Persiapan benih dan bibit
   c. Pelaksanaan penanaman

d. Pemeliharaan
e. Perjanjian kerjasama kontrak.

3. Monitoring dan evaluasi pola *agroforestry*
   a. Pengertian-pengertian dasar
   b. Monitoring pola *agroforestry*
   c. Evaluasi pola *agroforestry.*

Perbedaan-perbedaan yang penting dengan tumpangsari biasa, selain jangka waktu kontrak, antara lain ialah dalam tumpangsari Selama Daur :

1. Jarak tanam-tanaman pokok dapat lebih besar, diantaranya :
   a. 6 x 2 m dan 6 x 3m untuk jenis-jenis rindang seperti *Gmelina*
   b. 5 x 2 m dan 5 x 3 m untuk jenis-jenis setengah rindang seperti *Jati*
   c. 4 x 2 m dan 4 x 3 m untuk jenis-jenis tidak rindang seperti *sengon*
2. Selain tanaman pokok, dapat ditanam :
   a. Tanaman pertanian semusim selama kurang dari 4 tahun; untuk tahun ke empat dan selanjutnya (diperkirakan tajuk tanaman pokok sudah menutup) disarankan tanaman-tanaman yang tahan naungan tetapi ekonomis cukup tinggi, seperti kapulaga dan empon-empon.
   b. Tanaman pengisi berupa tanaman keras, yang ditanam dilarikan tanaman pokok, bermanfaat bagi pesanggem/masyarakat dan jumlahnya sebanyak 20% dari jumlah tanaman pokok pada akhir rotasi.
   c. Tanaman sisipan berupa tanaman pertanian/perkebunan, yang ditanami di kiri-kanan tanaman sela, yang bermanfaat bagi pesanggem/masyarakat dan jumlahnya sebanyak 20% dari jumlah tanaman pokok pada akhir rotasi. Bila tanaman sisipan berupa tanaman pertanian/perkebunan, maka tanaman pengisi harus merupakan tanaman hutan dan sebaliknya.
   d. Tanaman tepi, yang ditanam di sekeliling tanaman di tepi air dan jalan pemeriksaan, berupa pohon buah-buahan, seperti durian, petai, picung dan mangga dan lain-lain.
   e. Tanaman pagar, dibuat di sekeliling tanaman, di tepi alur dan jalan pemeriksaan. Biasanya, tanaman kacang.

f. Tanaman sela di antara tanaman pokok untuk mencegah erosi dan meningkatkan kesuburan tanah, seperti lamtoro (yang tahan kutu loncat), kaliandra, gamal, flemingia, akan tetapi juga rumput-rumputan seperti setaria, hamilton dan juga nenas.

Dalam gambar-gambar 3, 4 dan 5 dibenikan beberapa contoh pola tanaman *agroforestry* sepanjang daur, masing-masing dengan tanaman pokok jati, pinus dan damar.

D. Tumpangsari Empang Parit di Hutan Payau

Tumpangsari empang parit dilakukan dalam rangka reboisasi hutan payau terutama di Pantai Utara Jawa Barat dan telah dirintis sejak tahun 1964 di KPH Indramayu, 1967 di KPH Bogor dan 1968 di KPH Purwakarta. Jenis-jenis pohon yang ditanam adalah *Avicennia* dan *Rhizophora*.

Pembuatan empang parit dilakukan oleh penduduk setempat. Masing-masing mendapat bagian 4 - 5 ha. Perbandingan luas empang parit dan tanaman mangrove adalah 20% : 80%. Masalah yang sering, dihadapi antara lain: hama dan gulma. Manfaat langsung yang didapat dari Tumpangsari Empang Parit adalah :

1. Menyerap tenaga kerja cukup besar
2. Hasil penjarangan 1500 stn/th
3. Hasil tanibak
   a. Ikan mujair (ditanam) 250 kg/ha
   b. Udang api (tidak ditanam) 140 kg/ha
   c. Udang peci (tidak ditanam) 20 kg/ha
   d. Ikan bandeng (ditanam) 300 kg/ha
   e. Nener bandeng yang menghilang, sesudah reboisasi timbul kembali (*Tim Ekosistem Mangrove*, 1984).

E. Teknologi *Agroforestry* Lainnya dalam Kawasan Hutan

Yang dimaksud dalam kategori ini ialah teknologi *agroforestry* yang masih dalam tingkat percobaan atau belum dikembang:

1. Tumpangsari Ma-Ma (Malang - Magelang)

Dalam metode ini, tanaman pangan (terutama sayur-sayuran) diusahakan pada jalur-jalur (dalam bentuk teras) selebar 5-10 m; pohon-

pohonan ditanam pada jalur lainnya (jumlah dalam tiap andil 6 jalur). Setiap lima tahun, tanaman sayuran beralih pada jalur lainnya. Sesudah 30 tahun, terdapat lima jalur tanaman hutan dengan perbedaan umur lima tahun dan salah satu jalur tanaman pangan. Metode ini baru dalam taraf percobaan.

2. Apisilvikultur

Dalam metode ini, dilakukan pemeliharaan lebah madu, baik oleh perhutani maupun oleh penduduk sekitar hutan. Pohon kayu-kayuan di hutan, terutama *Caliandra callothyrsus* dan tanaman/pohon-pohon di luar kawasan hutan, merupakan sumber makanan (madu dan pollen) bagi lebah yang dipelihara.

3. Hutan Inti Rakyat (HIR) dan Perkebunan Inti Rakyat (PIR)

Teknologi *agroforestry* ini merupakan usaha-usaha dalam pengendalian perladangan yang sedang dikembangkan di Luar Jawa. Metode-metode ini dapat dikategorikan dalam "*Improved Fallow*".

4. *Agroforestry* dalam Program HTI-TRANS

Teknologi *agroforestry* ini diselenggarakan dalam program terpadu Hutan Tanaman Industri (HTI) dan Transmigrasi (Trans), (Program HTI Trans). Program ini dilancarkan mulai 1991, dalam melaksanakan menyelenggaraan hutan tanaman industri, dengan pengikutsertaan peserta transmigrasi antar pulau maupun transmigrasi lokal, antara lain dalam rangka pengendalian perladangan berpindah.

8 TEKNOLOGI AGROFORESTRY DI LUAR KAWASAN HUTAN

Di luar kawasan hutan, cukup banyak program-program pembangunan pertanian dengan menggunakan teknologi *Agroforestry*, terutama di daerah-daerah hulu sungai, khususnya dalam program pembangunan daerah aliran sungai (DAS) dan pertanian tanah kering. di bawah ini diberikan beberapa contoh :

A. *Agroforestry* pada Program Hutan Kemasyarakatan

Dalam Program Hutan Kemasyarakatan (suatu bentuk social forestry) diterapkan teknologi adalah pada lahan milik. Program ini diselenggarakan untuk mengatasi masalah erosi dan kemunduran kesuburan tanah. Pada saat ini 1990, di Indonesia terdapat 9,4 juta ha lahan kritis, diantaranya juta ha di dalam kawasan hutan dan 5,3 ha di luar kawasan hutan, tersebar pada 40 daerah aliran sungai (Siregar, et.al 1990). Untuk mengatasi masalah ini, oleh Pemerintah Indonesia dilakukan upaya-upaya rehabilitasi lahan dengan sistem *agroforestry* atau disebut juga usaha tani terpadu. Untuk keperluan ini, di Jawa dan luar Jawa dibuat sejumlah unit-unit percontohan, yaitu :

1. Unit Percontohan Usaha Pelestarian Sumber Daya Alam (UP-UPSA)

   UPSA merupakan model usaha tani lahan kering terpadu. Setiap model meliputi luas 10 hektar di dalamnya diterapkan teknik-teknik konservasi tanah dengan membuat teras dan perlakuan intensifikasi usaha tanah kering yang memperhatikan daya dukung lahan. Demplot-demplot model ini merupakan alat penyuluhan.

2. Unit Percontohan Usaha Pertanian Menetap (UP-UPM)

   Tujuan UP-UFM adalah untuk memperkenalkan usaha tani lahan kering terpadu pada petani-petani tradisional, terutama peladang berpindah-pindah yang umumnya terdapat di luar Jawa. Luas satu

unit UP-UPM adalah 20 ha, yang dikuasai oleh 10 rumah tangga. Yang diperagakan adalah cara-cara serta teknik-teknik pertanian menetap, termasuk upaya-upaya konservasi tanah.

B. "Model *Farm Agroforestry*" di DAS Citanduy

"Model *Farm*" adalah suatu bentuk UP-UPSA, khusus untuk DAS Citanduy. Proses erosi di daerah hulu sungai Citanduy di Jawa Barat telah menciptakan daerah-daerah kritis, menurunkan produktivitas pertanian setempat, meningkatkan sedimentasi, menimbulkan banjir di daerah dataran rendah, mengacaukan sistem irigasi dan akhirnya mengancam produktivitas pertanian, juga di daerah-daerah ini. Maka telah dilancarkan, beberapa program untuk mengatasi situasi yang merugikan ini, salah satu diantaranya adalah Proven Citanduy Fase 1, dimulai tahun 1981. Tujuan proyek ini adalah untuk mengembangkan usaha tani kering dan menanggulangi erosi. Proyek ini diselenggarakan dengan membangun "Model Farm" di berbagai tempat. Kegiatan pokok di "Model *Farm*" adalah pembuatan teras bangku pada lahan dengan kemiringan kurang dari 50% atau pada lahan yang miringnya kurang dari 50%, akan tetapi ke dalam tanahnya kurang dari 30 cm.

Kedua model ini disebut juga masing-masing "*Model Farm Teras*" dan "*Model Farm Agroforestry*". Dalam kedua model itu dilanjutkan penggunaan suatu paket teknologi yang mencakup: perbaikan pola tanam, penggunaan pupuk dan pestisida bila diperlukan, penanaman rumput-rumputan dan pemeliharaan ternak yang ditunjang dengan pelayanan kredit, penyuluhan dan latihan.

Dalam "*Model Farm Agoroforestry*" dilanjutkan penggunaan paket teknologi sebagai berikut:

1. Penggunaan tanaman-tanaman yang dapat berfungsi sebagai tanaman hutan, berupa rumput-rumputan, perdu dan pohon-pohonan yang harus ditanam menurut garis kontur sebagai tanaman tunggal maupun tanaman campuran.
2. Dalam 2 - 3 tahun pertanian, ditanam tanaman musiman dicampur dengan tanaman keras.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida bila diperlukan.
4. Pemeliharaan ternak, khususnya biri-biri dan domba, sepanjang pakannya dapat dicukupi.

Jenis-jenis pohon kayu-kayuan, buah-buahan dan tanaman industri yang dianjurkan antara lain: Jeunjing (*Paraserianthes, falcataria*), cengkeh (*Syzgium aromaticum*), jeruk, kedondong (*Spondias dulcis*), sawo (*Achras zapota*), rambutan (*Nephelium lappaceum*) dan kelapa (*Cocos nuciferu*). Rumput-rumputan yang dianjurkan adalah *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbeus* dan *Setaria spp*.

C. Sistem Tiga Strata di Bali

Sistem Tiga Strata (STS) adalah suatu metode penanaman dan pemungutan rumput-rumputan, leguminosa. perdu dan pohon-pohonan dengan cara sedemikian rupa sehingga akan didapat pakan ternak sepanjang tahun (Nitis, 1989). Stratum pertanian yang terdiri dari rumput-rumputan dan leguminosa, diperuntukkan bagi persediaan pakan ternak untuk permulaan musim penghujan; stratum keduanya yang terdiri dari tanaman perdu adalah untuk persediaan pakan pada pertengahan musim penghujan, sedangkan stratum ketiga, yang terdiri dari pohon-pohonan adalah untuk persediaan pakan dalam musim kemarau.

Pemasukan jenis-jenis leguminosa ke dalam sistem, dimaksudkan untuk menyuburkan tanah. Hal ini karena pengaruh bentil-bentil nitrogen yang menguntungkan dan juga karena meningkatkan hara pakan sendiri. Jenis-jenis leguminosa memang mempunyai kadar protein yang tinggi. Satu unit STS (dalam penelitian Prof. Nitis) terdiri dari sebidang lahan seluas 0,25 ha, yang dijadikan tiga bagian :

1. Bagian inti, luasnya 0,16 ha
2. Bagian selimut, luasnya 0,09 ha
3. Batas yang merupakan lingkaran yang kelilingnya 100 ha.

Bagian inti diperuntukan bagi produksi pangan. Bagian selimut dibagi-bagi dalam petak-petak, yang masig-masing luasnya 45 m (5 m lebar dan 9 m panjang). Setiap petak masing-masing ditanami rumput bafel (Cenchrus cillarisvar, Gayudal) dan panikum (*Panicum maximumvar*, *Trichoglume*); jenis leguminosa sentrosema (*Centrosema pubescens*), graham stelo (*Stylosenthes* gayanensis cv. Verona). dengan menggunakan metode ini, dalam tiap unit terdapat daerah yang penyediaan pakan seluas 900 m^2 dengan rumput-rumputan dan leguminosa jenis unggul (stratum satu).

Pada bagian batas, ditanam pohon-pohonan yang daunnya untuk pakan ternak, yaitu. pohon buntut *(Ficus poacellie)*, santen *(Lannea coroinan Dilica)* dan waru *(Hibiscus tiliuceus)*. dengan jarak antara 5 m di antara setiap 2 pohon, yang mengelilingi unit. Di antara setiap 2 pohon ditanam 20 pohon perdu garnal *(Gliricidia sepium)* atau lamtoro (*Leucaena leucocephala)* dengan jarak antara 10 cm. dengan menggunakan cara ini, maka satu unit STS dikelilingi oleh pagar hidup yang terdiri dari 1000 pohon perdu gamal, 1000 pohon perdu lamtoro (stratum kedua); 14 pohon bunut, 14 pohon santen dan 14 pohon waru (stratum ketiga).

Untuk stocking rendah, bagi seekor sapi diperlukan dua unit STS (dua sapi/ha) untuk stocking tinggi, dapat satu sapi dalam satu unit STS (empat sapi/ha).

D. Pola *Agroforestry* Tanaman Lorong *(Alleycropping)*

1. Di NTB dan MY

Teknologi ini dikembangkan dalam program usaha tanaman lahan kering oleh beberapa organisasi pembangunan non-pemerintah (NGO). diantaranya CARE Indonesia dan Word Neighbour, di propinsi-propinsi NTB dan NTT sejak tahun 1980-an.

Teknologi ini mencakup penanaman pagar hidup pada garis-garis kontur dengan jenis-jenis leguminosa dengan jarak antara 33-5 m, tergantung pada kemiringan lahan. Sebelumnya serangan kutu loncat (*Heteropsylla cubana*) pada tahun 1986) yang ditanam sebagai larikan pagar hidup itu adalah lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*). Sesudah itu ditanam gamal (*Gliricidia sepium*) dan kaliandra (*Calliandra calothysus*). Larikan pagar hidup dimaksudkan untuk konservasi tanah dan air dan meningkatkan kandungan hara, terutama nitrogen, yang pada umumnya untuk meningkatkan produktivitas tanah, larikan pagar hidup dipangkas secara periodik.

Pada lorong-lorong di antara larikan pagar hidup, ditanam tanaman semusim atau tanaman keras, umpamanya padi gogo, jagung, lombok, kopi, coklat dan lain-lain. Karena itu, pola ini disebut *Agroforestry* tanaman lorong. Nama resmi yang digunakan CARE Indonesia sebelum serangan kutu loncat adalah "*Lamtoro Farming System*" (LFS) kemudian "*Dryland Farming System*" (DFS).

Di Sumbawa dan beberapa pulau lainnya, dalam pelaksanaan DFC ini perlu dibuat pagar hidup sekeliling bidang-bidang tanaman (perorangan atau kelompok), untuk melindungi tanaman terhadap ternak yang berkeliaran atau binatang liar. Pagar tersebut diperkuat tumpukan batu yang biasanya banyak terdapat di lokasi setempat.

2. Di DAS Jratun Seluna dan Brantas Bagian Hulu

Dalam sistem tanaman lorong di DAS Jratun Seluna dan Brantas Hulu, tanaman semusim ditanam pada lorong selebar 4 - 8 meter, di antaranya 2 baris tanaman pagar hidup dari jenis leguminosa, yang dapat tumbuh kembali dengan cepat setelah dipangkas secara periodik, beberapa keuntungan teknologi ini antara lain menurut Abdurachman (1990) :

1. Tanaman pagar hidup dapat menahan laju aliran air permukaan dan mengurangi erosi.
2. Dalam jangka panjang dapat terbentuk teras alami di bawah barisan tanaman pagar hidup. Dibanding dengan pembuatan teras bangku ataupun gulud, penerapan sistem tanaman lorong jauh murah dan lebih mudah.
3. Hijauan hasil pemangkasan tanaman pagar hidup dapat dimanfaatkan sebagai bahan mulsa pupuk hijau atau pakan ternak.
4. Kayu hasil pemangkasan tanaman lorong dapat dimanfaatkan untuk kayu bakar.
5. Akar tanaman pagar hidup dapat memompa kembali hara tanaman dari tanah bagian bawah ke atas.
6. Tanaman pagar hidup legiuminosa dapat menambat N dari udara.

9 SISTEM DAN TEKNOLOGI AGROFORESTRY DI NEGARA TETANGGA

A. Filipina

Di Filipina terdapat sistem-sistem *agroforestry* tradisional maupun teknologi *agroforestry* yang dikembangkan.

1. Sistem-sistem *Agroforestry* Tradisional

Dari sistem-sistem *agroforestry* tradisional oleh Lasco dan Lasco (1990) disebut, antara lain :

a. Sistem "payok" – "Punigo"

"Payok" berarti teras-teras sawah, "Punigo" berarti tegakan hutan. Sistem *agroforestry* ini dilaksanakan oleh suku Ifugao di Filipina Utara. Di samping sawah-sawah berteras, suku Ifugao memelihara tegakan-tegakan hutan masing-masing seluas 500 m sampai lima ha, yang dikelola untuk memelihara tata air bagi kepentingan sawah-sawahnya.

b. Sistem bera yang diperbaiki (*Improved fallow system)*

Waktu tanam lamanya 2 sampai 3 tahun. dan waktu bera sampai 17 tahun. Sistem ini di Filipina dilakukan oleh suku-suku Ikalahan dan Hanunoo.

Perbaikan dalam sistem ini dilakukan oleh suku Naalad di Pulau Cebu, yaitu dalam dua hal yaitu :

Satu : Pada permulaan waktu bera, para petani menabur biji *Leucaena leucocephala*. Upaya ini dapat mempercepat rehabilitasi tanah bekas tanaman pangan dalam waktu tidak lebih dari enam tahun.

Kedua : Pada akhir masa bera, mereka tebang pohon-pohon *Leucaena leucocephala*. Kemudian batang-batangnya digunakan untuk dijadikan anggelan (setempat disebut "babag") yang

ditempatkan pada\garis kontur. Penanaman tanaman pangan dilakukan selama enam tahun.

c. Sistem multi lapisan tajuk (*multistorey system*)

Suatu contoh : komponen hutan pada teras-teras sawah fugo terdiri dari pohon-pohon hutan, bambu, rotan dan tanaman obat-obatan. di samping itu, dibuat teras yang merupakan usaha efektif untuk mengendalikan erosi. Juga adanya masa bera merupakan teknik yang tepat untuk memulihkan kesuburan tanah.

Kebanyakan, sistem-sistem *Agroforestry* tradisional penduduk asli hanya cocok dalam keadaan rasio jumlah penduduk yang rendah terhadap luas lahan.

2. Teknotogi *Agroforestry* yang Dikembangkan Taungya

Taungya dapat didefinisikan sebagai budidaya campuran tanaman kayu-kayuan dan tanaman pangan pada tingkat dini dan tanaman murni pada tingkat-tingkat kemudian sampai akhir. Di Filipina, sistem ini dicoba oleh pemerintah di Provinsi Bukidnon dengan menggunakan *Pinus kasiya* dengan cukup berhasil. Kemudian dilakukan percobaan-percobaan dengan *Eucalyptus deglupta* dan *Pittosporum resiniferum*. Pada umumnya, taungya tidak dilaksanakan dalam skala besar-besaran. Sistem ini terutama ditunjukan untuk membuat tanaman hutan dan bukan untuk masyarakat di perbukitan yang sudah menetap.

3. Program *Agroforestry* PICOP (*Paper Industries Corporation of the Philippines*)

Kesatuan usaha dasar adalah 10 ha, merupakan pemilikan yang umum dalam usaha tani kecil di sekitar pabrik kertas PICOP. delapan hektar ditanami dengan tanaman pangan. Maksudnya untuk dapat memenuhi keperluan petani yang mendesak sambil menunggu panen kayu delapan tahun kemudian. dengan demikian hubungan antara tanaman - pertanian dan tanaman keras kayu-kayuan, pada dasarnya adalah ekonomis. Sistem ini sangat menguntungkan dalam radius tertentu sekitar pabrik. Kunci keberhasilannya adalah bantuan dan jaminan pasar kayu pulp dari PICOP.

4. Sistem-sistem Silvopastur

Sistem ini tidak penting di Filipina. Progam yang paling berhasil sampai saat ini adalah yang diselenggarakan *Nasipit Lumber Company*

(NALCO) di Mindanao. Perusahaan ini mempunyai tanaman-tanaman Aleurites *moluccana* yang cukup luas yang memasok minyak untuk pabriknya. Di bawah pohon-pohon *Aleurites* dilakukan penggembalaan sapi.

Di provinsi Benguet, yang digunakan sebagai tempat penggembalaan pada tegakan hutan alam dan hutan tanaman *Pinus kesiya*, karena rumput cukup banyak terdapat di bawah tegakan-tegakan tersebut. Di provinsi-provinsi Bantangas dan Rizal, beberapa petani juga memotong daun-daun larikan pagar (tanaman kontur) untuk makanan sapi.

Sistem SALT (Soping Agricultural Land Technology suatu bentuk *Alley Cropping)*

Sistem SALT diselenggarakan dalam suatu proyek di Mindanao Baptist *Rural Life Center dayao del Sur*. Dalam proyek ini dapat ditunjukkan bahwa cara bercocok tanam dan pengaturan letak tanaman terutama di daerah lereng, sangat berperan dalam konservasi tanah dan air, serta produksi hasil pertaniannya. Penggunaan mulsa lamtoro gung (*Leucaena Iecocephala*) dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pendapatan petani, sedangkan bahaya erosi dapat diperkecil. Menurut Watson, 1988 (dalam Ginting 1990) pendapatan para petani dapat meningkat dua kali setelah mengikuti semua aturan yang ditentukan selama empat tahun.

Pokok-pokok aturan dalam penyelenggaraan SALT adalah sebagai berikut:

1. Penanaman lamtoro dua baris pada tanah yang telah diobah secara baik, dengan antara 0,5 meter. Setelah tingginya 3 - 4 meter dipangkas satu meter di atas tanah. daun dan ranting lamtoro diletakkan di bawah tanaman tahunan atau areal lajur tanaman pangan.
2. Jarak barisan tanaman lamtoro 4 - 6 meter, tergantung pada kemiringan lahan.
3. Tanaman keras ditanam bersamaan dengan lamtoro dengan cara cemplongan, jarak 4 - 7 meter.
4. Tanaman pangan dimulai setelah batang lamtoro sebesar Jati. Pengolahan lahan untuk tanaman pangan dilakukan pada lajur/ lorong yang berselang-seling dengan lajur tanaman keras atau lajur yang tidak diolah.

Pada saat ini teknolgo SALT sudah berkembang menjadi SLAT-1, SALT-2 dan SALT-3. SALT-1 mencakup teknologi *agroforestry*, berupa tanaman pagar hidup dengan berbagai jenis tanaman lorong baik tanaman musiman maupun tanaman keras. Dalam SALT-2 ada tambahan unsur ternak hewan (biri-biri, domba), termasuk kandangnya dan tanaman pakan ternak dalam SALT-3, terdapat tanaman kayu-kayuan termasuk pembibitan untuk mencukupi keperluan bibit tanaman tersebut (Castillo, *et.al.,* 1989).

B. Thailand

Petani-petani di Thailand sejak lama telah melaksanakan sistem-sistem *agroforestry* asli, yang dapat dikatakan stabil. Akan tetapi, karena tekanan terhadap lahan akibat pertambahan penduduk, perubahan lingkungan, keadaan sosial ekonomi dan penerapan-penerapan teknologi baru, maka sistem-sistem *agroforestry* asli ini sudah berkurang. Makarabirom (1990) menyebutkan beberapa contoh sistem-sistem *agroforestry* tradisional dan teknologi *agroforestry* yang sedang dikembangkan.

1. Sistem-sistem *Agroforestry* Asli

a. Campuran tanaman multi-tajuk sekitar rumah

Sistem ini dapat disebut juga sistem pekarangan. Tanaman pohon-pohonan dan tanaman pertanian dalam sistem ini, ditanam bersamaan. dengan demikian terbentuk 3 - 5 lapisan tajuk pohon-pohonan yang tinggi dan besar, letak tajuknya pun tertinggi. Pohon-pohonan ini menghasilkan kayu bangunan dan buah-buahan, seperti durian hutan dan sato (*Purkiu speclusu*). Lapisan kedua ditempati oleh buah-buahan yang ukurannya sedang, seperti mangga, rambutan, manggis, durian, kelapa dan aren. Pada lapisan bawahannya lagi terdapat papaya, turi dan pohon-pohon buah-buahan kecil. Pada lapisan terbawah terdapat tumbuh-tumbuhan yang memerlukan kelembaban tinggi dan tahan terhadap naungan, seperti cabe, tanaman obat-obatan, tanaman rempah-rempahan dan tanaman- tanaman keperluan dapur lainnya. Di beberapa daerah, dalam lapisan terbawah ini dipelihara hewan ternak, terutama ayam. Sistem-sistem ini sudah sejak lama diselenggarakan oleh kesatuan-kesatuan masyarakat di daerah pedesaan atau di pinggir-pinggir sungai dan terusan.

b. Penanaman pohon-pohon serbaguna pada lahan pertanian

Pohon-pohon serbaguna ini dapat ditanam sekitar tanaman-tanaman pertanian sebagai pagar hidup, dengan tujuan utama menghasilkan buah-buahan. Pohon-pohon lainnya digunakan sebagai pohon naungan, penahan angin dan tanda-tanda batas. Cara penanaman ini dilakukan pada kebun-kebun baru di seluruh negara, terutama di bagian timur. Yang ditanam antara lain berbagai jenis bambu, rotan dan lain-lain.

c. Pohon-pohonan dan perdu alami yang ditinggalkan di daerah persawahan

Pohon-pohon di daerah persawahan, dimanfaatkan sebagai pemberi naungan penahan angin dan untuk kayu bakar. Pohon-pohon ini juga berfungsi dalam perputaran mineral dalam tanah. Sistem ini terutama dilakukan di pegunungan maupun di daerah rendah bagian Timur Laut. Sistem ini ternyata juga dapat mempertahankan tingkat produksi pertanian dengan baik.

2. Perladangan Berpindah-pindah

Dalam sistem ini, hutan ditebang atau dibakar, sehingga lahannya dapat digunakan untuk menanam tanaman semusim, seperti padi dan palawija. Para petani akan pindah ke tempat lain, bila pada lahan yang semula hasilnya sudah berkurang. Kegiatan ini terutama dilakukan di bagian utara dan timur laut. Pada lahan yang ditinggalkan, tumbuh pohon-pohonan baru yang akan meningkatkan lagi kesuburan tanah; sehingga dapat dibuka lahan untuk pertanian. Pada saat ini terdapat banyak lahan-lahan yang ditinggalkan, karena tidak di dapat lagi pohon-pohonan yang dapat menggantikan yang tua. Lahan-lahan ini tidak disukai oleh petani, karena itu tidak berproduksi lagi.

3. Teknologi *Agroforestry* yang Dikembangkan

a. Tanaman lorong *(Alley cropping)*

Sistem ini berkembang dari tanaman kehutanan yang dibuat oleh petani pada lahan kehutanan, karena lahan yang untuk ditanami, berkurang, maka diusahakan agar petani dapat melanjutkan usaha taninya dengan menanami ruangan antara baris pohon-pohonan. Tanaman yang ditanam berupa padi dan palawija dan pohon-pohon buah-buahan kecil, seperti buah nona (*Annona squamosa*),

papaya (*Cacrica papaya*), pisang (*Musa sapientum*) bersama-sama dengan tanaman hutan seperti jati (*Tectona grandis*), *Acacia catechu*, *Melia zeedarach*, *Pterocarpus Macrocarpus*, *Azadirachta indica* dan lain-lain. Para petani menggunakan 70% dari ruangan dalam tanaman hutan untuk tanaman *agroforestry*.

b. Tanaman hutan dengan hewan ternak

Sistem ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari tanaman hutan dan sekaligus mendapatkan hasil peternakan seperti daging, susu dan sebagainya. Pendorong untuk pengembangannya sama dengan pengembangan tanaman lorong (*Alley cropping*), yaitu kurangnya lahan penggembalaan dan untuk memberantas gula dalam tanaman. di samping itu, dalam tanaman hutan juga dipelihara hewan ternak lainnya, seperti lebah madu dan juga satwa liar, meskipun tidak banyak.

c. Budidaya tanaman campuran

Dalam sistem ini, terutama ditanam berbagai macam pohon buah-buahan dan pohon-pohon serbaguna untuk digunakan sebagai pohon naungan, sekat angin dan kayunya untuk kepentingan rumah tangga. Pohon buah-buahan ditanam, terutama untuk menghasilkan casli crop dalam berbagai jenis dan ukuran. Umpamanya pohon mangga dan jeruk, ditanam dengan kelapa pohon aren atau tanaman lapisan terbawah ditanam sayur-sayuran. di daerah-daerah dengan cukup air sering dibuat juga saluran-saluran air untuk memelihara ikan. dalam hal ini, sering ditanam pohon-pohonan cepat tumbuh sepanjang pagar sebagai sekat angin dan untuk memperkuat pematang. Sistem seperti ini banyak didapat sekitar Bangkok.

d. Pohon-pohon serbaguna dan budidaya air di hutan payau

Sejumlah petani peternak ikan, udang dan keong di hutan mangrove di muara- muara sungai besar. Pada waktu belakangan ini, jumlah jenis-jenis hewan air lebih banyak, sehingga pohon-pohonnya tersisihkan. Sekarang pohon-pohonan hutannya ditanam pada pematang-pematang untuk menahan tanah, memberi naungan dan berfungsi sebagai sekat angin. Pohon-pohon ini juga memproduksi hara ke dalam air dan meningkatkan jumlah ikan yang dapat dipanen.

C. Malaysia

Di Malaysia, baik bentuk-bentuk *agroforestry* tradisional maupun teknologi *agroforestry* dilaksanakan oleh rakyat maupun pemerintah. Yang tersebut terakhir, diselenggarakan sebagai program. Beberapa contoh dikemukakan di bawah ini (Hamsawi, 1990; Majid *et.al.,* 1990).

1. Sistem agrisilvikultur
2. Sistem silvopastur
3. Sistern agrosilvopastur
4. Usaha tani terpadu di kebun karet.

1. Tanaman Penutup (*Cover crops*)

Cover crops yang ditanam, yaitu: *Colopogonium mucunoides*, *C.caeruleum*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna cochinchinensis*. Manfaat penanaman *cover crops* adalah untuk konservasi tanah, memelihara kelembaban dan suhu tanah, peningkatan nitrogen dan bahan organisasi, serta perbaikan struktur tanah.

2. Tanaman Perdagangan (*Cash crops*)

Antara lain pisang, papaya, labu air, sayur-sayuran, kacang tanah, tebu dan jagung.

3. Rotan

Tujuan penanaman rotan adalah penambahan pendapatan petani kecil dan untuk menjamin kelestarian produksi benih rotan. Umur pohon karet terbaik untuk penanaman rotan adalah enam sampai 15 tahun, karena kondisi iklim mikro yang sesuai. Intensitas cahaya, relatif antara 50 % dan 60 % di bawah tegakan pohon karet sangat menguntungkan bagi pertumbuhan rotan. Satu-satunya jenis rotan yang ditanam di kebun karet adalah *Calamus-manan* (rotan-manau), disebabkan lakunya di pasaran dan kualitasnya yang tinggi. Jenis-jenis lainnya belum Dicoba.

4. Kopi dan Coklat

Penanaman kopi dan coklat di kebun karet belum lama dilakukan, upaya ini dulu dilakukan di kebun-kebun kelapa. Menurut hasil penelitian, kopi (*Coffea robusta*) tumbuh baik di bawah pohon karet. Untuk coklat belum ada penelitian.

5. Jenis-jenis Lain

Salak (*Salacca spp.*) tumbuh baik di bawah tegakan pohon karet tua, sedangkan nenas di bawah tegakan pohon karet muda.

6. Perladangan Berpindah dan Proyek *Agroforestry* di Serawak

Dari jumlah luas 4.6 juta ha kawasan hutan (*Permanent forest estate*) di Serawak, pada seluas 1,2 juta ha dilakukan perladangan berpindah. Untuk mengatasi perladangan berpindah, pada waktu lalu dilakukan tindakan-tindakan represif, termasuk pengusiran, pembakaran hasil pertanian, hukum denda maupun kurungan. Usaha-usaha ini tidak mampu menghentikan perambahan kawasan hutan. Karena itu, dicari cara-cara baru untuk mengatasinya, antara lain dengan memperkenalkan teknologi *agroforestry*.

Sebagai contoh adalah *Pilot Project Agroforectry* di Sabah. Luas proyek 7.833 ha. Empat puluh tujuh persen dari luas ini, di waktu lampau menjadi ajang perladangan berpindah. Tujuan utama dari proyek ini adalah :

a. Meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi perladangan berpindah dengan menyediakan lahan-lahan dan insentif untuk pengembangan pertanian menetap.
b. Menyediakan lahan untuk pertanian dan keperluan-keperluan usaha tani kepada para peladang berpindah untuk memaksimalkan produksi pertanian maupun kehutanan.

Proyek ini mencakup :

- Sistem agrisivikultur
- Sistem silvopastur.

10 AGROFORESTRY INDONESIA: BEDA PENDEKATAN BEDA SISTEM

Perubahan lingkungan dengan daerah tropika berkaitan erat dengan pembukaan hutan alam yang menimbulkan erosi, kepunahan flora dan fauna dan perluasan lahan kritis. Semakin beratnya permasalahan tersebut telah mendorong munculnya sebuah aliran ilmu baru yang berupaya mengenali dan mengembangkan keberadaan sistem *agroforestry* yang diciptakan petani daerah tropika, yaitu ilmu *agroforestry*. *Agroforestry* menggabungkan ilmu kehutanan dan agronomi, serta memadukan usaha kehutanan dengan pembangunan pedesaan untuk menciptakan keselarasan antara intensifikasi pertanian dan pelestarian hutan.

Agroforestry diharapkan berguna bagi daerah tropika, sebagai usaha mencegah perluasan tanah tandus dan kerusakan kesuburan tanah dan mendorong pelestarian sumberdaya hutan. *Agroforestry* juga diharapkan berguna bagi peningkatan mutu pertanian serta intensifikasi dan diversifikasi silvikultur.

A. Sistem *Agroforestry*: Sederhana dan Kompleks

Definisi *agroforestry* memungkinkan pembahasan dari berbagai bidang ilmu, seperti ekologi, agronomi, kehutanan, botani, geografi, maupun ekonomi. *Agroforestry* lebih tepat diartikan sebagai tema penghimpun, yang dibahas dari berbagai segi sesuai dengan minat masing-masing bidang ilmu. *Agroforestry* adalah nama bagi sistem-sistem dan teknologi penggunaan lahan dimana pepohonan berumur panjang (termasuk semak, palem, bambu, kayu dan lain-lain) dan tanaman pangan dan atau pakan ternak berumur pendek diusahakan pada petak lahan yang sama dalam suatu pengaturan ruang dan waktu. Dalam sistem-sistem *agroforestry* terjadi interaksi ekologi dan ekonomi antar unsur-unsurnya.

Sumbangan ilmu botani dan ekologi bagi pemahaman berbagai sistem *agroforestry* di daerah tropika basah perlu mendapat sorotan. dan sudut pandang asal maupun evolusi pendekatan botani, Indonesia memiliki kedudukan yang khusus. Hal ini bukanlah suatu kebetulan, tetapi harus dikaitkan dengan keanekaan dan ketuaan praktik *agroforestry* yang menjadi ciri khas seluruh kepulauan Indonesia. Pemanduan-pemanduan tanaman poon dan tanaman pangan yang berbentuk sederhana atau kadang-kadang intensif, ternyata banyak sekali jumlahnya. Keberhasilan pemaduan itu memang menarik sudut pandang astronomi dan ekonomi, tetapi rendahnya keanekaragaman hayati menjadikan mirip dengan pertanaman monokultur, sehingga tidak begitu menarik minat para ahli botani dan ekologi hutan karena kurang dapat menjadi kajian keilmuannya.

Perpaduan-perpaduan sederhana bukanlah satu-satunya praktik *agroforestry* di pedesaan di Jawa misalnya, mudah dijumpai mosaik padat terdiri dan persawahan dan tegalan produktif diselingi pulau-pulau pepohonan. Mengingat kepadatan penduduk di Jawa sekitar 1500 jiwa/km persegi, pemandangan seperti itu sungguh luar biasa.

Pulau-pulau pepohonan yang dapat ditemui di seluruh pulau Jawa memiliki struktur mirip dekat dengan hutan alam dengan keragaman spesies yang tinggi. Hal ini merangsang pendekatan pertanian terhadap *agroforestry* dari sudut pandang ilmu botani untuk penelitian pekarangan di wilayah Bandung (Karyono, 1979; Iskandar, 1980; Christanty, 1982) dan untuk penelitian kebun desa di wilayah Bogor (Michon, *et al.*,1983). Tulisan-tulisan tersebut menunjukkan bahwa pulau-pulau pepohonan itu merupakan unsur utuh dalam sistem pertanian yang penting bagi penduduk desa karena keanekaan produksinya, baik untuk dijual maupun dikonsumsi sendiri.

Banyak penelitian selanjutnya dilaksanakan di Indonesia, berdasarkan kriteria-kriteria sederhana tetapi dengan nilai operasional yang tinggi. Hal memungkinkan dilakukan pemilihan secara tegas sistem-sistem *agroforestry*, baik yang bersifat eksperimental maupun yang telah diterapkan secara luas di daerah humid tropika. Ternyata bermacam-macam pola *agroforestry* yang tidak terhitung jumlahnya di seluruh kepulauan Indonesia, dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yakni sistem *agroforestry* sederhana dan sistem *Agroforestry* kompleks. Kedua tipe ini berasal dan dua konsepsi yang berbeda dan membutuhkan pendekatan yang berbeda pula.

1. Sistem *Agroforestry* Sederhana: Pepohonan dan Tananian Pangan

Yang dimaksud dengan sistem *agroforestry* sederhana adalah perpaduan-perpaduan konvensional yang terdiri atas sejumlah kecil unsur, menggambarkan apa yang kini dikenal sebagai skema *agroforestry* klasik dari sudut penelitian dan persepsi berbagai lembaga yang menangani *agroforestry*, tampaknya sistem *agroforestry* sederhana ini menjadi perhatian utama. biasanya perhatian terhadap perpaduan tanaman itu menyempit menjadi satu unsur pohon yang memiliki peran ekonomi penting (seperti kelapa, karet, cengkeh, jati, dan lain-lain) atau yang memiliki peran ekologi (seperti dadap dan petal cina) dan sebuah unsur tanaman musiman (misalnya padi, jagung, sayur- mayur, rerumputan), atau jenis tanaman lain seperti pisang, kopi, coklat dan sebagainya yang juga memiliki nilai ekonomi.

Bentuk *agroforestry* sederhana yang paling banyak dibahas adalah tumpang sari yang merupakan sistem taungya versi Indonesia yang diwajibkan di areal hutan jati di Jawa. Sistem ini dikembangkan dalam program perhutanan sosial Perum Perhutani. Sistem-sistem *agroforestry* sederhana juga menjadi ciri umum pada pertanian komersil; kopi sejak dahulu diselingi dengan tanaman dadap, yang yang menyediakan naungan bagi kopi dan kayu bakar bagi petani.

Perpaduan kelapa dengan coklat juga semakin banyak dilakukan, sementara usaha diversifikasi karet dalam bentuk perpaduan karet dan rotan saat ini masih diujicobakan. *Agroforestry* sederhana juga bisa dijumpai pada pertanian tradisional. Seringkali perpaduan ini mencerminkan intensifikasi sistem produksi yang berkaitan dengan adanya kendalam alam, seperti perpaduan kelapa dan sawah di tanah rawa di pantai Sumatera. Perpaduan semacam ini juga banyak ditemui di daerah berpenduduk padat, seperti pohon-pohon randu yang ditanam di pematang-pematang sawah di Jawa tengah sejak berabad-abad lalu.

Demikian pula di daerah selatan garut, karena keterbatasan lahan, orang menanam jeruk dan cengkeh di gundukan-gundukan kecil di tengah sawah.

2. Sistem *Agroforestry* Kompleks Hutan dan Kebun

Sistem *agroforestry* kompleks atau singkatnya *agroforestry* adalah sistem-sistem yang terdiri dari sejumlah besar unsur pepohonan, perdu, tanaman musiman dan atau rumput. Penampakan fisik dan

dinamika di dalamnya mirip dengan ekosistem hutan alam primer maupun sekunder. Sistem *agroforestry* kompleks bukanlah hutan-hutan yang ditata lambat laun melalui transformasi ekosistem secara alami, melainkan merupakan kebun-kebun yang ditanam melalui proses perladangan. Kebun-kebun *agroforestry* dibangun pada lahan-lahan yang sebelumnya dibabati kemudian ditanami dan diperkaya. Dalam kondisi terbatasnya lahan karena ledakan jumlah penduduk dan perluasan konsesi penebangan hutan, transmigrasi dan hutan tanaman industri lahan yang masih tersisa kebanyakan sudah berupa *agroforestry*.

Tahapan tanaman semusim biasanya padi ladang berlangsung selama satu atau dua kali panen saja, sistem-sistem pada tahapan ini merupakan perpaduan sementera yang berisi tanaman semusim dan pepohonan. Cara pembentukan sistem-sistem *agroforestry* kompleks mirip dengan pembentukan hutan jati pada lahan Perum Perhutani di Jawa dalam sistem tumpangsari. Bedanya dalam sistem tumpangsari, pepohonan adalah milik perum perhutani dan pada tahap dewasa tidak ada lagi pemaduan dengan tanaman bermanfat lainnya komplek pohon yang ditanam khusus untuk menghasilkan kayu. Sebaliknya, pada sisetm *agroforestry* kompleks, pepohonannya dimiliki petani dan pada tahap dewasa petani tetap memadukan bermacam-macam tanaman lain yang bermanfaat. pemaduan terus berlangsung pada keseluruhan masa keberadaan *agroforestry*. Dalam konteks ini *agroforestry* berada di tengah-tengah, antara sistem pertanian dan hutan.

Dan sudut pandang pelestarian lingkungan, kemiripan struktur dan penampilan fisik *agroforestry* dengan hutan alam merupakan suatu keunggulan. Seperti halnya pada sistem-sistem *agroforestry* sederhana, sumber daya air dan tanah dilindungi dan dimanfaatkan. Tetapi lebih dari itu, pada *agroforestry* sejumlah besar keanekaragaman flora dan fauna asal hutan alam tetap berkembang. Inilah salah satu ciri khas *agroforestry* yang membedakannya dari sistem pertanian dan *agroforestry* lainnya.

B. Sistem *Agroforestry* Komplek di Indonesia

Di daerah-daerah beriklim sedang (temperatur), seperti di Eropa dan Amerika, sudah sejak lama hutan dan tanah pertanian menjadi dua dunia yang saling terpisah. Petani-petani pembuka hutan alam lalu secara tetap menempati dan mengelola tanah-tanah terbaik; tidak ada lagi interaksi

erat antara pertanian dan hutan. Pepohonannya umumnya tidak lagi masuk dalam lingkungan pertanian, kecuali dalam *fruit orchard* (kebun monokultur buah-buahan) seperti apel, anggur, jeruk. Pola budidaya ini membutuhkan biaya yang tinggi dan teknologi yang canggih.

Di sisi lain, hutan-hutan dikelola untuk memproduksi kayu secara eksklusif, tanpa sentuhan dengan dunia pertanian. dengan demikian, dunia pertanian dan kehutanan di barat terpisah secara tegas dan berkembang sendiri-sendiri hingga mencapai bentuk sekarang.

Sementara itu, hutan-hutan dikelola di negara-negara tropika termasuk Indonesia terus mengikuti langkah negara-negara beriklim sedang, tanpa mempertanyakan kesesuaiannya dengan kondisi setempat. Ini dilakukan dengan mengukuhkan penguasaan atas tanah dan sumber hutan, melalui upaya pengembangan silvitultur dan pengamanan kawasan hutan yang memaksa petani menyingkir dari hutan. Pertentangan sistematis antara rimbawan dan petani, antara hutan dan pertanian, lebih dilatarbelakangi oleh alasan historis ketimbang ilmiah. tetapi karena telah sedemikian mapan, perbedaan paham ini sudah dianggap wajar dan masuk akal.

Upaya mengukuhkan penguasaan atas sumber daya lahan dan hutan mulanya diterapkan oleh pemerintah-pemerintah kolonial barat terhadap negara-negara jajahannya di daerah-daerah tropika. dalam hal ilmu agronomi artinya dengan lenyapnya hutan- hutan alam. Sebaliknya dalam silvikultur barat, keberadaan petani yang cenderung diabaikan, sehingga eksploitasi dan pengelolaan hutan selalu berbenturan dengan kepentingan petani yang lebih diposisikan sebagai musuh atau pencuri. Semua itu dilakukan tanpa terlebih dahulu berusaha mengetahui apakah memang benar pertanian dan hutan harus selalu berbenturan dan saling mengancam. apakah tidak bisa justru sebaliknya, pertanian dan hutan dapat berkembang secara selaras?

Memang tidak dapat dibantah, bahwa pengelolaan lahan pertanian oleh petani di daerah tropika diawali dengan pembukaan hutan. tetapi, tidak semua upaya mendapatkan manfaat dan keuntungan dari tanaman pertanian dapat dipandang sebagai tindakan perusakan hutan. karena ternyata, di dalam sistem-sistem pertanian yang dibangun petani di daerah tropika terdapat sistem-sistem yang memiliki pertalian yang sangat erat dan saling melengkapi antara pepohonan dan tanaman pangan, antara hutan dan lahan pertanian.

Sifat saling melengkapi tampak jelas di daerah-daerah yang semula adalah hutan belantara dimana lingkungan hutan berikut sumber daya alamnya yang melimpah menduduki peranan penting dalam menopang kehidupan petani-petani, kemudian secara bertahap struktur dan tumbuhan hutan dipindahkan ke lahan-lahan pertanian pada tahap awal, pemukaan hutan tidak dapat dihindari. tetapi setelah itu, dilakukan upaya-upaya yang khas yaitu pengembalian lingkungan dan pepohonan hutan ke lahan-lahan pertanian. Secara bertahap terbentuklah hutan baru di lahan-lahan pertanian yang diperkaya dengan aneka pohon bermanfaat untuk dipetik hasilnya berupa kebun pepohonan campuran, hutan buatan serbaguna, atau aneka kebun pekarangan (*home garden*). Semua ini membuktikan kuatnya pertalian antara hutan dan kegiatan petani.

Sekarang ini sistem-sistem *agroforestry* tersebut sepertinya merupakan sistem usaha tani yang hanya diterapkan oleh petani-petani kecil. Indonesia yang memiliki hutan-hutan yang kaya dengan beraneka etnis penduduk, menyediakan beranekaragam pilihan sistem usaha tani. Selain itu, hubungan penduduk dengan dunia luar yang diwakili oleh para pedagang cina, arab dan eropa sudah berkembang dengan pesat sejak lama. Semua unsur ini menjadi pendorong proses pembangunan beraneka perpaduan *agroforestry*.

C. Berbagai Pertimbangan

Agroforestry di Indonesia memiliki ciri-ciri ekologi, ekonomi dan sosial budaya yang khas yang membedakan dengan sistem pertanian maupun *agroforestry* lainnya. Ciri-ciri ini juga membedakan *agroforestry* di Indonesia dari model-model silvikultur atau kehutanan masyarakat (*community forestry*) lain yang dikenal dewasa ini. Meski *Agroforestry* terdiri kumpulan pepohonan yang kompleks, semestinya jangan dirancukan dengan hutan alam. *Agroforestry* merupakan ciptaaan manusia yang dikembangkan dalam rangka pengembangan dan pelestarian sumber daya hutan dan bukan merupakan upaya pengelolaan hutan alam. Karena memiliki struktur yang serupa dengan hutan alam, umumnya *agroforestry* memiliki penampilan seperti hutan alam primer atau sekunder. Dominasi pepohonan dan keanekaragaman tetumbuhan yang pada tahap awalnya berasal dari hutan alam, *agroforestry* dapat secara keliru diangap sebagai hutan alam. Seperti hutan alam, kebun *agroforestry*

juga merupakan satu persekutuan hidup satuan-satuan biologi dan proses-proses yang dapat direproduksi dalam jangka panjang.

Beberapa *agroforestry*, misalnya kebun-kebun damar di Krui, Lampung memiliki sifat ekosistem yang khas seperti yang dimiliki hutan primer kekayaan spesies dan kompleksitas ekologi hutan yang tinggi dan siklus unsur hara yang tertutup. Kebun *agroforestry* lainnya, seperti kebun karet di dataran rendah Sumatera dan Kalimantan memiliki struktur yang mirip dengan hutan sekunder, dengan tegakan pohon ukuran sedang yang padat. Kebun-kebun *agroforestry* tersebut juga memasok bahan-bahan yang sama dengan hutan alam. Tetapi, patut dicatat bahwa kebun tersebut sangat berbeda dengan pola-pola pertanian umum lainnya.

Agroforestry adalah struktur yang dibangun oleh masyarakat-masyarakat setempat dalam rangka diversifikasi produksi, melengkapi produksi bahan pangan yang dihasilkan untuk kebutuhan sendiri dari lahan tanaman semusim. *Agroforestry* merupakan bagian dari sistem pertanian masyarakat, petani tidak menganggap sebagai hutan melainkan sebagai ladang atau kebun. Meskipun *agroforestry* tidak selalu menampilkan suatu perpaduan antara tanaman pertanian musiman dan pohon-pohon hutan, *yang* menyentuh inti paradigma *agroforestry*, yaitu mempertemukan hutan dan pertanian dimana struktur hutan dipadukan dengan logika pertanian.

Agroforestry lahir dari praktik-praktikum tradisional pengelolaan hutan dan dikembangkan terus menerus oleh masyarakat setempat. hamparan luas *agroforestry* yang ada dewasa ini bukanlah hasil dari proyek-proyek *agroforestry* atau penghutanan kembali yang dilaksanakan pemerintah. Keberadaan kebun-kebun *agroforestry* merupakan hasil dari pilihan petani dalam rangka memenuhi kebutuhan dengan melakukan pengaturan pemulian sumber daya hutan. *Agroforestry* adalah basil konsepsi, investasi dan perencanaan jangka panjang petani. *Agroforestry* dibentuk berdasarkan sistem pengetahuan dan tradisi hutan setempat dan dikelola menggunakan teknik-teknik dan praktik-praktik terpadu sederhana. Perkembangan dan pengelolaan *agroforestry* juga dikontrol oleh sistem-sistem sosial dan budaya yang menjamin hak dan kewajiban secara jelas.

Keberhasilan *agroforestry* merupakan hasil interaksi positif antara dinamika biologi pengetahuan, teknik dan sistem kelembagaan

masyarakat setempat. Dalam kenyataannya sejauh ini keberadaan *agroforestry* belum diakui dalam peraturan perundang-undangan, kebijakan pemerintah dan proyek-proyek pembangunan. malahan, kebanyakan *agroforestry* berada di areal yang ditetapkan pemerintah sebagai kawasan hutan negara. Karena itu hingga sekarang ini *agroforestry* belum dimasukkan dalam strategi-strategi nasional untuk pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam.

Kebun-kebun *agroforestry* bukanlah suatu sistem subsistem, melainkan sengaja dikembangkan untuk produksi yang komersil dengan bertumpu pada sumber daya pepohonan yang bernilai ekonomi *agroforestry* dibentuk untuk produksi pepohonan yang menghasilkan komoditas-komoditas berharga seperti getah damar, getah kemenyan, lateks, rotan, kulit manis, buah-buahan dan biji-bijian. *Agroforestry* itu diharapkan menjamin penerimaan uang bahkan sering kali merupakan satu-satunya sumber pendapatan ekonomi rumah tangga. Sebagai strategi untuk menghasilkan uang, pengembangan *agroforestry* merupakan alternatif menarik di antara kedua pilihan yang biasanya dirancang untuk pemanfaatan hasil hutan, dalam memungut dari hutan alam atau domestikasi jenis-jenis liar dan kemudian ditanam dengan teknik perkebunan monokultur.

Seperti perkebunan monokultur dan hutan tanaman industri, *agroforestry* menjamin konservasi dan pengembang-biakan jenis-jenis tertentu, serta meningkatkan produktivitas dan profitabilitas lahan. Akan tetapi *agroforestry* juga menjamin terjadinya pengelolaan hutan secara keseluruhan, sekaligus menyatukan hutan dengan sistem pertanian setempat. Dalam hal ini *agroforestry* memungkinkan masyarakat setempat sepenuhnya menguasai cara pengelolaan sumber daya hutan hal yang tidak mungkin dilakukan dalam perkebunan pepohonan monokultur.

Bagi penduduk desa, *agroforestry* memiliki arti ekonomi penting. Di Sumatera misalnya, *agroforestry* menghasilkan sampai 80% penghasilan desa dan menjamin kesejahteraan hutan secara keseluruhan, sekaligus menyatukan masyarakat setempat sepenuhnya menguasai cara pengelolaan sumber daya hutan hal yang tidak mungkin dilakukan dalam perkebunan pepohonan monokultur. Bagi pembangunan ekonomi daerah, kebun-kebun *agroforestry* memainkan peran besar dengan memasok kebutuhan industri-industri daerah dan mengembangkan jaringan pasar yang luas jauh melampaui batas daerah. *Agroforestry*

dan kebun pekarangan memasok sekitar 95% dari buah dan rempah di pasaran, 75 - 80% dari getah damar dan kebanyakan bambu serta rotan. bagi ekonomi negara, *agroforestry* juga memainkan peran penting dalam industri nasional, misalnya pada industri pengolahan karet. hasil-hasil *agroforestry* juga menopang ekonomi nasional dan internasional (karet, kopi, cengkeh, buah, kulit manis, pala dan sebagainya).

Pengelolaan dan pembentukan *agroforestry* berciri kesederhanaan teknik dan keluwesan ekonomi. karena *agroforestry* dikembangkan secara bertahap oleh petani, pemeliharaan dan pemanenan hasil-hasilnya tidak membutuhkan teknologi canggih, maupun modal investasi dan tenaga kerja yang besar. Keanekaragaman produksi *agroforestry*, meski kurang memungkinkan petani mengumpulkan modal dengan cepat, merupakan jaminan penting bagi petani dalam menghadapi risiko-risiko yang melekat dalam perkembangan semua sistem produksi. Keluwesan *agroforestry* terlihat dari perkembangan produk-produk tertentu yang dapat memperoleh nilai komersil baru akibat perkembangan pasar, seperti buah-buahan dan kayu.

Agroforestry bukanlah satuan pengelolaan yang terisolir, tetapi selalu hadir melengkapi kegiatan pertanian lainnya seperti pengelolaan padi di persawahan maupun perladangan. meski bersifat hutan, seyogyanya *agroforestry* tidak boleh dipandang terpisah dari strategi pertanian masyarakat pedesaan. Penekanan peran *agroforestry* sebagai strategi pengalihan sumber daya hutan menjadi lahan pertanian, memiliki implikasi kebijakan yang penting. Pengalihan tersebut dapat membuka peluang baru bagi negosiasi-negosiasi mengenai pengelolaan sumber daya hutan yang dapat diperbaharui secara berkesinambungan, yakni antara instansi kehutanan dan instansi pertanian dan antara masyarakat setempat dengan instansi pemerintah.

Pengembangan *agroforestry* berkaitan erat dengan sistem perladangan gilir-balik. Kebanyakan *agroforestry*, dibangun oleh petani yang sebelumnya berladang gilir-balik. Umumnya *agroforestry* berasal dari pembukaan ladang, dimana pepohonan kemudian ditanam bersama padi atau setelah panen padi. Proses pembentukan ini tidak hanya sederhana secara ekonomi dan kuat secara ekologi, tetapi juga meminimkan masukan. Setelah ladang tersebut terbentuk (biasanya untuk kepentingan subsistem), selanjutnya tidak banyak tenaga kerja dan waktu yang mesti dicurahkan untuk membangun *agroforestry*.

Jika arti penting jutaan hektar kebun karet, buah dan *dipterocarpuceae* di luar Jawa dapat dipahami dan peranan penting *agroforestry* tersebut secara ekonomi maupun biologi-ekologi diakui secara taat, maka tidak bisa tidak, peran para petani peladang gilir-balik harus mendapat perhatian lebih besar. Umumnya petani peladang gilir-balik selalu dipersalahkan. Mereka dianggap menyebabkan penggundulan hutan dan kemusnahan sumber daya hayati. Padahal sebenarnya para petani peladang berputar-melalui pembangunan *agroforestry* telah memberikan sumbangan yang mendasar dalam upaya penghutanan kembali, pelestarian keanekaragaman hayati dan pembangunan ekonomi.

Satu aspek utama dalam perencanan dan pengelolaan *agroforestry* dalam pembentukan struktur produksi berjangka panjang yang menjamin hak pemilikan tanah yang dapat diwariskan kepada anak cucu. Melalui *agroforestry* masyarakat pedesaan mengembangkan cara-cara untuk menggabungkan kompleksitas biologi, keunggulan ekonomi dan perencanaan jangka panjang, yang merupakan unsur utama dalam keberhasilan pengelolaan sumber daya alam.

Namun untuk mengembangkan *agroforestry* sebagai sebuah strategi pengelolaan sumber daya alam secara berkesinambungan, pertanian-prtanian dibutuhkan jaminan ketidakpastian hak petani atas tanah dan penggarapannya dalam jangka panjang. Hancurnya beberapa *agroforestry* di Indonesia terjadi pada saat negara mengembangkan inisiatif menolak dan mengabaikan penguasaan dan hak-hak masyarakat setempat atas lahan dan sumber daya *agroforestry*.

Pengakuan secara hukum atas hak masyarakat setempat terhadap lahan *agroforestry* merupakan hal yang sangat penting. Bukan hanya untuk melindungi *agroforestry* yang ada, tetapi juga untuk mendukung pengembangan *agroforestry* sebagai alternatif yang dapat diterima dalam rangka pengelolaan sumber daya hutan secara terpadu oleh masyarakat setempat.

1. Sumbangan Hutan bagi Dunia Pertanian

Di banyak kepulauan Indonesia, hutan tak lagi memiliki peran penting dalam perekonomian masyarakat pedesaan, tetapi peran sumber daya hutan dalam kehidupan penduduk desa masih sangat dirasakan. Peran besar hutan di seluruh kepulauan adalah sebagai pemasok spesies-spesies terutama tumbuhan yang didomistikasi dan dimanfaatkan dalam pertanian. Spesies-spesies yang berasal dari hutan melandasi

perkembangan sistem usaha tani *agroforestry* kompleks, yang selain memberikan keuntungan komersil nyata juga mampu menggantikan bentangan hutan alam dan peranannya terhadap ekonomi pedesaan.

Sebagian besar tanaman penghasil bahan pangan pokok dan tambahan sebenarnya juga awalnya berasal dari pembukaan lahan. Pada saat membuka ladang, petani memanfaatkan bahan pangan yang disediakan hutan alam. Jenis-jenis terbaik bahan pangan dari hutan tersebut kemudian dibudidayakan di pekarangan dan kebun. Pohon buah-buahan yang dibudidakan di Indonesia, sebagian besar berasal dari hutan setempat tanpa melalui perlakuan pemuliaan khusus. demikian pula dengan bambu, rotan dan jenis-jenis palem yang bermanfaat, semuanya berasal dari hutan.

Sejak abad ke XVI di Sumatera, jenis tanaman ekonomis yang terkenal seperti kemenyan sudah ditanam di pekarangn dan perladangan. Areal-areal ladang yang diperkaya ini, kini kita kenal sebagai *agroforestry*. Orang Dayak di Kalimantan Barat membangun *agroforestry* dengan pohon dipterokarpa (*dipterocarpaceae*) penghasil buah tengkawang sebagai jenis utama. Desa-desa di Maluku dikelilingi oleh kebun- kebun yang memadukan pohon-pohon rempah tradisonal yang berasal dari hutan seperti pala dan cengkeh dengan pohon kenari yang juga asal hutan. Penduduk Krui di Lampung Barat telah berhasil mendomestikasi jenis pohon dipterokarpa penghasil getah damar dan berhasil membangun *agroforestry* damar yang luasnya kini mencapai puluhan ribu hektar.

Hasil-hasil non kayu seperti minyak kering, kemenyan, jelutung dan gaharu sejak dahulu diincar pedagang Cina, Arab dan Eropa. Hasil-hasil hutan ini juga berfungsi sebagai alat tukar antara orang-orang yang berniukim di hutan dengan dunia luar. Dalam perkembangan kemudian, pemungutan hasil hutan ini menjadi kegiatan komersil, melengkapi keuntungan dari kegiatan pembukaan lahan pertanian. Pengembangan *agroforestry* awalnya didorong oleh kebutuhan mengelola sumber daya hutan secara komersil dan berkesinambungan. Lalu berkembanglah kegiatan pengelolaan hasil hutan tertentu yang bersifat sebagai sebuah usahatani seperti kulit manis, kemenyan serta tanaman penghasil rempah dan minyak atsiri lainnya. Tujuan dari usaha tani tersebut adalah untuk memperkaya tanaman-tanaman asli atau memadukannya dengan tanaman baru dalam daur perladangan gilir balik.

Sifat liar tetap ditunjukkan oleh kebanyakan tumbuhan-tumbuhan yang dibudidayakan dalam *agroforestry*. Tanaman-tanaman tersebut berpadu dalam struktur pepohonan yang berarsitektur kompleks yang sangat berbeda dari budidaya monokultur model barat. Bentuk dan kegunaan *agroforestry* berbeda di satu daerah dengan daerah yang lain. Ini merupakan akibat langsung dari tekanan kebutuhan manusia terhadap tetumbuhan di lingkungannya. Ada yang berupa hutan serbaguna yang terbentuk kembali lambat laun melalui perladangan hingga mencapai rekonstruksi yang lengkap dan menyeluruh. Ada pula yang berupa kebun pepohonan di sekitar pemukiman yang tak luas, tersebar di antara hamparan persawahan.

2. Cikal Bakal *Agroforestry*

Untuk lebih memahami bagaimana proses rekonstruksi dan pemeliharaan *agroforestry* pengamatan terhadap praktik-praktikum pengelolaan sumber daya alam oleh penduduk setempat penting dilakukan banyak praktik-praktikum tersebut yang sebenarnya adalah usaha pengelolaan hasil hutan alam, dan cikal bakal *agroforestry*.

Suku-suku pengembara pemburu pemetik Indo-Melayu (misalnya Kubu di Sumatera, orang asli di Malaysia, Punan di Kalimantan) menganggap tanaman dan stuktur ekosistem alam sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Mereka melakukan praktik-praktikum modifikasi ekosistem yang sebenarnya melestarikan serta memperbanyak jenis pohon bermanfaat. Orang Kubu merawat areal-areal di tengah-tengah hutan yang diperkaya dengan tanaman bermanfaat, pohon buah seperti durian dan berbagai jenis mangga, serta tanaman pemikat binatang buruan. Di samping usaha perlindungan dan penyebaran tanaman bermanfaat, ada pula praktik-praktikum perkebunan' biji-biji tertentu atau pucuk-pucuk liana ditanam dan tumbuhan pengganggu dibabati. Masyarakat Pulau Siberut juga merawat dan menanam pohon sagu dengan cara seperti ini.

Manipulasi yang bersifat melindungi sumber daya alam ini dilakukan mengiringi praktik-praktikum perladangan gilir-balik. Akan tetapi, pada saat pembukaan ladang, tanaman yang dianggap bermanfaat diselamatkan. Pohon-pohon tertentu ditanam bersama tanaman pangan di ladang dan setelah ladang ditinggalkan pertumbuhannya terus berlangsung. Selama bekas ladang itu belum dibuka untuk ditanami tanaman pangan lagi, ladang menjadi pulau buah-buahan, tempat

berburu dan atau tempat mengumpulkan hasil hutan komersil. Dengan cara demikian, pada saat itu bentuk penggunaan lahan yang diterapkan sudah bersifat sebagai *agroforestry*.

3. Aneka *Agroforestry*

Usaha-usaha awal rekostruktsi hutan kebanyakan bisa ditemukan di sekitar pemukiman penduduk. Sekeliling rumah tempat yang cocok untuk melindungi dan membudidayakan tumbuhan hutan. Kebun-kebun pekarangan (*home garden*) memadukan berbagai sumber daya tanaman dari hutan yang paling bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, seperti buah-buahan, sayuran, tanaman obat, serta jenis tanaman yang diyakini memiliki kegunaan gaib. Pemukiman suku Dayak di hulu sungai Apo Kayan (Kalimantan) misalnya, ditanami lebih dari seratus jenis tanaman.

Namun, baru di wilayah usaha tani menetap kebun pekarangan mencapai kekayaan yang menakjubkan. Kebun pekarangan di desa-desa di pulau Jawa disebutkan telah ada sejak abad X, pada awalnya adalah hutan yang kini telah lenyap. Kebun pekarangan sejak dulu telah menarik perhatian peneliti dan merupakan model *agroforestry* yang paling sering didokumentasikan dan dijadikan acuan. Bahkan, seringkali pekarangan disebut sebagai puncak usaha rekonstruksi *agroforestry* intensif.

Kebun pekarangan di pulau jawa memadukan tanaman bermanfaat asal hutan dengan tanaman khas pertanian. Kehadiran dan campur tangan manusia secara terus menerus, membuat kebun itu menjadi sistem yang benar-benar buatan (*artifisuil*), meskipun tetap bisa ditemukan sifat khas vegetasi hutan. Kekayaan jenisnya menakjubkan; pada lahan seluas 400 m2 terdapat lebih dari 50 jenis tanaman, sementara kurang lebih 300 jenis tanaman dapat ditemukan di lingkungan desa sekitar Bogor, Jawa Barat.

Selain kekayaan jenis yang menakjubkan ternyata struktur tanaman di kebun-kebun pekarangan itu pun luar biasa. Kebun-kebun itu merupakan struktur hutan yang kaya dengan berbagai jenis tumbuhan dengan arsitektur vegetasi yang bertingkat. Sesuai dengan jenis kebunnya, tingkat vegetasi dapat dibedakan menjadi 3 sampai 5 tingkat, mulai dari lapisan semak (sayuran, cabai, umbiumbian), perdu (pisang, pepaya, tanaman hias) hingga lapisan pepohonan tinggi (sampai lebih 35 m). Proses reproduksi sistem ini lebih banyak mengikuti kaidah alam dibanding teknik-teknik budidaya perkebunan.

Seperti halnya semua kebun pekarangan tropika yang dikategorikan sebagai sistem *agroforestry* kompleks, kebun pekarangan di Pulau Jawa adalah sistem yang sangat khas. Keuntungan sosial-ekonomi dan ekologi dari kebun-kebun tradisional tersebut harus mendapat pengakuan. Sebagai contoh, dapat dilihat peranan kebun dalam perbaikan gizi, peningkatan pendapatan, cadangan sumber daya saat ekonomi sulit, perlindungan tanah, pelestarian kultivar, dan seterusnya. Kemampuan kebun-kebun untuk mengendalikan sifat negatif urbanisasi dan menghadapi transformasi struktural, membuktikan bahwa petani menganggapnya penting. Hal ini sekaligus pula menunjukkan kemampuan kebun-kebun tradisional tersebut untuk menyesuaikan diri dengan modernisasi yang terjadi di pedesaan.

4. *Agrofarestry* sebagai Penghubung Dua Dunia

Kebun pekarangan di Pulau Jawa bukanlah satu-satunya model sistem *agroforestry* kompleks. Sistem-sistem yang lebih kaya dalam hal komposisi maupun dari segi ekonomi, justru terdapat di luar di Pulau Jawa. Dengan tanaman pokok yang terdiri dari jenis pohon buah-buahan, pohon kayu-kayuan, berbagai hasil komersil lainnya (getah, rotan, rempah-rempah) atau jenis pohon eksotik seperti karet, kebun-kebun *agroforestry* menempati kedudukan penting. Di luar Jawa dan Bali serta di luar perkebunan-perkebunan skala besar, termasuk hutan tanaman industri. *Agroforestry* mencakup sampai 10 persen dari keseluruhan wilayah yang dibudidayakan pada tahun 1980-an. Sistem-sistem *agroforestry* ini membentuk semacam sabuk penghubung yang berkesinambungan antara lahan pertanian dan hutan alam.

Bentuk, fungsi dan perkembangan kebun *agroforestry* itu dipengaruhi oleh berbagai kriteria ekologi dan sosial di antaranya sifat dan ketersediaan sumber daya di hutan, arah dan besamya tekanan manusia terhadap sumber daya hutan, organisasi dan dinamika usaha tani yang dilaksanakan, sifat dan kekuatan aturan sosial dan adat istiadat setempat, tekanan kependudukan dan ekonomi, sifat hubungan antara masyarakat setempat dengan 'dunia luar', perilaku ekologis dari unsur-unsur pembentuk *agroforestry*, stabilitas struktur *agroforestry*, serta caracara pelestarian yang dilakukan. Namun, semua *agroforestry* memiliki satu ciri tetap, yaitu tidak ada produksi bahan makanan pokok (beras, ubi kayu) di dalam *agroforestry*, meskipun sebagian besar kebutuhan petani yang lain seperti makanan tanibahan, persediaan bahan bangunan dan cadangan pendapatan tunai, tersedia di sini.

Struktur vegetasi *agroforestry* meniru hutan primer atau hutan sekunder, demikian pula dengan mekanisme produksi dan kelangsungan hidupnya. Meskipun *agroforestry* dicirikan oleh jenis tanaman yang dominan, dalam pengelolaannya semua tanaman diberi perhatian. Di pesisir Krui Lampung, tutupan hutan primer masih terbentang luas. Persawahan terbatas pada dataran rendah di tepi pantai, sedangkan perladangan dan *agroforestry* dominan di daerah pegunungan di pedalaman. Kebun *agroforestry* mencakup lebih dari separuh luas tanah garapan. Di antara pemukiman dan hutan alam yang dibatasi ladang, terbentuk satu hamparan pepohonan *agroforestry* yang terus bertambah luas seiring dengan pembukaan lahan dan pembuatan *agroforestry* baru.

Tanaman yang dominan di *agroforestry* di pesisir Krui adalah sejenis *dipterocarpaceae* (kelompok meranti) yaitu *Shorea javanica*. Tanaman ini merupakan pohon besar yang berasal dari hutan setempat, yang menghasilkan getah damar mata kucing bening yang diekspor untuk kebutuhan industri cat. Hingga awal abad XX ini pengumpulan getah damar di hutan alam merupakan kegiatan ekonomi utama petani, sementara *agroforestry* yang telah dibangun hanya merupakan semacam sabuk hijau pohon buah-buahan di sekeliling desa dengan luas yang terbatas. Berkurangnya pohon damar di hutan alam, telah mendorong petani melakukan pembudidayaan *Shorea javanica* di kebun-kebun. Keberhasilan budidaya itu telah mendorong terjadinya transformasi mendasar sistem pertanian tradisional secara besar-besaran yang diikuti perluasan areal *agroforestry* secara sangat pesat.

Budidaya damar ini sangat berbeda dengan monokultur. Bersama damar, tumbuh pula berbagai jenis pohon buah-buahan, pohon kayu-kayuan, jenis-jenis palem, bambu dan sebagainya yang sengaja ditanam dan dirawat di kebun. Selain itu terdapat pula sejumlah tumbuhan liar yang berasal dari hutan primer ataupun dari hutan sekunder. Aneka jenis kombinasi yang khas ini menghasilkan berbagai stuktur dan fungsi.

Di bawah kanopi dengan puncak ketinggian sekitar 40 m yang ditanami oleh pohon damar dan pohon durian, terdapat beberapa kelompok pohon buah-buahan seperti duku, manggis, kuau, tangkil dan rambutan yang memadati ruang pada ketinggian 10 sampai 20 meter. Di antaranya terdapat sekelompok lapisan tengah, dengan berbagai jenis jambu-jambuan, cempedak dan embacang pada ketinggian 20 sampai

25 meter dan petal pada ketinggi 20 sampai 35 meter. lapisan terbawah ditumbuhi rerumputan dan semak liar.

Fungsi ekonomi utama *agroforestry* di pesisir Krui adalah produksi damar. Delapan puluh persen pendapatan sebagian besar desa di pesisir Krui dihasilkan dari kebun-kebun damar. Selain itu kebun damar juga memasok buah-buahan, sayuran, rempah-rempah, gula merah, kayu bakar, kulit kayu, daun, bambu dan kayu bangunan. Dengan aneka produk yang dihasilkan, kebun damar telah menggantikan fungsi hutan dalam ekonomi pedesaan. Karenanya, *agroforestry* mengungai kegiatan pengumpulan basil hutan dari hutan-hutan alam di sekitarnya. Petani membuka hutan hanya untuk kebutuhan produksi makanan pokok, yakni membuka ladang padi namun sering pula hal itu hanya merupakan alasan untuk dapat membangun kebun damar yang baru.

Di dataran tinggi Minangkabau (Sumatera Barat), hutan primer terdesak ke lereng-lereng puncak gunung. Areal khusus ini dilindungi dengan ketat oleh masyarakat setempat. Sejak lama orang Minang sudah mengenal cara bersawah, sementara cara perladangan berputar dapat dikatakan tidak ada lagi. Di daerah Meninjau kebun campuran meliputi dari 50 sampai 80 persen tanah garapan, dan menjadi sebuah sabuk penyangga yang tak terputus antara desa dan persawahan dengan hutan alam yang dilindungi di bagian atas lereng. Berbagai tanaman, seperti kulit manis, pala, kopi, durian dan buah-buahan yang lain serta pohon kayu bermanfaat mendominasi *agroforestry* di situ. Seperti di pesisir Krui, tanaman utama dipadukan dengan berbagai tanaman lain baik liar maupun rawatan, berupa aneka buah dan kayu, bambu dan berbagai jenis palem. Kebun campuran di sini memberikan penghasilan yang besar berasal dari penjualan rempah-rempah, kopi dan durian. Sebagaimana halnya di pesisir Krui, *agroforestry* di Meninjau juga memasok bahan pangan pelengkap serta berbagai bahan lain, terutama produksi kayu untuk pertukangan. *Agroforestry* marak di Meninjau mewujudkan sintesa fungsional antara pertanian dan kehutanan.

Agroforestry merupakan bagian dari lingkungan pertanian, karena di dalamnya terdapat tanaman pertanian yang bernilai komersil, seperti rempah-rempah dan kopi. Kadang-kadang *agroforestry* juga terbuka bagi tanaman pangan. Misalnya saat peremajaan pohon kulit manis atau penanaman bibit kopi, selama satu atau dua tahun pertanian tanaman

komersil tersebut diselingi tanaman semusim seperti cabai, sayu mayur, umbi-umbian dan pisang.

Sebagai hutan buatan yang dikelola dengan cermat untuk juga memproduksi kayu seperti hutan alam, *agroforestry* merupakan tempat memetik hasil hutan untuk kebutuhan sehari-hari. Dengan cara demikian *agroforestry* mampu menggantikan fungsi hutan alam. Dengan berkembangnya *agroforestry* peran hutan alam sebagai sumber bahan nabati semakin lama semakin menghilang. Apabila tuntutan yang lain terhadap hutan alam yaitu sebagai cadangan lahan untuk perluasan pertanian, juga berkurang maka upaya perlindungan terhadap hutan alam bisa menjadi lebih efisien.

Kebun-kebun *agroforestry* juga ditemukan di daerah-daerah lain di Indonesia. di wilayah Batak, Sumatera Utara terdapat *agroforestry* berbasis pohon kemenyan. Hampir di mana-mana baik di Sumatera maupun di Kalimantan terdapat *agroforestry* yang didominasi oleh pohon durian, seperti di wilayah Dayak, Kalimantan Barat. Di kawasan Kerinci Seblat, Jambi, terdapat *agroforestry* karet yang dipadukan dengan ratusan jenih pohon lain yang mencakup sekitar 2 juta hektar. di Kalimantan Barat, *agroforestry* terbentang di antara daerah ladang dan hutan alam, yakni sistem tembawang yang memadukan pohon tengkawang (*Shorea spp*) dengan pohon-pohon buah dan kayu. Di Kalimantan Timur ada juga dalam lembo yakni *agroforestry* buah-buahan, serta hamparan luas *agroforestry* berbasis rotan yang tengah terancam oleh kehadiran proyek-proyek perkebunan kelapa sawit dan HTI. Di pulau Lombok dan Sulawesi Utara ditemukan *agroforestry* yang didominasi oleh pohon aren yang menghasilkan gula merah. Di Seram dan Maluku terdapat *agroforestry* yang memadukan pohon kenari dan buah-buahan lain dengan pala cengkeh.

Patut dicatat bahwa *agroforestry*, yang umumnya berisi jenis-jenis tumbuhan yang berasal hutan alam setempat, juga mengalami perubahan akibat pengembangan pohon eksotik yang diperkenalkan pemerintah kolonial Belanda. Di beberapa daerah, pohon-pohon impor tersebut menyesuaikan diri dengan struktur-struktur kebun *agroforestry* yang tengah berkembang dan dengan cepat menggantikan struktur dan produk kebun dalam ekonomi petani. Sejarah pengembangan karet rakyat oleh petani kecil adalah contoh nyata. Karet Brazil bukanlah spesies asli hutan Indonesia. Karet diperkenalkan pada awal abad XX

dan dengan cepat diterima oleh peladang gilir balik di daerah-daerah dataran rendah kurang subur Sumatera dan Kalimantan.

Namun karet tidak dikelola dengan model perkebunan monokultur yang konvensional. Para petani menanam bibit karet di ladang dan membiarkan kebun berkembang menuruti dinamika alam, dengan perawatan yang minimal dan dipadukan dengan jenis pohon berguna lainnya. Dengan cara demikianlah *agroforestry* karet berkembang dan sejak tahun 1945 (kurang dari 50 tahun sejak karet itu pertania kali diperkenalkan dari Malaysia) telah menghasilkan lebih dari 80 persen lateks yang diekspor Indonesia. Pada akhir tahun 1980-an luas *agroforestry* karet meliputi lebih dari 2,5 juta hektar di Sumatera dan Kalimantan.

Evolusi *agroforestry* masih terus berlanjut. Hasil-hasil hutan alam yang dulu berlimpah kini semakin sulit didapatkan dan sumber-sumber daya di dalam kebun- kebun *agroforestry* tersebut kini menjadi semakin penting. Kecenderungan ini menyebabkan pesatnya pengembangan *agroforestry* di daerah-daerah yang semula ladang berputar dan hutan sekunder. Pada abad ke XXI ini, hasil hutan yang mungkin paling menjanjikan adalah kayu, karena sebagian petani di bagian selatan Sumatera telah berusaha menanam dan mengelola berbagai jenis kayu dalam kebun karet atau dalam kebun damar mereka. Sementara petani di Sumatera Barat telah mengembangkan eksploitasi spesies kayu asli di dalam kebun campuran durian kulit manis mereka.

D. Perbedaan Persepsi Mengenai Sistem *Agroforestry*

Perbedaan antara sistem *agroforestry* sederhana dan kompleks, selain penting dalam konteks akademik juga penting untuk aspek pengembangan *agroforestry*. Sampai saat ini dalam berbagai definisi konsep *agroforestry*, perbedaan itu seolah-olah tidak begitu muncul, padahal perbedaan itu telah menciptakan adanya pemilahan yang tegas dalam penelitian pengembangan *agroforestry*, baik pada tingkat lokal maupun global.

Di Indonesia pemilahan tersebut nampak sangat mencolok kebanyakan proyek *agroforestry* diarahkan untuk mengembangkan model-model *agroforestry* sederhana, seperti dalam renovasi kebun kelapa, pengembangan kebun coklat, penghijauan lahan gundul dan rehabilitasi lahan kritis. Lembaga-lembaga penelitian, pengembangan

dan penyuluhan bidang pertanian dan kehutanan hanya mengenal dan memahami bentuk *agroforestry* sederhana seperti ini. Bahkan banyak pakar di lembaga-lembaga pemerintah belum menghargai pembahasan mengenai sistem *agroforestry* kompleks. Sistem-sistem petani itu dianggap terlalu empiris, tidak beraturan dan kecil sumbangannya bagi kehidupan petani. Akibatnya sistem *agroforestry* kompleks bukan dianggap sebagai model *agroforestry*, melainkan sekedar kebun biasa saja.

Dengan mengabaikan mutu obyektif sistem-sistem *agroforestry* kompleks pada tatanan ekologi maupun ekonomi, para pakar yang sudah terbiasa dengan sistem *agroforestry* sederhana itu secara tidak langsung juga menyanggah pengertian kata *agroforestry* itu sendiri. Memang benar, dalam sistem-sistem kompleks yang tampak jelas mendominasi adalah pepohonan, sementara unsur tanaman semusim menghilang dengan cepat. Tetapi hilangnya unsur tanaman musiman dalam *agroforestry* petani jauh lebih lambat jika dibandingkan dengan hilangnya tanaman musiman dari hutan jati dalam program perhutanan sosial Perum Perhutani di Jawa, padahal pihak kehutanan dan rimbawan menganggap sistem ini sebagai sistem *agroforestry* yang sebenarnya. Penolakan lembaga-lembaga pemerintah untuk mengakui sistem *agroforestry* ini merupakan kendala penting bagi masa depan sistem-sistem *agroforestry*.

Dari segi pembentukan maupun cara kerjanya, sebetulnya sistem *agroforestry* sederhana tidak ada kaitannya dengan ekologi hutan. dalam hal ini sistem tersebut sama dengan persawahan dan perkebunan monokultur, termasuk pula hutan tanaman industri. Karena jumlah unsur yang sedikit, adanya keteraturan dan tidak membutuhkan pendekatan ilmiah khusus, wajar saja jika sistem *agroforestry*, sederhana dapat dengan mudah diletakkan dalam kerangka konseptual penelitian klasik mengenai tanaman pertanian dan tanaman pepohonan. Produksi setiap komponen dengan mudah dapat dievaluasi, baik dari segi ekonomi maupun agronomi. Kinerjanyapun dapat dengan mudah dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur.

Berbeda dengan sistem-sistem *agroforestry* sederhana, keanekaragaman unsur yang terpadu di dalam sistem *agroforestry* kompleks membutuhkan pendekatan yang menyeluruh. Karet adalah sebuah contoh yang menarik *agroforestry* karet dibangun

dengan mengikuti asas suksesi alami yang memungkinkan upaya pengendalian gulma secara efektif sangat berbeda dengan perkebunan karet monokultur, *agroforestry* karet tidak membutuhkan investasi yang mahal untuk herbisidi dan tenaga kerja. selain menghasilkan karet, *agroforestry* itu juga menghasilkan buah-buahan, sayuran, tanaman obat, kayu pertukangan (yang semakin sulit diperoleh di daerah yang hutannya telah musnah) dan kayu-kayu bakar. Rumah tangga pedesaan tergantung pada kayu bakar dan kebutuhan setiap harinya cukup besar dalam konteks ini *agroforestry* yang menjadi sumber pasokan kayu bakar yang berlimpah dan tetap, bagi petani dapat lebih bermanfaat dibandingkan perkebunan monokultur. Tentu saja produksi karet dari *agroforestry* jauh lebih kecil dibanding perkebunan karet monokultur yang menggunakan klon pilihan penghasil lateks tinggi. Mengingat luasnya *agroforestry* karet di Indonesia mencapai 2,4 juta ha pada tahun 1980-an, maka dalam upaya meningkatkan produksi karet, pemerintah mendorong modernisasi *agroforestry* karet dengan melakukan perubahan radikal untuk menjadikannya perkebunan karet monokultur. Hal ini membuktikan bahwa hakikat pembuatan *agroforestry* bagi para petani tidak difahami pemerintah. pemikiran seperti ini merupakan hasil pendekatan yang menyederhanakan masalah, dengan titik perhatian hanya pada produksi lateks saja.

Petani sulit menerima penerapan sistem kebun konokultur ini. dalam sistem *agroforestry* kompleks. Segala hal secara menyeluruh harus diperhitungkan karena ada kecenderungan beberapa segi keuntungan dari cara pengelolaan diabaikan dan beberapa produk yang dianggap kurang penting dikesampingkan. Padahal keseluruhan cara pengelolaan dan produk *agroforestry* itu memberikan keuntungan bagi petani.

Harus diakui, dalam sistem *agroforestry* kompleks muncul banyak kesulitan metodologis dalam penelitiannya. Namun hal itu belum dapat menjelaskan mengapa lembaga-lembaga pemerintah menolak mengakui sistem *agroforestry* kompleks. Banyaknya unsur dalam sistem *agroforestry* komplek memberikan kesan bahwa *agroforestry* komplek semrawut dan tidak bersih. Hal ini nampaknya adanya upaya pemeliharaan. Bagaimana mungkin sebuah sistem pertanian yang tidak terawat paritas diberi perhatian ? Petani mengelola *agroforestry* berdasarkan pengetahuan dan pemahamannya mengenal biologi tanaman dan ekologi hutan yang mendalam, sementara ahli pertanian

dididik di sekolah yang mengajarkan keteraturan monokultur atau paduan sederhana, sehingga tidak memiliki pengetahuan yang cukup yang diperlukan untuk memahami sistem *agroforestry* kompleks. Oleh karena itu, sesungguhnya yang dihadapi adalah sistem-sistem pertanian yang merupakan bidang ilmu pertanian, tidak mengherankan bahwa keunggulan sistem perladangan gilir-balik baru mulai dapat pengakuan setelah kalangan antropolog melakukan penelitian dan tidak mengherankan juga bahwa keunggulan *agroforestry* baru mulai mendapat pengakuan setelah para ahli botani melakukan kajian.

E. Pendekatan Terpadu Kajian *Agroforestry*

Berbagai sistem *agroforestry* di Indonesia menunjukkan betapa pentingnya pendekatan botani yang dapat menjelaskan asas-asas ekologi, unsur-unsur pembentuk dan cara pengelolaannya. Pendekatan botani memberikan sumbangan yang berarti melalui satu penemuan yakni kehadiran berbagai sistem *agroforestry* asli di depan mata. Sistem-sistem *agroforestry* kompleks yang baru-baru ini didokumentasikan oleh kalangan ahli botani, sebenarnya sudah sejak lama dibangun dan dikelola petani tradisional. Sistem-sistem *agroforestry* komplek ini penting sebagai model penggunaan lahan yang menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi, sekaligus menjaga kelestarian lingkungan dan mempertahankan luas lahan berikut kekayaan keanekaragaman hayatinya.

Pendekatan botani memungkinkan kita mengidentifikasi dan mengenai ciri-ciri ekologi dari berbagai sistem *agroforestry* kompleks. Tetapi harus diakui bahwa pendekatan botani tidak dapat berdiri sendiri. Mutlak dibutuhkan suatu pendekatan yang memadukan ilmu-ilmu ekologi, kehutanan, agronomi, sosiologi dan antropologi, sesuai dengan keanekaragaman komponen *agroforestry*, serta keanekaragaman fungsinya baik secara ekologi, sosial maupun ekologi.

Upaya memahami secara utuh keunggulan sistem *agroforestry* kompleks untuk pembangunan pedesaan di daerah tropika, membutuhkan pendekatan yang menyeluruh dari kalangan ilmuwan, lembaga kehutanan, lembaga pertanian dan lembaga-lembaga pembangunan. Hanya dengan pendekatan yang menyeluruh dapat dilaksanakan kajian yang lengkap terhadap berbagai keuntungan dan kekurangan dari keanekaragaman yang terdapat pada sistem-sistem *agroforestry* kompleks.

Di dalam kerangka penelitian *agroforestry*, kajian atas sistem yang sudah berkembang secara mandiri seringkali tidak dianggap sebagai ilmu yang sejati, apalagi jika dibandingkan dengan kajian-kajian eksperimental. Namun bagi sistem-sistem *agroforestry* komplek seperti yang tercakup dalam buku ini, dimana sistem-sistem yang sudah dewasa merupakan perpaduan pohon-pohon yang lambat tumbuh, eksperimen akan memakan waktu bertahun-tahun sebelurn membuahkan hasil lagi pula, eksperimen umumnya tidak memberikan informasi mengenai hubungan antara tanaman, perpaduan tanaman dan masyarakat pengelolaannya. Padahal hubungan-hubungan tersebut merupakan faktor terpenting dalam pembentukan sistem *agroforestry*.

Sebagian besar pendekatan ilmiah yang dikembangkan di dalam buku ini memusatkan perhatian pada hubungan-hubungan itu proses dan dinamika masyarakat dalam pembentukan *agroforestry*, dikaji dalam satu perspektif yang dinamis. Pendekatan biologi mencakup penelitian atas komposisi dan struktur pemaduan tanaman, sekaligus dinamika sumber daya tertentu dalam sistem tersebut. Selain itu, kajian biologi juga memusatkan perhatian kepada penilaian tingkat keanekaragaman hayati secara kuantitatif dan kualitatif.

Kajian mengenai teknik-teknik yang diterapkan berfokus pada proses silvikultur, pembentukan, pengelolaan dan reproduksi *agroforestry*. Pendekatan etnobotani memberikan informasi mengenai persepsi dan pemanfaatan sumber daya di masyarakat, sekaligus dengan praktik pengelolaannya yang dikaji melalui kacamata sistem persepsi tersebut. Pendekatan sosial ekonomi bertujuan menganalisa strategi ekonomi rumah tangga dan mendefinisikan peran *agroforestry* dalam keseluruhan dinamika sistem pertanian. Pendekatan antropologi mengkaji pengaturan-pengaturan kepemilikan tanah dan sumber daya, serta evolusi struktur sosial dalam hubungannya dengan evolusi pengelolaan *agroforestry*.

Pendekatan terpadu dari disiplin-disiplin botani, ekologi, agroekologi, etnobotani dan sosiologi ini jauh melampaui gambaran sistem *agroforestry* itu sendiri. Pendekatan terpadu memberikan satu kajian dinamis mengenai peran *agroforestry* yang diteliti di dalam sistem-sistem biologi dan sosial ekonomi yang lebih luas; ekosistem pedesaan dan hutan di sekitarnya, sistem pertanian, bentang alam

dan masyarakat dalam perspektif pendefinisian model-model pembangunan berkesinambungan yang baru.

Buku ini bertujuan memberikan gambaran umum mengenai sumbangan yang dapat diberikan *agroforestry* kepada penyelesaian persoalan-persoalan pengelolaan hutan dewasa ini, khususnya di bidang kehutanan masyarakat (*community forestry*). Yakni pengelolaan sumberdaya hutan oleh masyarakat petani setempat, berdasarkan budaya, pengetahuan dan teknologi yang berorientasi memenuhi kebutuhan-kebutuhan mereka sebagai prioritas utama.

11 TANAMAN - TANAMAN DALAM SISTEM AGROFORESTRY

Membangun tanaman *agroforestry* pada lahan pertanian saat ini tanpa pohon dapat membantu mengurangi perubahan iklim. Sistem *agroforestry* "tradisional" sebagai sistem yang "dikembangkan dan diuji" sendiri oleh petani, sesuai dengan keadaan alam dan kebutuhan atau permintaan pasar, serta sejalan dengan perkembangan pengalamannya selama bertahun-tahun dari satu generasi ke generasi. Petani individu dapat didorong untuk melestarikan dan memperkuat fungsi yang melampaui pertanian mereka dengan pembayaran untuk jasa ekosistem, tetapi yang lebih penting dalam menentukan perilaku mereka adalah produk langsung dan layanan yang mereka terima dari pohon (Roberge *et al.,* 2007a). Sebuah keuntungan dari sistem *agroforestry* petani kecil adalah bahwa mereka dapat melakukan layanan yang lebih luas sementara langsung mendukung produksi lokal (Kiptot *et al.,* 2010).

Peningkatan jumlah spesies pohon berfungsi menjamin petani dari kegagalan dalam sistem pertanian, karena setidaknya beberapa spesies akan memberikan fungsi masing-masing yang diperlukan bahkan dimasa-masa kering" (Faye, *et al.,* 2011). Kombinasi yang tepat dari tanaman, hewan dan pohon dalam sistem *agroforestry* tidak hanya dapat meningkatkan hasil pertanian, tetapi mempromosikan ketahanan ekologi dan sosial berubah karena berbagai komponen sistem dan interaksi antara petani satu dengan petani lainnya cara merespon akan berbeda. Oleh karena itu, sebuah keragaman spesies dan fungsi dalam sistem produksi yang terintegrasi adalah strategi pengurangan risiko dan *agroforestry* diakui sebagai komponen penting dalam iklim-pintar pertanian, untuk kedua peran adaptasi dan mitigasi misalnya, kesuburan tanah teknologi perbaikan dapat menstabilkan hasil panen dalam kondisi kekeringan.

A. Fungsi Pohon-pohon dalam *Agroforestry*

Fungsi utama pohon-pohon dan tanaman keras lainnya dalam sistem-sistem *agroforestry* adalah untuk memberikan jasa dan untuk memberi penghasilan langsung dalam bentuk buah-buahan, biji-bijian, buah-buahan berkulit keras, rebung, kulit dan bahkan akar. Pohon atau hutan merupakan paru-paru dunia, karena banyak pohon menjadi salah satu penghasil oksigen terbesar di dunia. Dimana oksigen adalah kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia berikut manfaat tanaman bagi kehidupan antara lain:

Di alam terjadi proses hubungan timbal balik, saling ketergantungan antar komponen. Apa yang dibuang akan menjadi bahan baku bagi yang lain, sehingga tidak ada komponen yang hilang dengan percuma. Selain itu, di alam tidak ada yang gratis, oleh sebab itu semua dinamika komponen pendukungnya berpengaruh pada lingkungan, termasuk hasil perbuatan manusia. Oleh sebab itu jika kita ingin memperoleh lingkungan yang berkualitas baik, maka kita juga harus memperlakukan lingkungan dengan baik.

Salah satu cara adalah peduli terhadap keberadaan pohon. Kepada masyarakat perlu disosialisasikan manfaat keberadaan pohon bagi kelangsungan hidup manusia, antara lain :

1. Menahan Laju Air

Akan lebih banyak air yang terserap ke dalam tanah. Menurut penelitian, tegakan hutan yang berdaun jarum mampu membuat 60% air hujan terserap tanah, bahkan tegakan hutan yang berdaun lebar mampu membuat 80% air hujan terserap tanah. Dengan kemampuan ini akan meningkatkan cadangan air tanah. Perlu diketahui, air tanah yang sekarang ini kita nikmati sesungguhnya merupakan hasil resapan air hujan sekitar 6.000 tahun lalu ketika areal serapan air masih sangat luas. Selain itu, akar pohon akan menahan tanah yang terkikis agar tidak masuk ke aliran sungai/saluran air yang akan menimbulkan endapan. Kemampuan inilah yang dapat mencegah terjadinya kekurangan air di musim kemarau dan banjir di musim hujan. Pohon atau hutan memiliki sistem filtrasi yang dapat menyimpan dan memproses alami hampir seluruh pasokan air bersih yang dibutuhkan manusia. Pohon-pohon yang berada di daerah tinggi mampu menyimpan air hujan dalam jumlah besar, sehingga bisa mencegah terjadinya banjir atau

longsor. Untuk di daerah pantai, pohon bakau akan berperan mencegah terjadinya abrasi.

2. Menjaga Kesuburan Tanah

Saat hujan, butir-butir air hujan tidak langsung menimpa permukaan tanah. Setelah ditahan oleh tajuk pohon selanjutnya ditahan oleh serasah yang berupa daun dan ranting kering. Dengan demikian tidak mengelupaskan dan memercikkan butir-butir lapisan tanah bagian atas, yang umumnya subur/tanah humus.

3. Memasok Kebutuhan Oksigen (O_2)

Melalui proses fotosintesis, tajuk pohon mengurangi kadar CO_2 (hasil aktivitas manusia, pabrik, kendaraan bermotor) di udara dan menghasilkan O_2 yang sangat diperlukan manusia. Menurut Mudjono (1977), setiap 1 hektare lahan hijau dapat mengubah 3,7 ton CO_2 menjadi 2 ton O_2. Proses ini sangat penting sebab gas CO_2 sangat beracun dan bila dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan efek rumah kaca. Sebuah pohon dapat menyerap sebanyak 48 ton karbondioksida per tahun, bahkan manfaat sebatang pohon dapat menyerap satu ton karbondioksida pada saat ia berusia 40 tahun.

4. Menyaring Kotoran (debu jalanan, abu pabrik/rumah tangga)

Dengan struktur tajuk dan kerimbunan dedaunan, debu, dan abu dapat menempel pada daun, yang di saat hujan akan tercuci oleh air hujan. Dari berbagai pengamatan yang dirangkum oleh Bianpoen (1977) diketahui bahwa kumpulan pohon yang terdapat di sebidang tanah seluas 300×400 m^2 mampu menurunkan konsentrasi debu di udara dari 7.000 partikel/liter menjadi 4.000 partikel/liter.

Selain itu diketahui pula bahwa antara ujung-ujung suatu jalur hijau yang memiliki panjang 5 km dengan lebar 2 km, terjadi penurunan konsentrasi debu dengan perbandingan 50:3. Dengan tajuknya yang lebat, barisan pohon mampu mengurangi kecepatan angin. Menurut Kitredge (1948), jalur hijau (*shelterbelts*) mampu mereduksi 20% dari kecepatan angin di tempat terbuka. Ini berarti dapat mengurangi kadar debu yang beterbangan. Yang menurut hasil pengukuran kadar debu oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (R.P. Sudarno, 1984), sejak 1978 konsentrasi debu di semua kota mengalami kenaikan.

5. Mereduksi Beberapa Zat Pencemar Udara

Selain CO_2, peristiwa pembakaran (terutama yang berbahan bakar minyak) juga menghasilkan limbah asap yang mengandung sulfur dioksida (SO_2). Di udara, SO_2 ini akan bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat (H_2SO_4). Bila bercampur air hujan akan menghasilkan hujan asam yang membahayakan kesehatan kulit serta menimbulkan korosi. Dalam hal ini tajuk pohon berfungsi menahan air hujan tersebut, yang kemudian pada beberapa pohon yang mengeluarkan air gutasi, kandungan asamnya dinetralkan.

6. Meningkatkan Kenyamanan Lingkungan

Pepohonan mampu membentuk mikroklimat yang sejuk, mengurangi kebisingan, mencegah silaunya sinar matahari, mengurangi bau busuk serta menyekat pemandangan yang kurang layak. Kegiatan metabolisme evapotrenspirasi tumbuhan akan menyebabkan suhu di sekitar tajuk menjadi lebih rendah dan kadar kelembapannya meningkat (diadaptasi dari Zoer'aini, 1988; (Adiningsih, 2002).

Begitu banyak manfaat pohon bagi kelangsungan dan kualitas hidup manusia, apakah diabaikan begitu saja? Yang harus dilakukan sekarang ini adalah bersama berupaya "menghutankan kembali hutan" serta menghijaukan kembali kota Dengan menanam pohon berarti mengurangi terciptanya konsentrasi panas yang berlebihan akibat dari polusi udara. Karena pohon dapat mengendalikan suhu dan memberikan kelembaban pada udara.

Masalah penghijauan bukan menjadi urusan pemerintah semata. Masyarakat pun harus terlibat aktif. Jangan hanya bisa mengeluh bila kotanya menjadi gersang dan panas. Di sisi lain pemerintah harus tegas dalam memberikan sanksi kepada perusak lingkungan. Pemerintah harus berani menegur para pengembang yang tidak menyediakan sarana ruang terbuka hijau. Bukankah telah ada peraturan mengenai hal ini? Di beberapa kota dan kabupaten, ada ketentuan bahwa daerah pemukiman harus menyediakan sedikitnya 20% dari lahannya untuk menjadi ruang terbuka hijau. Namun apakah peraturan tersebut telah efektif berjalan?. Untuk itu agar peraturan tersebut dapat terlaksana, pemerintah harus menjadikan dirinya sebagai lembaga yang disegani.

Pemerintah jangan memanfaatkan kekuasaannya untuk mengeruk keuntungan pribadi dengan "menjual" lahan ruang terbuka hijau

kepada investor. Selain itu, pemerintah harus berdiri di depan (menjadi teladan) dalam penjagaan kelestarian hutan serta pengadaan ruang terbuka hijau. Jangan hanya sampai pada konsep dan slogan saja.

Pohon-pohon memberikan penutup secara permanen dan dengan demikian dapat lebih banyak menggunakan energi matahari. Pohon-pohon dapat memperkaya muka bumi dengan seresah yang gugur di atasnya dan dapat juga merubah iklim mikro. Karena pohon-pohon pada umumnya tumbuh tinggi, maka dapat memberi naungan pada tanaman-tanaman di bawahnya dan pada saat kekurangan air dapat mendominasi tata air setempat Pohon-pohon buah-buahan dalam *agroforestry* diharapkan dapat berbuah dengan cepat sebelum menjadi terlalu tinggi. Dengan demikian, maka buah, biji-bijian atau bagian pohon lainnya dengan mudah dipungut. Pohon-pohon dalam sistem *agroforestry* dapat berfungsi juga sebagai cadangan plasma nutfah. Hal ini lebih bermanfaat daripada ditelantarhan saja atau punah karena pembukaan hutan untuk keperluan-keperluan lain. Selain itu, pohon-pohon yang dipilih hendaknya memberikan hasil yang dapat digunakan oleh penduduk setempat.

Keuntungan-keuntungan lainnya yang bisa didapat dengan penanaman pohon- pohonan, oleh Manap dan Abood (1990) disebut bahwa :

a. Memberikan diversifikasi hasil. Di samping buah dapat juga dimanfaatkan kayunya.
b. Memberikan jaminan terhadap kegagalan hasil, karena pohon-pohonan merupakan "modal sendiri
c. Berpengaruh baik terhadap tata air
d. Mengurangi terjadinya suhu-suhu ekstrim, baik di udara, dalam tanah dan dalam batang dan daun, sehingga meningkatkan produktivitas tanaman pertanian.
e. Dapat mengurangi kerusakan-kerusakan terhadap tanaman pertanian yang disebabkan oleh hujan yang deras.

B. Fungsi Pohon-pohon untuk Menyuburkan Tanah

Pohon-pohon yang dapat digunakan sebagai pupuk dalam sistem-sistem *agroforestry*, karena seresahnya mengandung zat hara yang penting (yaitu nitrogen, phospor dan potassium) dalam jumlah air

cukup tinggi dibandingkan dengan jenis jenis lain (Kartawinata,1990). Di samping *leguminosa*, jenis jenis lain seperti A*rtocarpus elastica, A. interger, Anthocephalus chinensis, Urophyllum polyneurum, Macaranga gigantea* dan *M. winkleri* adalah sumber-sumber nitrogen yang baik, karena daunnya berkadar nitrogen yang tinggi.

Kadar phosphorus yang tinggi terdapat pada daun *Artocarpus integer, Anthocephalus chinensis, Cananga odorata, Lindera lucida, Nephelium lappaceum, Pithecellobium microcarpum* dan *Symplocos fasciculate,* sedangkan potassium dengan kadar tinggi terdapat pada daun *Arocapus elastica, A integer Bridelia glauca, Eusideroxylon zwageri, Lindera lucida, Nauclea orientalis, Payena lucida* dan *saurauia subcordata*. Kadar calcium yang tinggi didapat pada *Artocarpus elasticus, Bridalia gluaca, Cananga odorata, Cratoxylum sumatranum, Duabanga molucanna* dan *Symplocos fasciculata,* sedangkan kadar magnesium yang tinggi didapat pada *Cananga odorata, Macaranga gigantea, M winskleri, Saurania subcordata* dan *Sytnplocos fasciculata*. Jenis jenis ini dapat digunakan untuk memperbaiki tanahtanah rusak/kritis.

Sistem *agroforestry* memiliki potensi untuk menyerap karbon dalam waktu singkat. Lamtoro dan *eucalyptus* dapat memainkan peran penting sebagai penyerap karbon dan memberikan kontribusi signifikan terhadap penghapusan CO_2 dari atmosfer. Secara rasional menurut penggunaan tempat tumbuh yang optimal, praktik budaya pada tempat tumbuh *agroforestry* harus dipahami. Lebih lanjut dijelaskan oleh Senoaji (2012) bahwa sistem *agroforestry* masyarakat Baduy pada kebun sengon campuran ini memiliki arti penting dari sisi ekonomi dan ekologi. Kebun sengon campuran ini bukanlah suatu sistem subsisten, melainkan sengaja dikembangkan untuk produksi yang komersil dengan bertumpu pada sumber daya pepohonan yang bernilai ekonomi. Sistem *agroforestry* kebun sengon campuran ini menjamin konservasi dan pengembangbiakan jenis-jenis tertentu, meningkatkan produktivitas dan profitabilitas lahan, dan menjamin terjadinya pengelolaan lahan secara keseluruhan, serta sekaligus menyatukan sistem pengelolaan hutan dengan sistem pertanian setempat. Masyarakat Baduy menganggap tanaman, pepohonan dan struktur ekosistem alam sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Mereka melakukan praktik modifikasi ekosistem yang sebenarnya melestarikan dan memperbanyak jenis pohon bermanfaat.

Perubahan komposisi dapat dibuat di antara spesies dan tingkat intra spesifik, yang terakhir pembuatan penggunaan dalam-spesies variasi dalam pertumbuhan dan fenologi dalam kondisi yang berbeda. Dijelaskan juga oleh Effendi *et al.,* (2010) sebanyak 53 jenis tanaman dan ikan yang dikelompokkan dalam biji-bijian (padi gogo dll), umbi-umbian (ubi jalar dll), sayuran (ketimun dll), buah-buahan (nenas dll), ikan mujaer. Pada tingkat spesies, pemilihan pohon makanan 'generalis' yang tumbuh dengan baik di bawah kondisi yang bervariasi dapat menjadi respon penting, meskipun ini dapat mengakibatkan beberapa eksotik yang sangat mudah beradaptasi menjadi dominan, yang akan diinginkan dalam menyediakan berbagai macam produk dan layanan pohon. Salah satu cara memproduksi pangan melalui praktik-praktik *agroforestry* dapat disesuaikan dengan perubahan iklim adalah dengan menyesuaikan komposisi pohon untuk memperhitungkan kondisi lingkungan baru (FAO, 2013b).

Sistem *agroforestry* sederhana adalah perpaduan-perpaduan konvensional yang terdiri atas sejumlah kecil unsur, yakni unsur pohon yang memiliki peran ekonomi penting (seperti kelapa, karet, cengkeh, jati, dll.) atau yang memiliki peran ekologi (seperti dadap dan petai cina), dengan sebuah unsur tanaman musiman (misalnya padi, jagung, sayur-mayur, rerumputan), atau jenis tanaman lain seperti pisang, kopi, coklat dan sebagainya yang juga memiliki nilai ekonomi. Sistem *agroforestry* kompleks adalah sistem-sistem yang terdiri dari sejumlah besar unsur pepohonan, perdu, tanaman musiman dan atau rumput. Penampakan fisik dan dinamika di dalamnya mirip dengan ekosistem hutan alam primer maupun sekunder. Sistem *agroforestry* kompleks bukanlah hutan-hutan yang ditata lambat laun melalui transformasi ekosistem secara alami, melainkan merupakan kebun-kebun yang ditanam melalui proses perladangan" (FAO, 2013a). *Agroforestry* sungguh-sungguh merupakan sebuah formula yang optimal untuk wilayah kering atau terdegradasi?. *Agroforestry* dapat memperbaiki produktivitas dengan berbagai cara termasuk meningkatkan *output* produk tanaman pohon, memperbaiki hasil tanaman terkait, pengurangan *input* sistem penanaman, dan meningkatkan efisiensi tenaga kerja. *Agroforestry* menyediakan cara untuk menambah persediaan habitat hutan dan menyediakan konektivitas *landscape* yang lebih besar. Jika lahan tanaman pertanian lebih banyak menduduki *landscape*, hutan penyangga di tepi sungai dan bidang *shelterbelts*, menjadi penting untuk memelihara keanekaragaman

hayati binatang dan tumbuhan, terutama yang berada di bawah skenario iklim yang berubah. *Agroforestry* akan menambah keanekaragaman hayati binatang dan tumbuhan pada *landscape* yang mungkin hanya berisi tanaman pertanian monokultur. *Agroforestry* mempunyai potensi yang luar biasa untuk membantu petani menyeimbangkan tujuan produksi yang kadang-kadang berlawanan dengan *stewardship* yang menyediakan barang dan jasa yang ditanam secara bersama-sama dengan pohon yang dihasilkan dalam lahan agrikultur.

C. Pilihan Tanaman dalam *Agroforestry* Program Perhutanan Sosial

Sistem *agroforestry* memiliki keanekaragaman hayati yang relatif rendah, dan kami tidak menemukan bukti untuk link erat antara penyimpanan karbon dan keanekaragaman hayati. Akan tetapi, solusi manajemen *win-win agroforestry* potensial termasuk menggabungkan kualitas naungan-pohon tinggi yang cocok keanekaragaman hayati dengan kakao-yield disesuaikan tingkat naungan (Kessler *et al.,* 2012). Pemilihan pohon makanan 'generalis' yang tumbuh dengan baik di bawah kondisi yang bervariasi dapat menjadi respon penting, meskipun ini dapat mengakibatkan beberapa eksotik yang sangat mudah beradaptasi menjadi dominan, yang akan diinginkan dalam menyediakan berbagai macam produk dan layanan pohon (Shahub *et al.,* 2017). Untuk melaksanakan *agroforestry* dalam program Perhutanan Sosial, Perum Perhutani (1990), telah memberikan petunjuk mengenai jenis jenis tanaman yang dapat dibudidayakan menurut situasi dan fungsi-fungsi yang berbeda-beda, yaitu :

1. Jenis-jenis tanaman yang sesuai dengan agroekosistem
2. Jenis-jenis tanaman yang sesuai dengan fungsinya
3. Jenis-jenis tanaman tahan naungan.

Melalui pola tanam *agroforestry* yang memadukan tanaman keras dengan tanaman pangan, petani yang mengembangkan Hutan Rakyat maupun masyarakat lain yang ikut terlibat dalam pengelolaan HKm, HTR maupun HD dapat menikmati hasil harian dari tanaman pangan dan dapat memetik hasil yang menguntungkan dari kayu yang dihasilkan tanaman keras. Dengan pola tanam *agroforestry* diharapkan dapat memperoleh dua keuntungan sekaligus yaitu yaitu produksi (ekonomi) dan pelayanan lingkungan (ekologi).

Agroforestry pada dasarnya adalah pola pertanaman yang memanfaatkan sinar matahari dan tanah yang `berlapis-lapis` untuk meningkatkan produktivitas lahan. Ambil contoh berikut ini. Pada sebidang tanah, seorang petani menanam sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang memiliki tajuk (*canopy*) yang tinggi dan luas. Di bawahnya, sang petani menanam tanaman kopi (*Coffea spp*) yang memang memerlukan naungan untuk berproduksi. Lapisan terbawah di dekat permukaan tanah dimanfaatkan untuk menanam empon-empon atau ganyong (*Canna edulis*) yang toleran/tahan terhadap naungan. Bisa dimengerti bahwa dengan menggunakan pola tanam *agroforestry* ini, dari sebidang lahan bisa dihasilkan beberapa komoditas yang bernilai ekonomi. Akan tetapi, sebenarnya pola tanam *agroforestry* sendiri tidak sekedar untuk meningkatkan produktivitas lahan, juga melindungi lahan dari kerusakan dan mencegah penurunan kesuburan tanah melalui mekanisme alami. Tanaman kayu yang berumur panjang diharapkan mampu memompa zat-zar hara (*nutrient*) di lapisan tanah yang dalam, kemudian ditransfer ke permukaan tanah melalui luruhnya biomassa. Mekanisme ini juga mampu memelihara produktivitas tanaman yang berumur pendek, seperti palawija. Mekanisme alami ini menyerupai ekosistem hutan alam, yakni tanpa input dari luar, ekosistem mampu memelihara kelestarian produksi dalam jangka panjang. Pola tanam *agroforestry* yang dianggap paling mendekati struktur hutan alam adalah pekarangan atau kebun. Pada pekarangan/kebun, tanaman-tanaman tumbuh secara acak, sehingga menciptakan struktur tajuk dan perakaran yang berlapis. Jadi manfaat ganda dari pola *agroforestry* (yang ideal dan konsisten) adalah peningkatan produktivitas dan pemeliharaan lingkungan. Teknologi *agroforestry* di kawasan hutan di pulau Jawa dilaksanakan dengan menggunakan bentuk tumpangsari. Inmas tumpangsari, dan terakhir tumpangsari selama daur tanaman pokok dalam perhutanan sosial.

D. Konservasi Hutan dan Lingkungan Melalui *Agroforestry*

Isu lingkungan global di sektor kehutanan telah menjadi topik utama dalam sidang ITTO di Bali tahun 1990, yang menghasilkan satu komitmen terhadap terlaksananya *Sustainable Forest Management* (SFM) dengan target upaya pada awal tahun 2000. Pada "agenda 21" sebagai wujud hasil konferensi bumi di Rio de Janeiro tahun 1992, pada bagian 11 menempatkan masalah kelestarian sumberdaya hutan sebagai isu

sentral yang harus ditangani seluruh masyarakat dunia, khususnya bagi negara-negara yang memiliki kekayaan sumberdaya hutan. Apabila hutan tidak dipertahankan atau dilestarikan fungsi perlindungan hutan terhadap tanah akan hilang, sehingga akan terjadi erosi bahkan longsor seperti yang banyak terjadi sekarang ini bila musim hujan datang. Erosi semakin besar dengan besarnya intensitas hujan serta makin curam dan panjangnya lereng. Akibat adanya erosi kesuburan tanah akan berkurang karena lapisan atas sudah terkikis dan terbawa oleh air, sehingga akan menurunkan produksi tanaman dan pendapatan petani" (Sinukaban. 1994). Berbagai pendekatan yang dapat mencegah dan mengurangi perubahan iklim model *agroforestry* dapat memitigasi dan mengadapatasi perubahan iklim dengan alasan- alasan sebagai berikut: a). Pencampuran jenis pohon penghasil kayu, buah dan lain-lain, merupakan salah satu model tanaman campuran; b). Pencampuran jenis yang didasarkan pada sifat toleransi (kanopi dan *undestory*); c). Pencampuran perbedaan umur; d). Pencampuran berdasarkan perbedaan waktu pemanenan; e). Penggabungan nilai ekonomi, sosial dan budaya, sehingga perubahan vegetasi dapat berjalan seiring dengan perubahan sosial dan budaya secara berangsur yang dapat disesuaikan dengan perubahan iklim dan f). Dapat digunakan sebagai model untuk memfasilitasi perubahan kelompok vegetasi menjadi kelompok yang baru (adaptasi), seperti teori perubahan vegetasi melalui perladangan berpindah yang teratur (Butar-butar, 2009)

Perubahan iklim sudah melanda seluruh dunia, termasuk Indonesia. Hal ini diakibatkan oleh pencemaran gas buang yang terpapar di atmosfer dan menyebabkan suhu permukaan bumi menjadi meningkat. Sektor kehutanan diharapkan dapat berperan besar dalam rangka pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) ini dengan mengurangi emisi sebesar 14% atau 52% dari total target pemerintah sebesar 26% dari Business as Usual (BAU) pada tahun 2020. *Agroforestry* sebagai salah satu model pengelolaan hutan terbukti mampu berperan dalam mitigasi perubahan iklim. Dalam hal ini, *agroforestry* berfungsi sebagai sumber penyerap karbon di udara, penyimpan cadangan karbon sekaligus sebagai sumber energi dan bahan bakar alternatif untuk beberepa jenis tanaman tertentu. Potensi serapan karbon *agroforestry* lebih tinggi dibandingkan dengan hutan tanaman monokultur" (Widiyanto, 2016b). Pengelolaan hutan perlu beradaptasi dengan kebutuhan dan peluang pada skala nasional, regional dan lokal, bahkan sampai pada

bagian sementara belum ada ketidakpastian yang jelas lokasinya. Strategi manajemen yang mengabaikan ketidakpastian yang terkait dengan perubahan iklim kemungkinan akan jatuh jauh dari harapan, sedangkan strategi yang mengakui perubahan iklim berkelanjutan, menggabungkan monitoring yang relevan, dan termasuk kapasitas untuk adaptasi mungkin lebih sukses dalam jangka panjang. Menurut Sinukaban "apabila hutan tidak dipertahankan atau dilestarikan fungsi perlindungan hutan terhadap tanah akan hilang, sehingga akan terjadi erosi bahkan longsor seperti yang banyak terjadi sekarang ini bila musim hujan datang. Erosi semakin besar dengan besarnya intensitas hujan serta makin curam dan panjangnya lereng. Akibat adanya erosi kesuburan tanah akan berkurang karena lapisan atas sudah terkikis dan terbawa oleh air, sehingga akan menurunkan produksi tanaman dan pendapatan petani" (Sinukaban. 1994). Melestarikan hutan berarti kita melestarikan lingkungan hidup, karena dengan menyelamatkan hutan kita juga menyelamatkan semua komponen kehidupan. Jika kita mengetahui mengenai sesuatu mengenai potensi alam dan faktor-faktor yang membatasi kita dapat menentukan penggunaan terbaik. Melakukan pelestarian hutan sama dengan menyelamatkan ekosistem dari hutan itu sendiri, ekosistem terbentuk oleh komponen hidup dan tak hidup di suatu tempat yang berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang teratur. Konservasi hutan adalah praktek menanam dan memelihara kawasan hutan untuk kepentingan dan kelangsungan generasi mendatang. Konservasi hutan juga bertujuan pergeseran cepat dalam komposisi spesies pohon dan distribusi usia. Oleh karena itu, upaya untuk menghentikan atau memperlambat kerusakan hutan penting, karena kerusakan hutan menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius. Deforestasi memiliki efek signifikan pada perubahan iklim atau pemanasan global. Hilangnya hutan kami meliputi pengelolaan sumber daya hutan oleh masyarakat lokal dan populasi hutan tinggal, upaya berbagai organisasi konservasi hutan yang didedikasikan untuk pelestarian dan pemulihan barang dan jasa hutan untuk kepentingan manusia dan planet. Regulasi emisi karbon dioksida untuk mengurangi pemanasan global, di samping dukungan pemerintah dan kebijakan lingkungan pelindung juga penting untuk membalikkan penurunan hutan dan hutan kita. Pendekatan terhadap upaya pengendalian dampak kegiatan industri terhadap kesehatan dan lingkungan, telah terjadi perubahan yang signifikan pada masyarakat.

Hutan memainkan peran penting dalam mencegah pemanasan global dan membangun masyarakat yang berkelanjutan. Hutan memiliki berbagai fungsi, termasuk konservasi lahan, mengamankan sumber air, pengendalian perubahan iklim, dan penciptaan lingkungan alami penting untuk eksistensi manusia. Hukum memberikan nilai baru untuk "*multi functional*" hutan-hutan ini dengan tujuan untuk mencapai keselarasan antara mereka dan masyarakat. Hubungan antara konservasi hutan dan pemanasan global layak perhatian khusus; hutan berperan besar sebagai penyerap karbon dioksida. Sikap masyarakat terhadap promosi praktek *agroforestry* tidak bergantung pada valuasi ekonomi, etnisitas, ukuran keluarga dan lama penyelesaian periode. Namun, sikap itu tergantung pekerjaan, tingkat melek huruf, jarak permukiman dari batas taman nasional, pola kerusakan tanaman, ukuran induk dan jumlah ternak yang dimiliki oleh orang orang.

Produksi kehutanan dapat mengambil manfaat di beberapa daerah dengan perubahan dalam hasil dan perkembangan pasar lebih kuat untuk kayu keras sebagai pengganti kayu keras tropis atau berasal dari bahan bakar fosil bahan konstruksi, dan untuk pasar energi bio. Di samping itu, beberapa jenis pohon dan tanaman lainnya yang hadir pada kebun hutan juga memiliki nilai penting bagi keberlangsungan identitas kultural masyarakat. Beberapa contoh adalah pohon-pohon madu (*Koompasia spp*.) yang sekaligus juga berfungsi untuk melestarikan budaya lomba memanjat pohon di kalangan generasi muda pada beberapa kelompok masyarakat Dayak, pohon-pohon produksi yang sekaligus juga berkualitas baik untuk peti mati (misalnya durian/*Durio zibethinus*), jenis-jenis tanaman hias, tetapi juga berfungsi untuk ritual (misalnya pinang/*Areca catechu*). *Forest-based agroforest* seperti lembo juga merupakan medan untuk melestarikan kegiatan tradisional masyarakat asli yaitu berburu satwa liar, terutama saat musim-musim buah besar.

Pemahaman akan nilai-nilai kultural dari suatu aktivitas produksi hingga peran berbagai jenis pohon atau tanaman lainnya di lingkungan masyarakat lokal amatlah penting dalam rangka keberhasilan pemilihan desain dan kombinasi jenis pada bentuk-bentuk *agroforestry* modern yang akan diperkenalkan atau dikembangkan di suatu tempat. Salah satu ciri dari masyarakat tradisional adalah terdapatnya kelembagaan lokal yang mengatur kehidupan sehari-hari anggota komunitas di samping peraturan perundangan resmi yang dikeluarkan oleh pemerintah. Oleh

karenanya tidak mengherankan bahwa pada banyak masyarakat asli atau masyarakat yang tinggal di wilayah-wilayah/desa-desa terpencil di Indonesia akan dikenal dua pimpinan, yaitu kepala desa (*village head*) yang mengurusi administratif pemerintahan serta kepala adat (*traditional leader*) yang lebih terkait dengan hubungan kehidupan antar warga sehari-hari, termasuk dalam hal pemanfaatan lahan seperti *agroforestry*. Keberlangsungan praktik *agroforestry* lokal tidak hanya melestarikan fungsi dari kepala adat, tetapi juga norma, sangsi, nilai, dan kepercayaan (yang keempatnya merupakan unsur-unsur dari kelembagaan) tradisional yang berlaku di lingkungan suatu komunitas. *Agroforestry* bertanggungjawab terhadap issu ekonomi, lingkungan, dan sosial secara umum di berbagai wilayah di bumi ini" (Golfray *et al.* 2010). Sistem ini mengurangi masalah-masalah yang ditimbulkan akibat konversi lahan, seperti kekeringan, banjir, kepunahan flora dan fauna, erosi, penurunan kesuburan tanah, dan bahkan perubahan lingkungan global. *Agroforestry* ini diharapkan dapat mencegah perluasan tanah terdegradasi, melestarikan sumberdaya hutan, meningkatkan mutu pertanian, serta menyempurnakan intensifikasi dan diversifikasi silvikultur.

Salah satu konsepsi dasar dari *agroforestry* di daerah tropis adalah bahwa pohon dan vegetasi lainnya dapat meningkatkan kualitas lapisan tanah (pembentukan humus). Sistem *agroforestry* terdapat "tiga proses mediasi utama pohon yang menentukan luas dan tingkat peningkatan kualitas tanah dalam. Ketiga hal itu adalah: 1) meningkatnya input N melalui fiksasi nitrogen secara biologis oleh pohon pengikat nitrogen, 2) bertambahnya ketersediaan nutrisi sebagai hasil dari produksi dan dekompoisisi dari banyaknya substansi biomas pohon, dan 3) memperbesar penyerapan dan pemanfaatan nutrisi dari lapisan tanah paling dalam melalui akar pohon yang dalam" (Nair *et al.* 1994). Peluang utama lainnya dari perbaikan tanah pada *agroforestry* adalah melalui konservasi tanah. Jika diatur dan dirancang secara tepat, teknik-teknik *agroforestry* dapat berperan untuk melindungi dan memulihkan kembali fungsi ekosistem dengan mengurangi erosi air dan angin dan menambah produktivitas tanah. *Agroforestry* dapat juga disesuaikan dengan design praktek manajemen terbaik untuk menghambat dan memperlakukan *storm water runoff* dari komunitas dan memulihkan kembali fungsi ekologis DAS. *Agroforestry* bagi petani akan selalu memperoleh diversifikasi ekonomi sebagai motivasi utama untuk membangun silvopasture, manfaat lain meliputi pengendalian

erosi, peningkatan habitat satwa liar, dan pengikatan karbon. Hal ini berhubungan dengan issu kualitas tempat tinggal untuk lebih banyak menerapkan dan meningkatkan potensi *agroforestry* pada *interface agricultural/community* untuk memulihkan kembali fungsi ekologis yang menyediakan manajemen *stormwater*, habitat satwa liar, peluang rekreasi, dan meningkatkan nilai estetika,

E. Tantangan *Agroforestry*

Perkembangan ilmu dan teknologi yang menjuru ke arah spesialisasi yang semakin tajam menyebabkan tumbuhnya konsep-konsep pembangunan tanaman pangan, hortikultura, perikanan, peternakan dan kehutanan yang seolah-olah terlepas satu sama lain, menyebabkan tersingkirnya kearifan lokal tersebut. Perkembangan konsep *agroforestry* yang menggunakan teknologi masukan tinggi, pembabatan hutan semena-mena, kerusakan lingkungan dan sumber daya alam yang mencapai puncaknya dalam tahun 1960-an, mulai menyadarkan para ahli akan berbagai akibat yang membahayakan kehidupan manusia yang diakibatkan berbagai konsep yang telah berkembang sebelumnya. Alih-guna lahan hutan menjadi lahan pertanian disadari menimbulkan banyak masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dialih-gunakan menjadi lahan usaha lain. *Agroforestry* adalah salah satu sistem pengelolaan lahan yang mungkin dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat adanya alih-guna lahan tersebut di atas dan sekaligus juga untuk mengatasi masalah pangan. *Agroforestry*, sebagai suatu cabang ilmu pengetahuan baru di bidang pertanian dan kehutanan, berupaya mengenali dan mengembangkan keberadaan sistem *agroforestry* yang telah dipraktikkan petani sejak dulu kala. Secara sederhana, *agroforestry* berarti menanam pepohonan di lahan pertanian, dan harus diingat bahwa petani atau masyarakat adalah elemen pokoknya (subyek). Dengan demikian kajian *agroforestry* tidak hanya terfokus pada masalah teknik dan biofisik saja tetapi juga masalah sosial, ekonomi dan budaya yang selalu berubah dari waktu ke waktu, sehingga *agroforestry* merupakan cabang ilmu yang dinamis. *Agroforestry* diharapkan bermanfaat selain untuk mencegah perluasan tanah terdegradasi,

Permasalahan yang perlu menjadi perhatian adalah adanya kesenjangan antara pola tanam *agroforestry* yang dilakukan masyarakat petani dengan konsep dan kemajuan penelitian tentang *agroforestry*. Petani masih berkutat dengan kemiskinan dan memenuhi urusan perut, sementara peneliti *agroforestry* berbicara tentang CO_2 flux. Kalangan peneliti berharap besar pada *agroforestry* sebagai pola tanam yang mampu menyelamatkan lingkungan. Atau lebih sederhana, petani berbicara masalah mempertahankan hidup, peneliti berbicara kelestarian lingkungan global. Teknologi *agroforestry* mestinya sudah dipraktikkan secara modern tanpa meninggalkan fungsinya sebagai pendukung ketahanan masyarakat miskin. Kegagalan tanam adalah masalah kompleks yang sangat sulit ditelusur akar masalahnya: bisa ekologis, sosio-ekonomis atau politis, bahkan *mismanagement* dan *misinterpretation*. Akibatnya jelas, tiap musim penghujan datang bencana banjir dan tanah longsor menjadi momok bagi masyarakat. Di sisi lain, masyarakat sekitar hutan (petani) tetap dan semakin miskin, sehingga banyak ditemukan kendala-kendala dalam pengembangan *agroforestry* antara lain :

1. Kendala Kebijakan

Kebijakan memainkan peran penting di negara-negara membedakan dan wilayah yang telah memperoleh manfaat dari *agroforestry* dari orang-orang yang belum memahami. Menurut Riyadi *et al.,* 2013 bahwa ada tiga bidang kebijakan kunci di mana kendala harus diatasi agar manfaat *agroforestry* untuk didistribusikan lebih luas yaitu:

Pertama, petani membutuhkan tanah dan pohon kepemilikan. Di mana ini adalah tidak ada atau diperebutkan, keterlibatan petani dalam penanaman pohon dan manajemen dapat dibatasi; tetapi ketika mereka yakin, kepentingan yang lebih besar dalam *agroforestry* dirangsang. Lahan hak kepemilikan sangat penting bagi *agroforestry* dibandingkan dengan praktik-praktik pertanian lainnya, karena waktu yang relatif lama mungkin diperlukan untuk mewujudkan manfaat. Kadang-kadang kebijakan saat ini kepemilikan terdapat dampak yang merugikan, misalnya ketika peraturan yang dirancang untuk mengontrol panen, pemotongan atau penjualan produk pohon dari hutan diterapkan untuk lahan pertanian dan membatasi kemampuan untuk menggunakan pohon yang ditanam sebagai pengganti sumber daya alam liar.

Kedua, kebijakan yang menentukan bagaimana petani memperoleh bibit, bibit dan klon dari berbagai jenis pohon yang cocok untuk berbagai kebutuhan penanaman mereka sangat penting. Kebijakan saat ini sering memperlambat adopsi *agroforestry*, misalnya, dengan diskriminasi terhadap benih kewirausahaan skala kecil dan pemasok bibit dengan menyediakan LSM dan penyuluhan pemerintah dengan dana untuk memberikan bibit pohon secara gratis kepada petani. Meskipun tujuannya baik (untuk melindungi hak kekaryaan intelektual, menghentikan pengenalan spesies yang berpotensi invasif, dll), undang-undang untuk mengendalikan arus plasma nutfah secara internasional juga telah melambat akses petani ke bahan tanam yang tepat, misalnya, membatasi transfer ke Afrika kultivar unggul pohon buah-buahan dikembangkan di Asia.

Ketiga, lingkungan kebijakan saat ini sering tidak mengakui *agroforestry* sebagai daerah investasi yang menarik di bidang pertanian. Sebagai contoh, pemerintah sering mensubsidi penyediaan pupuk buatan untuk meningkatkan hasil panen pokok, yang menghambat adopsi teknologi ditingkatkan bera yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi tanaman pokok biaya yang lebih efektif dan berkelanjutan. Masalah lain adalah kurangnya perhatian yang diberikan kepada produk dan layanan pohon dalam pengumpulan data dan karena ada kurangnya informasi tentang nilai pohon *agroforestry* dalam mendukung ketahanan pangan dan gizi (FAO, 2013b). Masih banyak persoalan dan kendala yang harus dipecahkan sebelum ide itu dapat direalisasikan. Salah satu persoalan yang masih belum bisa dipecahkan adalah cara penentuan atau pemberian nilai terhadap lingkungan. Perlunya penentuan nilai terhadap lingkungan antara lain:

a. Imbalan yang diterima para pemberi jasa lingkungan (petani yang menerapkan konservasi lahan) melalui penjualan hasil produknya terlalu rendah atau tidak sebanding dengan produk serupa yang yang dihasilkan tanpa penerapan konservasi lingkungan.
b. Jasa lingkungan yang dihasilkan oleh para petani *agroforestry* yang menerapkan pengelolaan konservasi tidak bisa dijual dan tidak dihargai secara wajar oleh para penikmat jasa tersebut.
c. Kepedulian terhadap konservasi lingkungan oleh berbagai tingkatan pengambil keputusan dari berbagai lapisan masyarakat sangat rendah.

Adanya kesenjangan antara produsen jasa lingkungan yang umumnya miskin dan berdomisili di hulu dengan penikmat jasa lingkungan di berbagai bagian dari bentang lahan seharusnya bisa dijembatani. Salah satu upaya menjembatani kesenjangan ini adalah dengan mengembangkan cara-cara pemberian nilai terhadap lingkungan. Namun sampai dengan saat ini belum ada cara penilaian terhadap lingkungan yang direkomendasikan.

Dikemukakan oleh Campos *et al.*, bahwa "*agroforestry* melibatkan pohon tanaman pilihan sementara silvopastoral sistem link dengan hewan untuk memberikan kesempatan yang penting bagi meningkatkan produktivitas pertanian dan kelestarian lingkungan. Selain itu, menggabungkan sistem agropastoral tanaman, binatang dan pohon. Potensi bio-ekonomi dan lingkungan sistem ini diremehkan. Integrasi ruminansia dengan kelapa, minyak sawit dan karet perkebunan memungkinkan diversifikasi, stratifikasi dan bermanfaat interaksi tanaman-hewan-tanah sinergis seperti meningkatkan protein hewani persediaan untuk memenuhi persyaratan manusia yang diproyeksikan hingga tahun 2050 dan keamanan pangan: The Biomassa feed yang tersedia adalah pendorong utama dari dampak ekonomi, bersama dengan kompetisi untuk nutrisi dan kelembaban, pohon kanopi efek, jenis ternak ruminansia dan isu-isu manajemen (Campos *et al*, 2010). Penting untuk dicatat bahwa di Asia, pertanian campuran disediakan 90% susu, 77% daging ruminansia, 47% dari daging babi dan unggas, dan 31% telur. Melewati pertumbuhan tren menyarankan bahwa pertanian campuran sistem tumbuh setengah lebih cepat (2,2% per tahun) dibandingkan dengan sistem industri (4.3% per tahun), dan tiga kali secepat yang pastoral sistem (0.7% per tahun). Data menunjukkan bahwa produksi ruminansia dalam campuran sistem pertanian akan terus menjadi penting di masa depan.

Pedoman direvisi FAO baru-baru bagi para pembuat kebijakan untuk mendukung pengembangan *agroforestry* merekomendasikan, misalnya, reformasi peraturan yang tidak menguntungkan, pembatasan hukum dan mekanisme keuangan membatasi yang menghambat praktek *agroforestry*; menjelaskan tujuan kebijakan penggunaan lahan dan peraturan; menguraikan kebijakan baru yang mengakui peran pohon di peternakan dalam pembangunan; dan memperkuat akses petani ke pasar untuk produk pohon (FAO 2013b). Beberapa negara, termasuk Brazil,

sedang mengembangkan atau menyegarkan strategi *agroforestry* mereka secara partisipatif dengan masyarakat setempat, sementara pemerintah China dan India telah memulai program ambisius untuk meningkatkan tutupan pohon di luar hutan. Lebih banyak perhatian harus diberikan untuk pohon makanan dalam program tersebut. Beberapa pemerintah menetapkan persyaratan minimum untuk tutupan pohon di peternakan. Di Kenya, di mana minimal penutup 10% telah ditetapkan, pemerintah telah mengalokasikan dana untuk membantu petani untuk memenuhi persyaratan ini. *Agroforestry* diakui di bawah Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim sebagai metode mitigasi kunci dalam pertanian, dan rencana adaptasi perubahan iklim nasional perlu untuk lebih merangkul *agroforestry* sebagai respon pertanian iklim-pintar.

2. Kendala Produk Pohon ke Pasar

Pasar untuk banyak produk pohon yang kurang terstruktur dan terkoordinasi. Hal ini menyebabkan rendah dan tidak stabil kembali ke petani dan harga tinggi untuk pembeli makanan, pohon, yang membatasi konsumsi mereka. Menurut Jamnadass *et al.,* bahwa "Permasalahan yang sering dikutip oleh produsen termasuk tidak adanya sistem tawar-menawar kolektif, infrastruktur transportasi yang buruk, dan keterlibatan beberapa perantara dalam rantai pasokan, semua yang bertindak untuk menurunkan harga pertanian" (Jamnadass *et al.* 2013).

Untuk barang yang mudah rusak seperti buah, hasilnya juga pemborosan tinggi sepanjang rantai pasokan dan kegagalan untuk mencapai nilai kualitas. Yang berlaku pengembalian rendah berarti bahwa petani berjuang untuk membeli input untuk meningkatkan praktik manajemen pertanian sub optimal mereka. Pedagang juga menghadapi banyak masalah seperti jalan yang buruk, pejabat korup dan tingginya biaya pengumpulan produk pohon dari produsen geografis-tersebar.

3. Investasi dalam Penelitian Kurang

Menurut Jamnadass *et al.,* "kurangnya investasi dalam pengembangan jalur baru pohon, kultivar, dll, yang memiliki hasil yang tinggi dan menyediakan produk-produk berkualitas di bawah kondisi produksi petani kecil. Sampai saat ini, misalnya, para ilmuwan sebagian besar mengabaikan potensi besar untuk perbaikan pohon buah-buahan asli (Jamnadass *et al.* 2013). Ada ilmuwan tidak cukup bekerja pada membawa spesies asli dalam budidaya di daerah tropis.

Kesenjangan yang signifikan dalam pengetahuan adalah dampak perubahan iklim pada interaksi antara penyerbuk dan tanaman dalam sistem *agroforestry*. *Asynchronies* antara siklus hidup pohon-penyerbuk diperkenalkan oleh perubahan iklim bisa sangat bermasalah bagi hasil dari pohon buah-buahan, yang jika tidak merupakan sarana penting untuk mengatasi kekurangan gizi dalam konteks perubahan iklim. Menurut penjelasan oleh Nair *et al.,* "meskipun manfaat dari sistem *agroforestry* untuk menghadapi perubahan iklim diakui, keragaman besar lanskap *agroforestry* dan siklus hidup kadang-kadang panjang pohon dan sistem produksi berarti bahwa kombinasi yang paling efektif pohon, tanaman pokok, sayuran, hewan, dll, dan bagaimana mereka mengelola bersama-sama dalam lingkungan tertentu, sering tidak diketahui" (Nair *et al.* 2007). Dalam *agroforestry*, produksi dan konservasi adalah dua sisi dalam sebuah koin. Konsep kelestarian penggunaan lahan merupakan dasar *agroforestry*. Konsekuensinya, pengembangan indikator-indikator yang obyektif mengenai kelestarian, sangat diperhatikan pada agenda penelitian untuk mengembangkan evaluasi yang cukup memadai dan metode disain pada sistem *agroforestry*. Sistem *agroforestry* didisain untuk kondisi produksi yang realistis, penelitian¬penelitian harus disiapkan untuk mengumpulkan data lapangan yang cukup untuk mengevaluasi range dari pentingnya rasio output/input dan diagnosa faktor produksi merupakan tipikal terbatas dalam sistem penggunaan lahan yang tetap. Konsekuensi yang dekat dari multiproduk alami pada suatu sistem produksi *agroforestry* adalah bagaimana produktivitas mereka tidak dapat diakses dengan pengukuran konvensional per hektar hasil secara terpisah dari tanaman pertanian sendiri. Hal ini benar untuk alasan-alasan yang sederhana seperti di atas, meskipun hasil dari tiap-tiap tanaman pertanian mungkin relatif tertekan, jika ditanam monokultur, tetapi total produksi dari lahan mungkin lebih tinggi jika tanaman pertanian ditanam sendiri pada lahan yang luasannya sama.

12 PENELITIAN DI BIDANG AGROFORESTRY

A. Tipe-tipe Penelitian

Untuk menopang upaya *agroforestry* Pakpahan (1990) menyebut tiga tipe penelitian, yaitu: penelitian menurut disiplin (*disciplinary reseach*), penelitian masalah (judul) (*subject-matter reseach*) dan penelitian untuk memecahkan suatu persoalan (*problem solving reseach*).

Penelitian direncanakan untuk meningkatkan mutu sesuatu disiplin, antara lain untuk mengembangkan pengetahuan tentang hubungan-hubungan antar jenis yang ditanam, yang sesuai dengan tujuan-tujuan *agroforestry*. Misalnya dengan pengukuran fenomena-fenomena ekonomi dasar serta berbagai parameter lainnya seperti elastisitas *supplay* dan *demand* produk-produk *agroforestry*. Pakpahan berpendapat, mungkin kurang tepat bila menggunakan penelitian disiplin sebagai penelitian *problem soving*, sebab akan mengaburkan jawaban terhadap pertanyaan- pertanyaan akademik disipliner dengan penyelesaian masalah dunia realitas.

Penelitian sesuatu masalah (*subject-matter reseach*) adalah suatu penelitian multidiplin mengenai suatu persoalan, yang diminati oleh pengambilan keputusan yang menghadapi masalah-masalah praktis. Penelitian masalah yang direncanakan yang dilaksanakan sebaik mungkin, banyak manfaatnya sebagai masukan untuk keputusan-keputusan yang baik pula.

Kontribusi suatu penelitian masalah adalah pemberian sejumlah informasi yang bermanfaat bagi pengambil keputusan, yang menghadapi sejumlah permasalahan. Para pengambil keputusan dapat memilih informasi yang disuguhkan padanya, kemudian menggunakan sumberdayanya sendiri untuh memecahkan masalah tertentu.

Penelitian *problem solving* direncanakan untuk memecahkan persoalan-persoalan tertentu untuk mengambil keputusan tertentu. Penelitian *problem solving* halnya penelitian *subject-matter,* kedua-duanya bersifat multidisipliner. Hasil penelitian *problem solving* merupakan petunjuk-petunjuk mengenai apa yang perlu dilaksanakan atau tidak dilaksakanan, untuk memecahkan suatu masalah yang dihadapi oleh seorang pengambil keputusan. Baik penelitian disiplin, masalah maupun penelitian pemecahan masalah, semuanya relevan untuk meningkatkan upaya *agroforestry*. Penelitian-penelitian tersebut menurut Pakpahan (1990), sebaiknya difokuskan pada analisis teknologi sumberdaya biofisik, kelembagaan dari sumberdaya manusia, yang berpengaruh dalam upaya pengembangan *agroforestry*.

Menurut Gordon dan Bentley (1990), penelitian *agroforestry* dilaksanakan untuk membantu kelompok-kelompok tertentu dalam masyarakat, karena merupakan penelitian terapan. Pengetahuan mengenai *agroforestry* dapat berkembang lebih cepat dengan mendapatkan pengertian yang lebih baik mengenai proses-proses sosial, bialogi dan fisik secara terpilih dan dengan menyusun teori-teori berdasarkan pengertian-pengertian itu. Penelitian mengenai sistem-sistem bekerja yang dilakukan oleh petani adalah kunci pertama untuk mendapatkan pengertian dasar dari *agroforestry*. Dengan menerjunkan ilmuwan-ilmuwan dasar, langsung ke dalam usaha tani, akan didapatkan salah satu jalan yang produktif untuk menyusun dan menguji berbagai hipotesis.

B. Pendekatan-Pendekatan

Penelitian dalam bidang *agroforestry* dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan baik, pendekatan yang bersifat biofisik maupun sosial ekonomi dan finansial. Gordon dan Bentley, 1990). Di bawah ini hanya akan dikemukakan beberapa pendekatan yang sering dilakukan.

1. Pendekatan Konservasi Tanah

Young (1989) menafsirkan arti konservasi tanah secara luas, yaitu mencakup pengendalian erosi dan memelihara kesuburan tanah. Dengan demikian tujuan dari konservasi tanah adalah mempertahankan kesuburan tanah. Untuk mencapai tujuan ini pengendalian erosi sangat penting, akan tetapi itu saja tidak cukup, maka penting juga untuk memelihara sitat-sifat fisik, kimia dan biologi termasuk status hara yang kesemuanya itu bermuara pada kesuburan tanah.

Dengan demikian maka konservasi tanah adalah pemeliharaan kesuburan tanah yang mencakup :

- Pengendalian erosi
- Pemeliharaan bahan organik
- Pemeliharaan sifat-sifai tanah
- Pemeliharaan status hara
- Menghindari keracunan.

Lebih luas lagi adalah bidang konservasi tanah dan air, karena pengurangan kehilangan air melalui aliran permukaan adalah suatu bagian dari konservasi tanah. Pada gilirannya konservasi tanah dan air merupakan bagian dari tujuan yang lebih luas dari konservasi sumberdaya alam, yang mencakup juga konservasi sumberdaya lainnya termasuk vegetasi (hutan, padang rumput) dan satwa liar.

Kelestarian penggunaan lahan adalah suatu konsep yang lebih luas dari konservasi tanah dan air atau konservasi sumberdaya alam sekalipun. Ciri khasnya ialah hubungan antara konservasi dan produksi. Penggunaan lahan dengan asasi kelestarian berarti suatu upaya yang menghasilkan produksi yang digabungkan dengan koservasi smberdaya yang menjadi landasan produksi tersebut dan sekaligus memelihara produktivitas. Untuk suatu sistem penggunaan lahan, agar dapat disebut berasaskan kelestarian diperlukan upaya konservasi. Bukan saja tanah, akan tetapi seluruh aspek sumber daya yang melandasai produksi. akan tetapi yang paling penting adalah pemeliharaan kesuburan tanah.

Agroforestry diharapkan menjadi sistem penggunaan lahan, yang tidak hanya berpeluang untuk memelihara tingkat produksi yang sekarang, akan tetapi juga dapat mendukung tingkat-tingkat produktivitas yang lebih tinggi dalam waktu yang akan datang.

2. Pendekatan Sistem

Upaya *agroforestry* akan berhasil baik, bila prediksi dan pengendalian interaksi-interalsi antara komponen-komponen *agroforestry*, yaitu tanaman, hewan dan orang dan lingkungan dapat dilaksanakan secara baik. Karena itu pendekatan konsep ekosistem adalah landasan teoritis yang baik dan bermanfaat.

Dalam konsep ini diasumsikan bahwa suatu sistem ditentukan oleh suatu batas. Segala transaksi masa dan energi dalam sistem yang

melalui batas tersebut, dapat diketahui. Batas tersebut, sering (tetapi tidak selalu) dapat dikenal dengan ciri-ciri batas alam, seperti aliran sunga, tipe-tipe tanah atau pengelompokan hewan. Untuk penelitian *agroforestry*, amatlah penting untuk menentukan batas ekosistem, agar dapat mengenali pengaruh-pengaruh pokok pada komponen dan perilakunya. Misalnya bagian dari sistem *agroforestry* di bawah tanah, akan berbeda-beda menurut tanah dan tanamannya. Ekosistem biasanya ditentukan oleh zona-zona iklim mikro, umpamanya dapat mempengaruhi interaksi radiasi matahari, gerakan udara dan drainase air.

Semua transaksi masa dan energi di dalam dan melalui batas sistem dapat dinyatakan dalam persamaan-persamaan. Setidak-tidaknya secara konseptual semua tambahan dan pengurangan oleh sistem dapat dihitung dan dinyatakan khusus pada tingkat akurasi dan presisi yang cukup untuk tingkat prediksi yang dikehendaki.

3. Pendekatan Sosial Ekonomi

Para penganjur *agroforestry* dan mereka yang melaksanakan upaya *agroforestry*, didorong oleh tujuan-tujuan sosial dan ekonomi. Pengajur lebih tergerak oleh motif- motif sosial, sedangkan petani lebih tertarik oleh tujuan-tujuan ekonomi dan finansial.

a. Tujuan Sosial

Tujuan sosial mencakup pembangunan pedesaan, produktivitas lokasi, perlindungan daerah aliran sungai dan pengawetan tanah serta lingkungan. Tujuan pembangunan pedesaan mencakup tujuan-tujuan ekonomi dan sosial. Tujuan sosial lebih luas, antara lain lain mencakup kecukupan pangan dan gizi, kesehatan, perumahan dan pendidikan masyarakat pedesaan, terutama pada rumah tangga yang miskin. Dalam hal ini pemerataan sering ditonjolkan. Peningkatan pendapatan dan kesempatan kerja adalah penting untuk memperbaiki kehidupan keluarga petani yang sering mengupayakan pertanian sub sistem dan tidak terlibat secara penuh dalam ekonomi pasar.

Di banyak negara yang sedang berkembang, produktivitas per ha lahan-lahan marjinal untuk produksi pangan, menurun. Sedangkan tanah-tanah yang lebih subur sering rusak karena banjir dan siltasi sistem-sistem irigasi. Gejala-gejala ini berpengaruh terhadap keterlanjutan pembangunan pedesaan.

Gejala-gejala penurunan kesuburan tanah dapat diamati terhadap penurunanan kualitas air, khususnya peningkatan tubiditas dan pengurangan simpanan tanah, disamping penurunan kualitas lingkungan pada umumnya.

Dari sudut pandang sosial, masalah-masalah ini berhubungan satu sama lain. Menurut Miller *et.al,* (1989, dalam Gordon and Bentley, 1990) disarankan agar pengembangan dan pengelolaan sumberdaya dipedesaan perlu diarahkan pada tujuan-tujuan umum mengenai kelestarian (keterlanjutan), produktivitas dan pemerataan (*sustainability*, *productivity* and *equity*). Teknologi *agroforestry* dan sistem-sistem sosial dan pengelolaan masing-masing tujuan ini.

b. Tujuan Ekonomi

Petani, terutama dimotivasi oleh perangsang-perangsang ekonomi dan kondisi ekonomi, petani mempunyai pengaruh sosial terhadap sekelilingnya dan hal-hal lain yang bergantung pada mereka. Tujuan-tujuan ekonomi mencakup:

1) Peningkatan pendapatan bersih

   Penghidupan petani dapat membaik dengan menghasilkan kayu, buah-buahan dan pakan ternak, baik untuk dijual atau untuk dikonsumsi dalam keluarga. Pendapatan dapat meningkat pula dengan hasil yang bertambah, karena penggunaan sumberdaya yang lebih baik.

2) Pengurangan risiko

   Termasuk dalam hal ini fleksibilitas, karena produk yang dihasilkan lebih beragam dan berkelanjutan dan juga ada stabilitas pendapatan terhadap gejolak pasar dan cuaca.

3) Peningkatan jasa lingkungan

   Perlindungan terhadap tanaman dan perbaikan lingkungan (misalnya sekat angin dan pohon lindung) sangat berharga. Rehabilitasi lahan rusak dan perlindungan terhadap lahan,mempunyai nilai ekonomi langsung maupun tidak langsung.

4) Penimbunan kekayaan dan simpanan

   Ini dapat menyangkut pembentukan modal, disebabkan akumulasi pertumbuhan pohon atau peluang untuk mendapat kredit dan manfaat ekonomi dan sosial lainnya yang terkait dengan program-program pembangunan

Tujuan-tujuan ini dapat diukur dalam konteks subsistensi. Transformasi secara kasar (tetapi berguna) dimungkinkan dengan penggunaan *opportunity cost*. Umpamanya alokasi waktu untuk hasil subsisten seperti kayu bakar dapat dialokasikan untuk hasil yang dapat diuangkan (*casli crop*) seperti ayam. Nilai kerja dapat ditaksir dengan penggunaan waktu alternatif, umpamanya untuk menghasilkan upah berupa uang.

4. Pendekatan Bioekonomi

Menurut konsep bioekonomi, manfaat *agroforestry* tidak terletak pada hasil produksi bioiogis per ha saja, akan tetapi kelanjutan dari itu, yaitu berupa nilai neto bagi petani.

Konsep bioekonomi oleh Raintree (1983) digunakan untuk menilai hubungan-hubungan kompetitif, komplementer dan suplementer antara tanaman-tanaman *agroforestry*, terutama bila mempengaruhi penilaian terhadap produktivitas optimum dalam keadaan lapangan yang nyata. Penelitian di bidang ini memberi jawaban terhadap pertanyaan. "Pohon apa?", Berapa jumlahnya ?", "Bagaimana susunannya ?" (Raintree, I983).

Pada umumnya di antara dua produk dengan kondisi sumberdaya yang sama akan terdapat tiga jenis hubungan: suplementer, komplementer dan kompetisi. Produk-produk mempunyai hubungan suplementer bila yang satu bisa dilibatkan tanpa terjadi peningkatan atau penurunan pada praduk yang lainnya. Jadi, hasil-hasilnya tidak bergantung satu sama lain dalam batas-batas suplementeritas itu sendiri. Contoh dalam *agroforestry* adalah campuran multi tajuk pada kelapa (Nair, 1979) dalam Raintree, 1983). Bila cahaya bukannya sektor pembatas untuk tanaman bahwa, bila ditanam sendirian maka pohon-pohon kelapa yang tinggi dengan jarak tanah yang cukup tidak akan berpengaruh banyak terhadap hasil tanaman bawahnya. Contoh lain dari hubungan suplementer adalah antara sekelompok ayam dengan tanaman-tanaman dalam sistem *agroforestry* pekarangan (Sugianto, 1991).

Dua produk adalah komplementer bila peningkatan produksi yang satu menimbulkan peningkatan produksi pada produk lain. Contoh yang klasik tentang ini adalah tanaman campuran *Acasia arabica* dengan *sorghum* atau kacang tanah. Karena daun-daun pohon ini biasanya gugur pada musim hujan, maka pengaruh naungannya hilang pada saat tanaman pangan tersebut ada di lapangan dengan demikian

memberi pengaruh baik- dalam peningkatan kesuburan tanah dan supply air yang cukup. Pengaruh yang sama bisa didapat dengan sedikit masukan tenaga, umpamanya dengan pengelolaan terhadap pohon-pohon leguminosa seperti *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Tephrosia candida* dan sebagainya.

Contoh di atas dalam arti bioekonomi penting, karena berhubungan dengan faktor-faktor pembatas dalam usaha tani kecil di daerah tropis, yaitu kesuburan tanah yang rendah dan pasokan untuk pupuk mineral yang terbatas. Karena masalah hubungan komplementer ini perlu menjadi fokus dalam penelitian-penelitian *agroforestry* di lapangan.

Dua produk adalah kompetitif bila peningkatan salah satu mengakibatkan penurunan yang lain. produk-produk pohon-pohonan dan dari tanaman pertanian yang mempunyai keterbatasan terhadap faktor-faktor yang sama dan mengambil faktor-faktor ini dari sumberdaya yang sama dan tidak mempunyai interaksi yang saling memberi, hubungannya adalah kompetitif. Tetapi tidak berarti bahwa campuran ini tidak ekonomis, karena produktivitas total masih dapat lebih tinggi dari rasio ekivalen lahan (*land eqivalen ratio*, LER) per ha dibanding dengan monokultur. LER adalah luas lahan relatif yang ditumbuhi tanaman monokultur yang diperlukan untuk menghasilkan yang sama dengan tanaman campuran. Situasi kompetitif yang harus dicegah adalah bila komponen-komponen yang bersangkutan saling merugikan. Sepanjang salah satu komponen mendapat manfaat dalam campuran ini, maka ada kemungkinan ekonomis akan didapat LER yang lebih tinggi.

Dalam menentukan beberapa jumlah pohon yang dapat ditanam, dapat diambil strategi sebagai berikut: Hubungan produk suplementer perlu dimanfaatkan, sekurang-kurangnya sampai hubungan tersebut menjadi kompetitif. Dalam hubungan komplementer, maka sumberdaya yang harus ditransfer dari produk satu ke produk lain, sepanjang perlakuan ini menimbulkan peningkatan produksi dari keduanya. Bila diterapkan di lapangan, ini berarti bahwa penambahan pohon dalam suatu kebun dapat dilanjutkan sampai nilai pohon yang ditambahkan terakhir, sama dengan *opportunity cost* terhadap tanaman pertanian pada lahan yang digunakan untuk pohon. Pada harga-harga relatif tertentu dari kedua produk yang bersangkutan, prinsip equimarginilitas ini dapat digunakan untuk menjamin terdapatnya kombinasi optimal.

Bila tidak terdapat data yang cukup mengenai campuran tanaman, maka dapat digunakan suatu metode estimasi untuk mendapatkan aproksimasi pertama mengenai imbalan dari lahan.

C. Beberapa Hasil Penelitian

Beberapa peneliti di Indonesia melaporkan hasil penelitian dalam aspek-aspek produktivitas, sosial ekonomi dan konservasi. Menurut Gintings dan Sukandi (1989), penelitian aspek produktivitas tumpangsari telah dilakukan sejak tahun 1990-an. Telah ditemukan bahwa pertumbuhan pohon jati yang dicampur dengan tanaman pangan lebih lambat daripada tidak dicampuri. Akan tetapi penanaman sela *Leucaena* ternyata sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan alang-alang. Akibatnya, pertumbuhan pohon jati lebih baik dari segi kecepatannya maupun kualitasnya (lebih lurus) (Becking, 1928; Coster dan Hardjowasono, 1935).

Dalam beberapa pemupukan di lokasi linmas tumpangsari Pinus di KPH Bandung Utara, Gintings dan Sukandi (1989) melaporkan bahwa pemupukan dengan pupuk kandang sebanyak 10, 20 dan 30 ton/ha pada tanaman kentang, yang juga dipupuk dengan pupuk buatan lengkap, meningkatkan hasil kentang dari 5-6 ton/ha masing-masing menjadi 11,9 dan 15,6 dan 19,1 per ha. Sesudah panen kentang, sisa dari pemupukan 20 ton per ha masih berpengaruh terhadap pertumbuhan jagung yang ditanam sesudah kentang.

Penelitian aspek sosial ekonomi antara lain dilakukan oleh Kartasubrata (1986) KPH Cepu dan KPH Randublatung. Ternyata bahwa pendapatan pesanggem dari tumpangsari hanya 14% sampai 28% dari seluruh jumlah pendapatannya, sedangkan keseluruhan pendapatan dari pekerjaan hutan (termasuk tebangan, angkutan, merencek, dan lain-lain) adalah 42 % sampai 52 % dari seluruh jumlah pendapatan. (untuk penghuni magersaren sampai 97%).

Selanjutnya ditemukan bahwa untuk petani dari Stratum (pemilikan lahan lebih dari 0,5 ha pendapatan dari pekerjaan di desa dapat menempatkan petani di atas garis kemiskinan. Menurut Sajogyo (1977), bahwa pengeluaran I kapita/tahun setara dengan nilai 320 kg beras). Untuk strata 11, III dan IV (berlahan sempit dan tidak berlahan) diperlukan tambahan pekerjaan dari hutan (tumpangsari, tebangan, merencek, dan sebagainya) untuk dapat menembus garis kemiskinan.

Proyek Perhutanan Sosial dapat meningkatkan pendapatan para pesertanya, sehingga 53 - 72 % dari rumah tangga peserta mencapai tingkat ekonomi di atas garis kemiskinan, dibanding dengan 36 - 58 % bukan peserta atau peserta dengan tidak memperhitungkan pendapatannya dari proyek Perhutanan Sosial.

Pengaruh pohon-pohon dalam konservasi tanah dapat diketahui dari penelitian di Waspada Garut (Ginting dan Yusuf, 1983). Penanaman berbagai jenis tanaman pertanian pada tanah andosol dengan kemiringan 30% menimbulkan laju erosi dari 0,69 m^3 sampai 437 m^3 per ha dalam waktu lima bulan. Sedangkan di bawah tegakan hutan (*Pinus merkusii*, *Altingia excelsa* dan *Maesopsis emini*) dekat lokasi tersebut laju erosi adalah nol.

Penelitian lain menunjukkan bahwa di bawah berbagai jenis pohonpohonan (*Pinus merkusii, Eucalyptus urophylla* dan *Schima walichii*), aliran permukaan adalah 0,85% sampai 8,21% dari jumlah curah hujan, sedangkan pada lahan terbuka persentasenya 21,7 %.

Abdurachman (1990) melaporkan hasil sementara penelitian Pertanaman Lorong sebagai berikut :

1. Di stasiun percobaan Ungaran, tanaman pagar *Flemingia congesta* dapat membentuk teras setinggi 25 - 30 cm, dua tahun setelah penanaman.
2. Proses dekomposisi hijauan *F. congesta* lebih lambat dari *Tephrosia vogelliu* dan *Caliandra callothyrsus*, sehingga lebih baik ditinjau dari pengendalian erosi.
3. Pada tahun pertama, hasil pemangkasan tanaman pagar sebagai berikut

   F. *congesta* 4,07 ton/ha (3 x pangkasan pertama)

   T. *vogelli* 13.70 ton/ha (4 x pangkasan pertama)

   C. *callothyrsus* 4,07 ton/ha (3 x pangkasan pertama)

Majid *et.al.*, (1990) melaporkan penelitian pemeliharaan domba pada 28 ha, tanaman karet di Malaysia dengan *stocking* enam domba berumur 3 tahun per ha. Domba tersebut diberi kandang dan siang hari digembalakan di kebun karet. Setelah kembali dalam kandang, domba diberi makanan tambahan dan air. Dalam penelitian ini kelayakan proyek dihitung dengan menentukan *Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan *Pay Back Period* (PBP).

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk produksi *latex*, *scrap*, kayu pohon karet dan domba dalam waktu dua tahun.

→ IRR adalah 18 %
→ NPV MS 446818
→ B/C 4,07
→ PBP 8 - 9 tahun

Dengan pemeliharaan domba sepanjang rotasi pohon karet, yaitu 25 tahun ditemukan.

→ IRR adalah 19 %
→ NPV MS 446181
→ B/C 4,46
→ PBP 8 - 9 tahun

Kebun karet tanpa pemeliharaan domba memberikan.

→ IRR adalah 17%
→ NPVMS 443351
B/C 4,46
→ PBP 9 - 10 tahun

Dari hasil penelitian ternyata bahwa :

→ IRR: Lebih tinggi bila dilakukan ternak domba di bawah tanaman karet.
→ NT V: Tertinggi bila pemeliharaan domba dilakukan sepanjang rotasi karet.
→ B/C: Tertinggi pada pemeliharaan domba sepanjang rotasi, diikuti dengan tanpa pemeliharaan dan terendah dengan pemeliharaan dua tahun.
→ PBP: Untuk pemeliharaan dua tahun dan sepanjang rotasi karet lebih pendek daripada tanpa pemeliharaan.

13 PENGEMBANGAN AGROFRESTRY

Agroforestry sudah diketahui oleh sebagian besar masyarakat termasuk pendidik, praktisi maupun petani yang bergelut dengan bidang kehutanan bahkan menjadi salah satu program pembangunan kehutanan diharapkan bermanfaat untuk mencegah perluasan tanah terdegradasi dan melestarikan sumber daya hutan,

Agroforestry dapat dikatakan juga suatu sIstem penggunaan lahan yang bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan hasil total secara lestari yang sesuai dengan kondisi ekologi, ekonomi, sosial dan budaya setempat. Untuk pengembangan *agroforestry*, berbagai penulis telah mengusulkan beberapa konsep. Di bawah, dikemukakan beberapa model pengembangan *agroforestry* dan dukungan kelembagaan untuk pengembangan tersebut.

A. Model Pengembangan Lingkungan

Model yang menunjukkan peran *agroforestry* dalam perlindungan dan rehabilitasi lahan-lahan kritis di pegunungan. Sumber daya alam dengan komponen-komponen air, tanah- hutan dan sumber daya manusia, dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti faktor-faktor iklim, sosial ekonomi, politik, budaya dan biofisik. Sistem-sistem *agroforestry* dikembangkan untuk memanfaatkan faktor-faktor yang berpengaruh ini dengan mengelola sumber daya alam secara selektif.

Manfaat langsung dari jasa-jasa yang bisa didapat dari sistem-sistem *agroforestry* adalah perlindungan dan rehabilitasi lahan. Aspek perlindungan mencakup pengurangan erosi tanah, tanah longsor, aliran permukaan, kehilangan hara dan evaporasi. Rehabilitas mencakup perbaikan status hara, kadar bahan organisasi, pH tanah, struktur tanah, pengendalian hama dan penyakit, dan penurunan suhu radiasi matahari.

Manfaat-manfaat langsung yang didapat melalui *agroforestry* dapat memberikan manfaat yang bersifat jangka panjang, seperti peningkatan produktivitas tanaman pelestarian produktivitas yang lebih tinggi, perbaikan gizi dan kesehatan, perbaikan sosial-ekonomi, tata guna lahan yang lebih mantap dari perbaikan konservasi lingkungan. Apabila dilaksanakan secara baik, sistem-sistem *agroforestry* dapat merupakan alat yang efektif untuk merehabilitasi dan mengelola lahan-lahan kritis di daerah hulu dari menggalakkan pembangunan di pedesaan (Cruz & Vegara, 1987).

Agroforestry dapat digunakan untuk menghubungkan hutan yang mengalami fragmentasi dan habitat kritis lainnya sebagai bagian dari strategi manajemen landscape secara luas yang memungkinkan terjadinya migrasi spesies sebagai akibat pertambahan populasi genetik dan sebagai respon atas perubahan iklim" (Nugroho *et al*, 2014). Manfaat *agroforestry* terhadap lingkungan terkadang tidak dapat langsung dan segera dirasakan oleh petani *agroforestry* sendiri, tetapi justru dinikmati oleh anggota masyarakat di sekitar lokasi maupun di luar lokasi yang jauh (misalnya di bagian hilir) dan bahkan secara global. Dengan kata lain, tindakan konservasi lahan yang diterapkan oleh petani *agroforestry* tidak banyak mendatangkan keuntungan langsung bagi mereka, bahkan seringkali petani harus menanggung kerugian dalam jangka pendek.

B. Model Usaha Tani

Pengembangan model *agroforestry* dapat ditempuh pendekatan usaha tani (*farming system*). Keputusan petani dalam memilih model usaha tani ini dipengaruhi oleh teknologi yang disesuaikan dengan kondisi-kondisi lingkungan alam dan sosial ekonomi. Lingkungan alam terdiri dari keadaan tanah dan topografi, seperti tipe tanah, kesuburan tanah, kemiringan lapangan dan tinggi atas permukaan laut. Kondisikondisi biologi berupa hama dan penyakit, fisiologi tanaman hewan dan gulma. Kondisi iklim berupa curah hujan dan kelembaban. disarankan oleh Byerlee dan Collinson (1980 dalam Soegianto, 1991).

Kondisi-kondisi sosial ekonomi dapat bersifat internal dari eksternal. Kondisi internal antara lain berupa tujuan usaha tani dan kendal sumber daya. Tujuan usaha tani dapat berupa pemenuhan kebutuhan sendiri, peningkatan pendapatan dan meminimalkan risiko. Kondisi ekonomi umum dapat dilihat dari kendala-kendala mengenai lahan,

tenaga kerja dan modal kerja, kondisi ekstemal terdiri dari pasar input dan output, kelembagaan,infrastruktur dan fasilitas yang kesemuanya dapat dipengaruhi oleh kebijaksanaan nasional. Pasar input dan output, iklim biologi dan penguasaan lahan, merupakan risiko pada waktu pelaksanaan teknologi *agroforestry*. Sistem pendekatan usaha tani, yang merupakan pendekatan *bottom up* merupakan pendekatan sistem yang bersifat holistik dan temyata berhasil dalam mengembangkan teknologi tanaman pangan. Akan tetapi teknologi ini bersasaran jangka pendek, yaitu berupa peningkatan produktivitas tanah melalui peningkatan intensitas budidaya dan teknologi tepat guna bagi setiap tanaman memberikan kontribusi yang besar terhadap ketahanan pangan.

Dalam *agroforestry* teknologi yang dikembangkan seyogyanya tidak saja merupakan perbaikan penggunaan lahan, akan tetapi juga dapat mempengaruhi peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Dalam hubungan dengan ini pendekatan sistem usaha tani harus digabungkan dengan pendekatan pengembangan lingkungan. Pencapaian pendapatan usahatani untuk mendukung kebutuhan hidup layak bagi petani dan buruh tani dapat dicapai dengan menggunakan lahan hutan memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan pendapatan, pekerjaan (Walangitan *et al,* 2014). Peningkatan makanan produktivitas dan diversifikasi tanaman merupakan mekanisme penyangga terhadap gagal panen, karena Iklim dan bahaya lingkungan lainnya. hasil panen di bawah sistem wanatani lebih stabil dari waktu ke waktu dibandingkan dengan tahun sebelumnya hasil panen dari lahan non-*agroforestry* (Sileshi *et al.* 2007).

Praktek *agroforestry* yang telah dilaksanakan oleh perhutani berupa pemanfaatan lahan hutan di bawah tegakan tanaman kayu/ tanaman keras dengan ditanami berbagai macam komoditas seperti: Tanaman semusim misalnya padi, jagung, kedelai, singkong, kacang-kacangan dll; umbi-umbian misalnya porang, temu lawak, garut, dll; Tanaman tahunan misalnya kopi, jeruk, salak, jambu batu dll; tanaman obat misalnya seledri jepang; atsiri misalnya nilam, sereh. Produksi pangan melalui praktek-praktek *agroforestry* dapat disesuaikan dengan perubahan iklim adalah dengan menyesuaikan komposisi pohon sistem untuk memperhitungkan kondisi lingkungan baru (Damai, *et al.* 2012; Aminah, 2015).

Kombinasi makanan pohon asli dan eksotis dalam model *agroforestry* mendukung gizi, stabilitas produksi, dan pendapatan petani termasuk dengan memberikan keteduhan dan dukungan untuk tanaman yang membutuhkannya, mendukung produksi ternak dan meningkatkan kesuburan tanah. Pendapatan petani berpengaruh secara signifikan terhadap konsumsi makanan, konsumsi non makanan dan tabungan keluarga. Limbah tanaman pangan dapat dipergunakan sebagai sumber pakan, dan kotoran ternak sapi dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kesuburan lahan, dalam pengembangan ternak sapi, baik dilihat dari potensi sumber daya lahan maupun potensi tenaga kerja. Pengembangan ternak sapi dapat dilakukan secara terintegrasi untuk menjaga dan meningkatkan kelestarian agroekosistem lahan. Petani peternak dengan menanam semak sebagai tambahan pakan ternak dapat meningkatkan produksi usaha petani, sehingga meningkatkan pula pendapatan petani dari tambahan usaha untuk konsumen masyarakat perkotaan. *Agroforestry* utamanya diharapkan dapat membantu mengoptimalkan hasil suatu bentuk penggunaan lahan secara berkelanjutan guna menjamin dan memperbaiki kebutuhan hidup masyarkat.

C. Model Bisnis *Agroforestry*

Keberhasilan pengembangan *agroforestry*, sebagian ditentukan oleh kemampuan lembaga-lembaga yang, bersangkutan untuk memberikan input dalam jumlah yang memadai pada waktu yang tepat, dan fasilitas-fasilitas untuk pasar output (Soegianto,1991).

Untuk keperluan ini, pengembangan *agroforestry* harus direncanakan sejak semula sebagai suatu bagian integral dari sistem bisnis *agroforestry* di daerah yang bersangkutan. Dengan demikian dalam sistem bisnis *agroforestry*, sistem-sistem *agroforestry* hanya merupakan subsistem produksi subsistem-subsistem lainnya menyangkut pemberian input, proses pascapanen dan pemasaran. Untuk mendorong pengembangan sistem bisnis *agroforestry*, keragaman jenis-jenis pohon-pohonan, tanaman pertanian dan hewan yang akan dikembangkan dalam model *agroforestry*, jangan telampau besar. *Agroforestry* dalam kebun campuran/ pekarangan maupun kebun monokultur, secara sosial dan ekonomis layak untuk dikembangkan dapat ditempuh dengan mengintegrasikan secara fungsional aktivitas kebun mangga komersial dengan kebun mangga rakyat (di lahan pekarangan/ tegalan dan kebun mangga campuran)

dan pusat-pusat inovasi agro-sosio-teknologi mangga. *Agroforestry* juga dapat melengkapi usaha-usaha sektor kehutanan dalam pengelolaan hutan secara lestari dengan menyediakan berbagai praktek konservasi dan produksi pohon secara bersama pada lahan pertanian. Program pengelolaan yang dapat mempertahankan dan bahkan meningkatkan pendapatan, namun tetap menjunjung azas kelestarian.

Di samping itu, pengembangan sistem bisnis *agroforestry* akan berjalan lancar bila ditopang oleh sistem prasarana dan sarana serta pengembangan kelembagaan yang sesuai yang kesemuanya dipengaruhi oleh kebijaksanaan pemerintah. Ini berarti pengembangan *agroforestry* harus merupakan terintegrasi dari pembangunan regional, dengan tujuan mengurangi penggundulan hutan. konservasi flora, fauna dan plasma nutfah, mengurangi erosi tanah dan menumbuhkan peningkatan produktivitas tanah yang stabil dan berkesimbungan. Bila sasaran-sasaran ini tercapai, maka diharapkan kesejahteraan rakyat di dalam dan sekitar hutan akan meningkat.

D. Dukungan Kelembagaan

Pelaksanaan pengembangan *agroforestry* perlu mendapat dukungan kelembagaan. Kelembagaan dapat mempunyai dua arti, yaitu suatu perangkat peraturan dan organisasi yang membuat dan mengawasi pelaksanaan peraturanperaturan tersebut. Sebagai suatu perangkat peraturan, kelembagaan dapat diartikan sebagai hubungan-hubungan teratur di antara orang-orang yang menentukan hak-haknya, keterlibatan dalam hak-hak orang lain dan juga kewajiban- kewajibannya. Dengan demikian, kelembagaan adalah suatu sistem mengenai pengorganisasian dan pengawasan terhadap pemakaian sumberdaya. Sistem ini mempunyai batas-batas hukum, hak-hak pemilikan (*property rights*), dan aturan-aturan perwakilan. Kelembagaan memberikan peluang-peluang yang dapat dipilih oleh anggota masyarakat perorangan. Sebagai organisasi, kelembagaan berbentuk nyata, yang mengatur hubungan-hubungan itu. Contoh-contoh kelembagaan kredit, penyuluhan, koperasi, penelitian dan pengembangan serta tata guna lahan. Dalam arti ekonomi kelembagaan dalam arti organisasi, pada umumnya mengatur kegiatan ekonomi yang bukan dikoordinasi oleh mekanisme pasar, melainkan oleh mekanisme administratif atau pemerintahan (Pakpahan,1990).

Pengembangan *agroforestry*, memerlukan dukungan berbagai macam kelembagaan. Komponen-komponen *agroforestry*, yaitu pohon- pohon hutan, tanaman pangan dan hewan ditangani oleh kelembagaan yang berlainan. Keberhasilan upaya *agroforestry* meningkat bila diintegrasikan dengan sistem pengembangan bisnis *agroforestry*. Dalam hat ini, diperlukan kelembagaan pasar untuk input dan output. Selain itu, bisnis *agroforestry* melibatkan kelembagaan lain, seperti kredit, penyuluhan, koperasi, penelitian dan pengembangan, pendidikan dan pelatihan serta tata guna lahan yang mantap. Kelembagaan-kelembagaan yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pengembangan *agroforestry* antara lain koordinasi antar lembaga, masalah pendanaan dan infrastruktur, masalah kelembagaan pada tingkat lokal dan disfibusi keuntungan. Kebun yang ada biasanya didominasi oleh campuran tegakan kayu-kayuan yang dikelola secara swadaya dan sebagian besar masih diusahakan secara tradisional, sehingga mengharuskan penerapan pola kelembagaan dan manajemen yang lebih baik. Model yang sesuai adalah dengan mengembangkan kelembagaan dan manajemen yang dilandasi oleh nilai kebersamaan, rasa saling percaya, *networking* dan demokrasi. Kelembagaan yang sesuai dengan nilai tersebut adalah "KOPERASI" yang dibangun atas kehendak masyarakat dengan falsafah dari, oleh dan untuk masyarakat. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan kemampuan teknis, manajemen serta "*bargaining power*" masyarakat *agroforestry* dalam melakukan transaksi dengan pihak lain".

E. Keberlanjutan *Agroforestry*

Dalam kontek berkelanjutan pada dasarnya berarti kemampuan untuk tetap produktif sekaligus mempertahankan basis sumberdaya. Menurut Reijntjes *et al,* "pertanian berkelanjutan mempunyai ciri-ciri: mantap secara ekologis, bisa berlanjut secara ekonomis, adil, manusiawi dan luwes. Pertanian berkelanjutan dan pembangunan pedesaan didefinisikan sebagai pengelolaan dan konservasi sumber daya alam, berorientasi teknologi dan perubahan institusi dalam meyakinkan hasil yang dicapai dan kepuasan yang berkelanjutan kebutuhan manusia sekarang dan generasi masa datang" (Reijntjes *et al,* 1992). Dikatakan oleh FAO bahwa "Pembangunan yang berkelanjutan memelihara sumber daya lahan, air dan tanaman dan genetik hewan yang secara lingkungan tidak terdegradasi, secara teknologi yang tepat, secara ekonomi dapat berjalan dan secara sosisal dapat diterima (FAO, 1989).

Tumpangsari di hutan jati di Pulau Jawa pada dasarnya sama dengan perladangan berpindah, dalam hal: memanfaatkan pembukaan hutan baru yang tanahnya masih subur, sehingga tumpangsari sering disebut sebagai *an improved shifting cultivation*" (Nair, 1994). Memang tidak dapat dipungkiri bahwa dengan menanam pohon petani hanya dapat menikmati hasil minimal dalam 5 tahun kedepan, sementara kebutuhan hidup tidak dapat ditunda. Oleh karena itu, diperlukan suatu pola penggunaan lahan yang tidak hanya dapat membangun hutan namun juga memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi petani dan masyarakat di sekitarnya. Melalui pola tanam *agroforestry* yang memadukan tanaman keras dengan tanaman pangan, petani yang mengembangkan Hutan Rakyat maupun masyarakat lain yang ikut terlibat dalam pengelolaan HKm, HTR maupun HD dapat menikmati hasil harian dari tanaman pangan dan dapat memetik hasil yang menguntungkan dari kayu yang dihasilkan tanaman keras. Dengan pola tanam *agroforestry* diharapkan dapat memperoleh dua keuntungan sekaligus yaitu yaitu produksi (ekonomi) dan pelayanan lingkungan (ekologi).

Agroforestry pada dasarnya adalah pola pertanaman yang memanfaatkan sinar matahari dan tanah yang `berlapis-lapis` untuk meningkatkan produktivitas lahan. Ambil contoh berikut ini. Pada sebidang tanah, seorang petani menanam sengon (Paraserianthes falcataria) yang memiliki tajuk (*canopy*) yang tinggi dan luas. Di bawahnya, sang petani menanam tanaman kopi (*Coffea spp*) yang memang memerlukan naungan untuk berproduksi. Lapisan terbawah di dekat permukaan tanah dimanfaatkan untuk menanam empon-empon atau ganyong (*Canna edulis*) yang toleran/tahan terhadap naungan. Bisa dimengerti bahwa dengan menggunakan pola tanam *agroforestry* ini, dari sebidang lahan bisa dihasilkan beberapa komoditas yang bernilai ekonomi. Akan tetapi, sebenarnya pola tanam *agroforestry* sendiri tidak sekedar untuk meningkatkan produktivitas lahan, juga melindungi lahan dari kerusakan dan mencegah penurunan kesuburan tanah melalui mekanisme alami. Tanaman kayu yang berumur panjang diharapkan mampu memompa zat-zar hara (nutrient) di lapisan tanah yang dalam, kemudian ditransfer ke permukaan tanah melalui luruhnya biomassa. Mekanisme ini juga mampu memelihara produktivitas tanaman yang berumur pendek, seperti palawija. Mekanisme alami ini menyerupai

ekosistem hutan alam, yakni tanpa input dari luar, ekosistem mampu memelihara kelestarian produksi dalam jangka panjang. Pola tanam *agroforestry* yang dianggap paling mendekati struktur hutan alam adalah pekarangan atau kebun. Pada pekarangan/kebun, tanaman-tanaman tumbuh secara acak, sehingga menciptakan struktur tajuk dan perakaran yang berlapis. Jadi manfaat ganda dari pola *agroforestry* (yang ideal dan konsisten) adalah peningkatan produktivitas dan pemeliharaan lingkungan. Teknologi *Agroforestry* di kawasan hutan di pulau Jawa dilaksanakan dengan menggunakan bentuk tumpangsari. Inmas tumpangsari, dan terakhir tumpangsari selama daur tanaman pokok dalam perhutanan sosial. Tumpangsari berarti menduduki lahan hutan atau ikut memanfaatkan lahan hutan untuk sementara waktu adalah tanaman pertanian, yaitu pada tanaman hutan muda.

Beralihnya sistem penggunaan lahan dari hutan alam menjadi lahan pertanian, perkebunan atau hutan produksi atau hutan tanaman industri mengakibatkan terjadinya perubahan jenis dan komposisi spesies di lahan bersangkutan. Hal ini membawa berbagai konsekuensi terhadap berbagai aspekbiofisik, sosial dan ekonomi. *Agroforestry* memainkan peran yang penting dalam pelestarian sumberdaya hutan baik nabati maupun hewani karena struktur dan sifatnya khas. Keragaman tanaman melindungi petani dari ancaman kegagalan panen salah satu jenis tanaman atau risiko perkembangan pasar yang sulit diperkirakan. Ciri keluwesan yang lain adalah perubahan nilai ekonomi yang dialami bebrapa spesies seperti kayu damar dan kayu karet ketika kayu dar hasil hutan alami menjadi langka. Melalui diversifikasi hasil-hasil sekunder *agroforestry* menyediakan kebutuhan sehari-hari bagi petani (kebun dapur) seperti bahan pangan pelengkap misalnya sayuran, buah, rempah dan tanaman obat.

14 PERMASALAHAN PENGEMBANGAN AGROFORESTRY

Masalah dan hambatan yang ditemui dalam pengembangan program *agroforestry* bervariasi dari satu tempat ke tempat lain. namun demikian secara umum dapat dilihat dari beberapa aspek yang hampir serupa dan selalu di hampir seluruh wilayah.

Di segi teknis, masih belum banyak penelitian yang mengungkapkan pola *agroforestry* yang umum ditemukan di kawasan Indonesia Timur. Belum ada acuan untuk mengembangkan teknik-teknik yang cocok dikawasan tersebut, demikian pula halnya dengan pengenalan pola *agroforestry* tradisional yang ada di lokasi setempat. Data yang tersedia mengenai sistem tradisional masih belum mencukupi untuk merancang suatu pola dasar yang potensial untuk dikembangkan secara meluas.

Secara ekologis, konsep *agroforestry* itu sendiri seringkali cukup rumit untuk diterapkan mengingat sifat tanaman yang dibudidayakan sangat bervariasi. Pemilihan pola yang tidak tepat seringkali menyebabkan timbulnya kompetisi tidak sehat antara pohon dan tanaman pangan, selain itu juga ada kemungkinan rusaknya tanaman pangan selama masa panen tanaman keras. Tanaman berkayu seringkali merupakan tanaman inang yang potensial untuk hama serangga yang berbahaya bagi tanaman pangan. Pertumbuhan tanaman berkayu yang terlalu cepat dapat mengalahkan pertumbuhan tanaman pangan dan pada gilirannya mengambil alih seluruh lahan yang ada.

Dalam segi sosial, masalah sumber daya manusia merupakan kendala bagi pengembangan program-program *agroforestry*. Secara langsung, kegiatan *agroforestry* membutuhkan tambahan tenaga kerja yang dapat menyebabkan kelangkaan tenaga kerja pada saat kegiatan pertanian lainnya berlangsung. Selain itu, petani cenderung resisten

untuk mengganti tanaman pangan dengan tanaman keras, terutama bila lahan terbatas. Hal lain yang menjadi hambatan adalah status pemilikan lahan yang belum jelas, sehingga petani kurang tertarik untuk menanam tanaman jangka panjang. Secara kelembagaan, progam *agroforestry* juga menghadapi hambatan oleh belum jelasnya perangkat lunak yang mengatur tatalaksana program secara menyeluruh. Selain itu juga belum ada jalur koordinasi secara terpadu antara lembaga-lembaga terkait, baik pemerintah, swasta maupun organisasi-organisasi nirlaba mengenai rumusan suatu program terpadu untuk mendorong perluasan program *agroforestry*.

Secara ekonomis kompetisi antara tanaman pangan dan tanaman keras dapat menyebabkan hasil agregat lebih rendah daripada tanaman monokultur. Selain itu diperlukan periode yang lebih lama untuk tanaman keras sehingga mencapai kematangan dan memberikan nilai ekonomis. Petani juga sering dihadapkan pada kendala kondisi, pemasaran yang sulit setelah program berhasil. Hal mana disebabkan tidak tersedianya pasar maupun kondisi infrastuktur yang belum memadai sehingga menghambat kelancaran sarana transportasi untuk mengangkut produksi pertanian.

Upaya-upaya untuk mengembangkan dan memperluas progam *agroforestry* di Indonesia umumnya dan kawasan Indonesia Timur khususnya harus mengacu pada kendala-kendala tersebut untuk mencapai sasaran yang optimal. Perbaikan yang terus menerus di dalam berbagai aspek tersebut di atas akan mendorong adopsi progam yang lebih luas.

Mengingat bahwa progam *agroforestry* menyangkut berbagai aspek yang saling terkait satu sama lain, maka dalam pengembangannya perlu dirumuskan suatu konsep yang memadukan semua unsur tersebut. Sebagai langkah awal dalam perumusan strategi perlu mengetahui dengan jelas terlebih dahulu tujuan dan prinsip-prinsip promosi tersebut (Van Maaren & Wiersum, 1988 dalam Wiersum, 1991) Pengembangan strategi tidak bisa hanya dilihat dari sudut pertanian atas kehutanan semata, tetapi perlu mempertimbangkan aspek sosial ekonomi, ekologi dan teknologi. Pengembangan aspek sosial ekonomi lebih mengarah pada faktor-faktor pendukung pengembangan program *agroforestry*, sedangkan perbaikan aspek lingkungan dan teknologi lebih menekankan promosi *agroforestry* sebagai suatu hal yang harus

dilakukan dalam kaitannya dengan pengelolaan sumber daya alam. Dengan memperhatian pengembangan aspek-aspek tersebut, upaya promosi *agroforestry* dapat dirancang secara simultan dan diterapkan secara meluas di wilayah Indonesia Bagian Timur.

A. Pengembangan Aspek Sosial Pendukung *Agroforestry*

Ada baiknya untuk meninjau kembali berbagai pengalaman dalam pelaksanaan progam *agroforestry*. Siapa saja yang biasanya terlibat di dalamnya dan bagaimana hubungan peran antar sektor serta bagaimana hasilnya? Mungkin semua sepakat, bahwa yang terpenting adalah petani itu sendiri sebagai pelaku utama. Sebab pada akhimya petanilah yang menjadi pemilik dan pengelola lahan serta memetik hasilnya. Tetapi dalam keadaan dimana masyarakat petani dan pengelolaan "pemilik" lahan tidak lagi peduli mengenai *agroforestry*, apakah "peran" pemrakarsa harus menjadi aktor utama.

Menyimak peranan aktor utama tersebut di atas, maka pengembangan aspek sosial sebagai suatu strategi promosi pengembangan dan perluasan *agroforestry* merupakan hal yang penting untuk dikaji. Salah satu upaya adalah melalui pengembangan kelembagaan dari tingkat “terbawah” sampai dengan tingkat “atas”. Hal ini senada dengan kesimpulan FAO, *The Intemational Programme on Water and Sustainable Agriculture Development*, bahwa: "*Instutions that deal with agriculture and water development need to be strengthened or restructured to meet, efficienlly, the requirements of the farmers and to promote sustainable agricultural development. Principal institutions should have effective linkages with all other related institutions so as to optimize the use of physical, financial and human resources*." (FAO, 1990). Dalam hal ini, pendekatan swakelola masyarakat (*community management approach*), yang sudah lama digunakan dalam pengembangan penyediaan air bersih dan sanitasi oleh lembaga-lembaga intemasional, tampaknya merupakan salah satu pendekatan yang sesuai untuk kegiatan *agroforestry*.

Di kalangan praktisi lapangan pelaksanaan pendekatan swakelola masyarakat lebih merupakan suatu "seni" daripada "ilmu pengetahuan", mengingat bahwa swakelola masyarakat itu sendiri dapat dijabarkan sebagai “suatu keadaan dimana masyarakat merasa dirinya satu kelompok yang secara bersama-sama memecahkan permasalahannya

sendiri berdasarkan kemampuan dan kemauan sendiri untuk mengambil tanggung jawab atas upaya-upaya pembangunan yang dapat mempengaruhi dirinya sendiri.

Oleh karena itu, sejak awal kegiatan *agroforestry* harus melibatkan petani dalam suatu wilayah dengan cara menjadikan mereka sebagai "subjek" atau "pelaku" di dalamnya. Hal ini mutlak, karena hanya dengan pendekatan inilah akan terjadi "intemalisasi" dari maksud dan tujuan *agroforestry*, serta kemauan untuk membuat ikatan (*comitment*) untuk menghadapi berbagai tuntutan yang akan dihadapi, baik secara fisik, finansial maupun batiniah. Hal ini membawakan dimensi sosial dalam suatu kegiatan yang sering dipandang hanya sebagai suatu masalah teknis. Yaitu bagaimana supaya "pemilik" lahan yang ada dapat sepakat untuk mengadakan kegiatan pertemuan pengembangan membahas teknik-teknik yang dapat mendorong upaya pengambilan keputusan secara interaktif dan perencanaan integratif yang sudah dikenal dan dapat diterapkan. Bahkan lebih jauh lagi merupakan suatu teknik “latihan dalam keputusan bersama" yang meningkatkan kemandirian kelompok.

Selain pengembangan organisasi dan kelembagaan, diperlukan pengembangan jaringan kerja, antar lembaga yang berkepentingan untuk penyebaran pengalaman, yang melibatkan berbagai pihak untuk berpartisipasi menurut tugas, kepentingan dan wewenang masing-masing. Pada tingkat kecamatan dan kabupaten diperlukan adanya kelompok pelaksana yang mewakili kepentingan petani, pemerintah daerah dan instansi-instansi terkait dan LPSM (Lembaga Pembina Swadaya Masyarakat). Melalui struktur seperti ini dapat dilakukan kaderisasi untuk menyebarluaskan pengalaman, melalui pengorganisasian kelompok-kelompok baru di kelurahan atau desa lain, dimana pada tingkat kecamatan dan kabupaten dapat dibentuk mekanisme untuk koordinasi, konsultasi, edukasi serta pengembangan sumber daya manusia. Jaringan tersebut dapat pula digunakan untuk mengatur dukungan informasi serta publikasi yang intensif.

Kemandirian kelompok tani dapat ditunjang dengan kemungkinan untuk mengembangkan ikatan kelompok tani pada berbagai tingkatan, sehingga memungkinkan memperluas lingkup kegiatan kelompok tani. Tidak hanya terbatas pada kegiatan *agroforestry*, melainkan juga mencakup kaderisasi, pembibitan, perkreditan, pengelolaan hasil

pertanian sampai kepada pemasarannya yang dapat dilakukan secara kooperatif. Keberhasilan gerakan *agroforestry* adalah jika ia menjadi kegiatan yang dapat terjamin kelanjutannya karena secara sosial telah membudaya di kalangan masyarakat petani, secara ekonomi telah dapat membiayai diri sendiri dan secara teknologis dapat ditopang oleh sumber daya yang tersedia dan pengetahuan yang terkuasai. Sebagai konsekuensi logis dari pendekatan swakelola masyarakat ini adalah adanya dukungan politis dari pihak pemerintah dengan berbagai kebijakan dan suasana yang mendukung. Hal ini senada dengan kebijakan pemerintah atas asas desentralisasi.

B. Pengembangan Teknologi Program *Agroforestry*

Menurut Nair (1987) teknologi harus dibedakan dari sistem *agroforestry* lebih mengacu pada praktik yang sudah digunakan secara meluas, sehingga membentuk suatu sistem tataguna lahan yang jelas di suatu wilayah tertentu, sedangkan teknologi *agroforestry* menunjukkan suatu perbaikan atau penemuan yang sebagian besar melalui kajian ilmiah yang dapat diterapkan secara menguntungkan dalam pengelolaan sistem.

Dalam pengembangan teknologi *agroforestry* dengan sendirinya perlu diperhatikan maksud dan tujuan program menurut kepentingan setempat, dimana dengan sendirinya harus mengacu pada faktor-faktor lingkungan, sosial dan budaya masyarakat pelaksana. Dengan demikian diperlukan suatu analisis yang sistematis mengenai tata cara penggunaan lahan, kondisi tanah, jenis tanaman yang potensial dan penerimaan masyarakat terhadap alternatif sistem yang dapat dikembangkan serta kesiapan aspek-aspek pendukung program.

Selain itu juga perlu dilakukan penelitian yang mendalam mengenai sistem *agroforestry* yang ada, struktur dan fungsinya terinci serta percobaan-perconaan untuk menguji coba rancangan *agroforestry* yang baru. Penelitian didaerah peladangan berpindah dengan sendirinya akan berbeda dengan aspek-aspek penelitian *agroforestry* di daerah tangkapan air atau areal hutan umum.

C. Pengembangan Aspek Ekonomi

Upaya promosi *agroforestry* diperlu didukung oleh pengembangan sumber daya yang memadai untuk menjamin keberhasilan dan

kesinambungan program. Salah satu upaya yang penting untuk menunjang promosi *agroforestry* adalah pengembangan kemampuan sumber daya manusia dalam *agroforestry* di tingkat rendah, menengah dan tingkat yang lebih tinggi, melalui pendidikan dan pelatihan. Para petugas lapangan harus memahami betul tugas dan fungsinya sebagai fasilitator yang memandang program *agroforestry* sebagai alternatif pemecahan masalah dan bukan hanya pengalihan teknologi. Penyuluh perlu memahami pentingnya komunikasi dua arah dalam program tersebut. Petani harus didorong untuk berani mengajukan pertanyaan-pertanyaan menyangkut halhal yang belum pernah mereka pahami dan harus menyampaikan pendapat serta pengalaman mereka sendiri di lapangan.

Metode penyuluhan dan pelatihan juga perlu dirancang agar lebih sistematis dan partisipatif bagi masyarakat petani. Penggunaan motivator setempat akan sangat bermanfaat. Pelatihan berjenjang dapat dilakukan melalui pembentukan kelompok-kelompok tani untuk memfasilitasi penyampaian pelayanan dan pesan-pesan proyek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 2000. ***Ketika Kebun Berupa Hutan Agroforest Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat International***. Center for Research in Agroforestry. Bogor: Indonesia.

Anonymous, 1992. ***Manual Kehutanan***. Departemen Kehutanan Republik Indonesia.

Anonymous, 1997. ***Reformasi Daerah yang Terhenti***. Forum Komunikasi Kehutanan Masyarakat. Aditya Media: Yogyakarta.

Anonymous, 1997. ***Agroforestry Notes.How to Design a Riparian Buffer For Agricultural Hand***. USDA.AFnote-4, January.

Anonymous, 2000. **Agroforestry Notes. Planning Agroforestry** Practices. USDA. AF Note- 4, January.

Anonymous, 2002. ***Inside Agroforestry. Alley Cropping***. USDA. Fall 2001/Winter 2002.

Anonymous, 2002. ***Agroforestry Notes. Windbreaks An Agroforestry Pratice***. USDA. AF Note-25, March.

Anonymous, 2002. ***Agroforestry Notes. Biotecitnical Streambank Protection. The Use of Plant to Stabilize Streanibank***. USDA. AF Note-23, March.

Anonymous, 2002. ***Agroforestry Notes. Planning Biotechnical Streambank***. USDA. AF Note-24, March.

Anonymous, 2002. ***Agroforestry Notes. Working Trees for Agriculture***. USDA.

Altieri, Miguel & Vukasin., Helen L., 1988. ***Environmentally Sound-Small Scale Agricultural Project; Guidelines for Planning***. CODEL.Incd.-VITA. pp: 115-134

Brass, L.J., 1941 a. ***The 1938-1939 Expedition to the Snow Mountans Netherland New Guinea***. J. Amold Arb. XXII:27-342.

Bruce, J.W., 1989. ***Community Forestry: Rapid Appraisal of Tree and Land Tenure***. FAO.

Carlson, Duane & Trijulianty Lacsana, 1993. ***Dryland Farming System Project Report: The Effect of Various Farming System on CARE Intemational Indonesia Dryland Farming System in Buton and Muna District, Southeast Sulawesi***. CARE Indonesia Project Report.

Dick, John, 1991. ***Forest Land Use, Forest Use Zonation and Deforestation in Indonesia Summary and Interpretation of Existing Information***. EMDIBAPPEDAK Repport.

Djogo, A.P.Y., 1986. ***Wanatani. Pengertian Ruang Lingkup dan Kemungkinan Pengembangannya untuk Perbaikan Pertanian Lahan Kering***. Makalah Pelatihan Agroforestry bagi Pembina Lapangan Nusa Tenggara, Mataram. 511 September 1993.

Djogo, A.P.Y., 1993. ***Agroecosystem dan Kemungkinan Pengembangan Agroforestry di Dataran Bena dan Sekitarnya***. Kelompok Penelitian Agroekosistem (KEPAS). Kupang.

Djogo, A.P.Y., dan Y. Asa, 1992. ***Hutan Keluarga (Family Forest)***. Dalam Djogo dan Gharu (1992) Penyunting. Agroforestry dan Sumbangan bagi Pembangunan Pertanian Lahan Kering. Prosiding Lokakarya Agroforestry. Politeknik Pertanian Kupang. 25-26 Juli 1991.

Djogo, A.P.Y. 1993. ***Diagnosa Kebutuhan Pengembangan Agroforestry***. Makalah disampaikan dalam Lokakarya Nasional agroforestry. 24-26 Agustus 1993. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam – APAN

Djogo, A.P.Y. 1994. ***Management of Mountain Waterland and Forest Resources: Agroforestry in Mountain Development***. Paper Presented to the Regional Conference on Sustainable Development of Fragile Mountain Areas of Asia. ICIMOD Kathmadu 13-15 Desember 1994.

Falconer, J., Amold, J.E.M., 1991. ***Household Food Security and Forestly all Analisys of Socio-economic Issue***. FAO. Rome.

Fujisaka, S., 1993. ***Developing Sustainable Farming System for Sloping Arid Uplands***: A Farmer Paricipatory Approach.

Junus Kartasubrata, 1991. ***Agroforestry Practices in Indonesia. Agroforestry in Asia and The Pacific***. FAO. pp: 64-84.

Junus Kartasubrata, 1991. ***Planning and Implementation Aspects Based on Some Successful Agroforestry Project in Indonesia***. Agroforestry in Asia and The Pacific. FAO. pp: 231-249.

Mahitala, D., 1986. ***Laporan Pendahuluan Ekspedisi Maoke '83***. Mahitala, Unpar: Bandung.

Mas'ud Panjaitan, Muljanto dan Glend Gibney, 1992. ***DFS Project Report: Working Together with Provincial Government.*** NTB and CARE Intemational - a Case History Care Internasional Indonesia.

Murdiyarso D., dan Bambang D.D., 1993. ***Potensial Hidrologis Lahan Kering Kawasan Timur Indonesia***. Makalah Lokakarya Status dan Pengembangan Lahan Kering di Indonesia, Mataram. 16-18 November 1993.

Nair, P.K.R., 1984. **Soil Productivity Aspects of Agroforestry**. ICRAF, Nairobi.

Nair, P.K.R., 1985. ***Classification of Agroforestry System. Agroforestry System 3***. pp. 97-128. Marinus Nijhoff.

Nair, P.K.R., 1987. ***Agroforestry System Inventory***. Agroforestry System 5. pp 301317. Marinus Nijhoff The Netherlands.

Purwadi, A., 1991. ***Hutan Tanaman Industry: Aspek-aspek Agroforestry dan Social Forestry Dalam Pengembangan Hutan tanaman Industry.***

Raintree, J.B., Wamer K., 1986. ***Agroforestry Pathways for the Intensification of Shifting Cultivation. Agroforestry System 4***. pp: 39-59.

Sanchez, P., Garrity, D.P., Bandy, D.E., 1993. ***Sustainable Altenative to Slasli and Bum Agriculture and the Reclamation of Degraded Lands in Humid Tropics***. ICRAF, Nairobi.

Sastrapradja, S., Winamo, F.G., dan KartaWinata, K., 1983. ***Laporan Kunjungan Ke Irian Jaya***. Pepunas, Ristek: Jakarta

Schdulle, And Dieter, S., 1996. ***Dipterocarp Forest Ecosystem Toward Sustainable Management. World Scientific Singapore***. New Jersey, Londong, Nongkong

Stoney, C., M.U. Mile dan T. Sukandi, 1992. ***The role of Multipupose Trees Species in Agroforeslry System***. Pp 19-33. Proceeding Seminar Agroforestry Regional Sulawesi Balai Penelitian Kehutanan Ujung Pandang.

Soekardi M., dan Syarifuddin K., 1993. ***Potensi, Prospek dan Tantangan Pengembangan Lahan Kering di Kawasan Timur Indonesia***. Makalah Lokakarya Status dan Pengembangan Lahan Kering di Indonesia, Mataram. 16-18 November 1993.

Suardika P,, dan Wodick, S.E., 1994. ***Konsorsium Pengembangan Dataran Tinggi Nusa Tenggara***. Makalah Lokakarya Status dan Pengembangan Lahan Kering di Indonesia, Mataram. 16-18 November 1993.

VcrL,ara, N.T., 1982. ***New Directories in Agroforestry: The Potential of Tropical Legume Trees***. Environment and Policy Institute. East West Center.

Wiersum, .J.F., 1991. ***Promoting Agroforestry: Framework for National Action Plan. Agroforestry in Asia and The Pacific***. FAO. pp: 202-215.

Widjodarmodjo, H., 1985. ***Forest for rural community, development in Indonesia***. Perum Perhutani: Jakarta.

Moeliono, I, dan Fisher L., 1991. ***Networking for Development Some Experiences and Observation***. Paper presented at the Workshop on Networking for LEISA;, Silang Cavite, Philippines, 9-15 March.

GLOSARIUM

Agrisilviculture: Yaitu penggunaan lahan secara sadar dan dengan pertimbangan yang masak untuk memproduksi sekaligus hasil-hasil pertanian dan kehutanan.

Agroforestry: Suatu nama kolektif untuk sistem-sistem penggunaan lahan dan teknologi, dimana tanaman keras berkayu (pohon-pohonan, perdu, jenis-jenis palm, bambu dsb.) ditanam bersamaan dengan tanaman pertanian dan atau ternak, dengan suatu tujuan tertentu dalam suatu bentuk pengaturan ruang atau urutan waktu dan didalamnya terdapat interaksi ekologi dan ekonomi di antara berbagai komponen yang bersangkutan.

Agroforestry: Suatu bentuk pemanfaatan lahan secara optimal dalam suatu tapak (*site*), yang mengusahakan produksi biologis berdaur pendek dan berdaur panjang (merupakan kombinasi kegiatan kehutanan dengan kegiatan pertanian) berdasarkan kelestarian, baik secara serempak ataupun beruntun di dalam dan di luar kawasan hutan untuk kesejahteraan masyarakat.

Agroforestry: Suatu bentuk tataguna lahan, dimana pada lahan yang sama dilakukan pola integrasi penanaman antara pohon dan tanaman pertanian atau hijauan makanan ternak, agar dihasilkan produksi yang lebih tinggi secara ekonomis menguntungkan dan dapat memberikan peningkatan kesejahteraan yang lebih baik kepada penduduk pedesaan.

Agroforestry: Suatu sistem pengelolaan dan pemeliharaan lahan untuk meningkatkan produksi lahan, dimana pada unit lahan yang sama dapat dihasilkan selain produksi tanaman pertanian, hijauan makanan ternak, juga produksi kayu.

Agrosilvofishery (hutan tambak): Kombinasi pertanian hutan dan tampak di kawasan pantai, ikan dan udang dipelihara di tambak dengan hijauan kayu bakar, misal tambak di daerah Kerawang.

Agrosylvopastoral: yaitu sistem pengelolaan lahan hutan untuk memproduksi hasil pertanian dan kehutanan secara bersamaan dan sekaligus untuk memelihara hewan ternak.

Biotik (komponen hidup): Tumbuhan, hewan, dan berbagai jasad renik, masing-masing memiliki peranan yaitu sebagai produsen, konsumen dan pengurai. Produsen sebagai penghasil makanan, contohnya tumbuhan hijau daun.

Ekosistem: Komunitas makhluk hidup dan lingkungan fisik yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan.

Farm forestry (hutan kebun): Kombinasi pertanian dan kehutanan di daerah pemukiman (pekarangan, pematang sawah). Dalam sistem ini dapat dikembangkan pohon-pohon cepat tumbuh seperti: *Alhizia fulcaturia, Pinus manglum* dan *Euuculyptzrs deglupta.*

Integrasi sistem: Menggabungkan kegiatan tanaman, ternak dan/atau kehutanan di daerah yang sama dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, produksi biomassa dan memungkinkan untuk tingkat *stocking* ternak lebih tinggi di padang rumput.

Kelestarian: Tetap menjaga keberadaan sumber daya alam dan tidak rusak serta tidak merugikan kehidupan manusia di sekelilingnya.

Keunggulan komparatif: Suatu hal yang dapat dibandigkan dengan yang lainnya

Keunggulan kompetitif: Kemampuan yang diperoleh melalui karakteristik dan sumber daya untuk memiliki kinerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain dapat ditentukan oleh teknologi produk maupun teknologi proses.

Commercial agroforestry: Sistem budidaya yang dilakukan berkaitan dengan industri pengolahan dan pemasaran

Komponen abiotik (komponen tidak hidup): Sinar matahari, suhu, air, udara, kelembaban, serta tanah dengan segala mineral yang di dalamnya.

Konsumen: Makanan yang dihasilkan oleh produsen, karena tidak dapat menghasilkan makanan sendiri, contohnya : hewan pemakan tumbuhan (herbivora), hewan pemakan hewan lain (karnivora).

Ladang berpindah: Sistem budidaya pertanian pada lahan berpindah dalam kurun waktu tertentu

Landbow: Budidaya pertanian yang berada di pekarangan sekitar tempat tinggal disebut lembo" di Kalimantan Timur yakni kelompok tanaman buah-buahan, kayu-kayuan dan kegunaan lainnya yang tumbuh alami atau sengaja ditanam pada saat berladang.

Multipurpose forest tree production: Yaitu sistem pengolahan dan penanaman berbagai jenis kayu, yang tidak hanya untuk hasil kayunya, akan1 tetapi juga daun-daunan dan buah-buahan yang dapat digunakan sebagai bahan makanan manusia ataupun pakan ternak.

Pekarangan: Lahan yang berada di sekitar rumah tempat tinggal, hasilnya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Pembangunan berkelanjutan: Pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Pemberdayaan masyarakat: Merupakan upaya untuk meningkatkan harkat dan martabat lapisan masyarakat yang dalam kondisi sekarang tidak mampu untuk melepaskan diri dari perangkap kemiskinan dan keterbelakangan.

Pemberdayaan: Upaya untuk membangun daya itu, dengan mendorong, memotivasikan, dan membangkitkan kesadaran akan potensi yang dimilikinya serta berupaya untuk mengembangkannya.

Selektif: Penggunaan sumberdaya alam dilakukan pemilihan sesuai kebutuhan untuk kepentingan kebutuhan.

Sistem talun: Pada sistem ini talun kebun lebih didominasi tanaman palawija seperti bawang dan ketela.

Social forestry: Adalah ilmu dan seni penanaman pohon-pohonan dan/ atau tumbuhan lainya umumnya pada lahan yang tersedia, baik di dalam dan di luar kawasan hutan dan pengelolaan hutan yang sudah ada dipadukan dengan kegiatan-kegiatan

lain, yang menghasilkan suatu bentuk penggunaan lahan secara berimbang dan komplementer.

Subsistence agroforestry: Usaha budidaya pertanian di bawah tegakan secara subsisten produknya sekedar untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

Teknologi tepat guna: Teknologi yang digunakan untuk mengolah sumberdaya alam tidak berdampak negatif (menimbulkan pencemaran, kerusakan lingkungan dll).

Wanatani: Sistem simultan (*simultaneous agroforestry*) dimana tanaman kayu-kayuan ditanam secara bersamaan dengan tanaman pertanian pada sebidang tanah. Contoh dari sistem ini antara lain adalah sistem pertanaman lorong (*alley cropping*), silvipastural, sistem tiga strata dan sebagainya.

INDEKS

advantages 3, 4
agrisivikultur 120
Agroforestry 1-188
Agronomi 5, 9, 24, 121, 125, 139, 141
Agrosilvopastur 9, 58, 119
air 1, 2, 6, 10, 35, 41, 53, 59-61, 82-86, 92-95, 119, 124
Alam 12, 16, 27-31, 35, 41,-46, 95, 100, 115, 151, 167, 176, 185
alternatif 2-4, 14, 34, 67, 128, 154, 170, 188
analisis 3, 4, 62, 78, 91, 166, 187
bangunan 26-28, 40, 45, 54, 116, 134, 136
berbuah 59, 149
berbunga 59, 67
berkelanjutan 4, 12-16, 44, 67, 69, 77, 95, 160, 177, 180
biologi 7, 29, 34, 82, 89, 127, 140, 142
biomassa/biomas 4, 41, 81, 83, 94, 153
budidaya 3, 12, 20, 28-30, 36-39, 47, 55, 89, 118, 132, 162, 167
cadangan 24, 28, 30, 41, 49, 85, 134, 149, 154
comparative 2, 3
competitive 3, 4
dampak 2, 3, 45, 156,5, 159, 161, 163
degradasi 5, 7, 37, 59
design 3, 4, 157
diversifikasi 1, 8, 31, 53, 103, 109, 117, 124, 132, 135, 177
dominasi 39, 61, 126
efektif 2, 19, 65, 70, 83, 114, 140, 160, 172, 176
efisiensi 2, 85, 95, 151
ekologi 1, 6-9, 18, 36, 43, 49, 51, 67, 78, 121-123, 175, 184
ekonomi 1, 2, 9, 20, 50, 89, 90-96, 116, 169, 177, 187
ekosistem 9, 16-18, 21, 33, 37-41, 56, 65, 77-81, 124, 151, 168
eksploitasi 15-174, 20, 34, 37, 42, 125, 138
erosi 2, 7, 87, 107, 111, 121, 154-158, 167, 173, 175, 179

evapotranspirasi 6, 69
Farming 110, 176
genetic 3
geografi 41, 80, 121, 162
hamparan 5, 127, 133, 135, 137
hayati 1, 2, 5, 14, 17, 21, 30, 34, 44, 122, 130, 141, 142, 152
herba 71, 74, 77, 81
hijau 51, 82, 111, 135, 147-149
hujan 42, 47, 60-62, 66, 69, 79-82, 94, 101, 146-149, 154, 173
improvement 2, 3
informasi 21, 61, 65, 71, 81, 102, 142, 165
Inmas 101, 153, 172, 182
intensifikasi 1, 4, 5, 14, 37, 101, 107, 121, 157
interaksi 6, 59, 81, 86, 94, 121, 145, 168, 171
jagung 53, 56, 69, 76, 86, 172, 177
kandungan 4, 23, 82-84, 110, 148
karakteristik 7, 14, 65, 68, 79
keanekaragaman 1, 2, 14, 18, 30-35, 50, 122, 129
keberlanjutan 42, 64, 68, 69, 180
kebijakan 4, 13, 16, 18, 35, 128, 155
kelembaban 66, 116, 119, 148, 161, 176
kelestarian 4, 7, 19, 36-38, 44, 119, 141, 159
kerapatan 34, 71, 72, 74, 75
kesuburan 5, 18, 44, 56, 84, 87, 94, 95, 104, 147
ketahanan 68, 71, 87, 145, 159, 160, 177
klon 74, 140, 160
kombinasi 5, 6, 11, 69, 84, 89, 93, 97, 145, 156, 163, 178
komplementer 3, 11, 89, 92-94, 96, 170, 171
komponen 6-9, 21, 59, 61, 63, 71, 81, 90
konservasi 1,7, 14, 37, 53, 90, 153, 155, 166
kritis 5, 30, 59, 61, 70, 87, 102, 121, 138, 176
kualitas 1,2, 12, 86, 102, 148, 158, 162, 169
legiuminosa 111
lorong 7, 110, 111, 115-118, 173
manajemen 3, 4, 14, 152, 155, 157-159, 176, 180
menopang 37, 126, 129, 165
meremajakan 27
metode 46, 76, 81, 89, 104, 109, 162, 163, 172, 188
mikroklimat 82, 148
mineral 41, 84, 85, 95, 117, 171
musim 7, 54, 60-71, 76, 82, 109, 146, 154-156, 170
naungan 7, 54, 73, 75, 93, 95, 103, 116-118, 123, 153
nitrogen 63, 64, 71, 82, 94, 95, 109, 110, 119, 149, 157
nutrisi 1, 82-86, 157, 161
obyektif 90, 139, 163

optimum 61, 62, 69, 70, 73, 75, 76, 89, 96, 170
organik 4, 82-86, 167
panas 60-62, 69, 84, 148
pangan 2, 5, 7, 8, 13, 20, 48, 54, 86, 94, 101, 104, 109, 113-115, 121-123, 131, 158
pedesaan 4-6, 11, 20, 35, 48, 55, 116, 121, 129-131, 134, 140-142
pekarangan 1, 11, 20, 23, 116, 133, 178
pemanfaatan 2, 5, 11, 18, 35, 42, 46, 157, 177
pemangkasan 6, 62, 63, 73, 11, 173
pemasaran 2, 48, 178, 184, 187
pembabatan 30, 38, 46, 158
Pembangunan 5, 12, 17, 30, 42, 107, 128, 169
pembuahan 61, 62, 67, 70, 84
pembungaan 60-63, 66-68, 70
pemeliharaan 6, 14, 33, 78, 100, 108, 132, 167
pendapatan 15, 49, 71, 99, 134, 168, 172
pendekatan 12, 46, 70, 89, 121, 139, 141, 168, 170
penduduk 4,6, 11, 14, 23, 32, 35, 101, ,122, 130, 131
pengambilan 6, 28, 90, 165, 186
pengaruh 23, 59, 65, 69, 170, 173
pengaturan 6,8, 44, 63, 68, 77, 115, 121, 127
penghutanan 15,16, 130
penjarangan 63, 72, 73, 76, 95, 104
Penologi 60, 61, 62, 64-70
penyerbukan 33, 73
Perakaran 6, 63, 64, 153, 182
Percabangan 72, 75
Perkebunan 8, 15, 29, 34-37, 41, 105, 138, 161
perladangan 9, 13, 17, 50, 55, 56, 117, 120, 136
pesanggem 100, 101, 103, 172
pulp 43, 47, 72, 114
pupuk 40, 57, 95, 101, 108, 149, 160, 171, 172
radiasi 66, 69, 168, 175
rebung 26, 146
regenerasi 31, 37, 38, 39, 44, 46
rehabilitasi 35, 107, 113, 138, 169, 175
rumpang 28, 38, 39, 40, 44
sawah 5, 11, 33, 113, 114, 123
silvikultur 1, 9, 14, 27, 37, 40, 43, 46, 77, 121, 125-157
silvopastoral 1, 161
soya 70, 75, 93
tebang 113
tegakan 10, 57, 63, 72, 83, 113, 146, 173, 177, 180
terdiferensiasi 3
transpirasi 83, 84
tumpangsari 9, 43, 47, 99-104, 124, 153, 172, 182
vegetatif 60-62, 66-368, 70, 73
wanatani 5-10, 177

TENTANG PENULIS

DR. Ir. Joko Triwanto, M.P., lahir di Sukoharjo 09 September 1960, pendidikan yang dialami mulai SD Sukoharjo tahun 1973, Sekolah Teknik di Karanganyar lulus tahun 1976, Sekolah Menengah Teknologi Pertanian Boyolali lulus tahun 1980, kemudian pada tahun 1981 melanjutkan Pendidikan Tinggi di Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang lulus tahun 1987. Pada tahun 1997 lulus jenjang strata dua (S2) mendapat gelar Magister Pertanian (MP) dari Pasca Sarjana Program Studi Kehutanan Universitas Mulawarman Kalimantan Timur. Selanjutnya pada tahun 2019 dapat menyelesaikan Program Doktor (Dr) Ilmu Lingkungan di Universitas Brawijaya Malang dalam bidang Agroforestry Secara Berkelanjutan. Pernah bekerja di Departemen Perindustrian Kabupaten/ Kotamadya Malang tahun 1981-1989. Pada tahun 1989 sebagai staf pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, tahun 1999 hingga sekarang di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Pengalaman penulis pernah menjadi Sekretaris Bidang Kemahasiswaan tahun 1990-1994, Ketua Jurusan Kehutanan tahun 1999- 2001, Pembantu Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Pertanian mulai tahun 2001-2009. Kepala UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang tahun 2009-2013. Direktur UMM Inn tahun 2013-2015. Saat ini mendapat amanah sebagai Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan. Penulis pernah menjadi Ketua Umum Forum Pendamping GNRHL DAS Brantas. Penulis juga aktif dalam seminar maupun lokakarya seperti SEANAFE, INAFE, ICRAF, dan FOReTIKA, di samping itu penulis juga aktif melakukan penelitian agroforestry secara mandiri maupun bersama tim jurusan.