

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kotoran Sapi Potong

Kotoran ternak merupakan sumber nitrogen untuk energi mikroorganisme dan proses regenerasi. Kotoran ternak (sapi, ayam dan kambing) merupakan sumber pupuk organik. Pupuk organik atau sampah organik berasal dari hewan ternak dan tumbuhan seperti sapi, kambing dan ayam serta jerami padi. Penggunaan secara terus menerus akan banyak membantu dalam membangun kesuburan tanah, terutama dalam jangka waktu yang lama (Yulianto, 2017).

Sampah organik dihasilkan oleh tumbuhan dan hewan dan dapat diolah kembali menjadi sesuatu yang bermanfaat. Kotoran sapi (feses) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik padat yang baik bagi tanaman. Kotoran sapi merupakan salah satu bahan yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Setiap hari seekor sapi menghasilkan sekitar 8-10 kg kotoran per hari atau 2,6-3,6 ton per tahun atau setara dengan 1,5-2. ton (Mardiani *et al.*, 2021).

Kotoran hewan sebagian besar dapat dijadikan pupuk setelah mengalami pengomposan matang, yaitu secara fisik (warna, bau, tekstur) tidak mirip dengan bahan aslinya, mengandung bahan kimia organik : 60 - 70%, N 2%, P₂O₅ : 1% . K₂O: 1%. Jenis kotoran hewan yang umum. Pupuk kandang yang digunakan adalah kotoran sapi, kerbau, kelinci, ayam, dan kambing. Pada umumnya kotoran sapi banyak digunakan sebagai pupuk kandang karena lebih banyak tersedia dibandingkan kotoran hewan lainnya. Selain mengandung unsur hara dan mineral, pupuk kandang juga mengandung limbah ternak seperti feses, urin, dan sisa pakan yang belum diolah lebih lanjut.(Arini *et al.*, 2019).Kotoran sapi digunakan sebagai pupuk tanaman. Karena proses alami, rumput, dedaunan, dan kotoran hewan merupakan hasil kolaborasi antara mikroorganisme dan cuaca. Proses pengomposan merupakan proses penurunan C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20).

2.2 Kompos

Kompos adalah hasil penguraian sebagian/tidak sempurna dari suatu campuran bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai jenis mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerob atau anaerob. Pembuatan kompos adalah mengatur dan mengendalikan proses

alami ini agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi pembuatan campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan. Sampah terdiri dari dua bagian, yaitu bagian organik dan anorganik. Persentase rata-rata bahan organik sampah mencapai $\pm 80\%$, sehingga pengomposan merupakan alternatif penanganan yang tepat. Kompos berpotensi untuk dikembangkan mengingat semakin banyaknya sampah organik yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) menyebabkan pencemaran bau dan pelepasan gas metana ke udara (Kencana, 2020).

Kompos adalah sisa bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan dan sampah organik yang telah mengalami proses dekomposisi atau fermentasi. Bahan dari ternak yang sering digunakan untuk kompos diantaranya adalah pupuk kandang ternak, urin, pakan ternak yang terbuang, dan biogas cair. Tanaman air sering digunakan untuk kompos antara lain alga biru, gulma air, eceng gondok mumps, dan azolla. Beberapa penggunaan kompos adalah untuk memperbaiki struktur tanah, memperkuat daya ikat agregat (nutrisi) tanah berpasir, meningkatkan daya resistensi dan penyerapan air, meningkatkan drainase dan pori-pori di tanah menambah dan mengaktifkan nutrisi (Susetya, 2016).

Pengomposan adalah suatu proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, terutama oleh mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Bahan organik adalah bahan yang berasal dari makhluk hidup, baik dari tumbuhan maupun hewan. Prinsip proses pengomposan adalah menurunkan C/N bahan organik menjadi sama atau hampir sama dengan rasio C/N tanah (< 20), sehingga melepaskan nitrogen dan membuatnya dapat digunakan oleh tanaman. Proses pengomposan akan dilakukan segera setelah bahan baku tercampur. Proses pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Selama tahap awal proses, oksigen dan senyawa yang mudah terdegradasi segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas 50°C - 70°C . Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi tersebut adalah mikroba termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Pada saat ini terjadi penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba

dalam kompos yang menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan terurai, suhu akan menurun secara bertahap. Pada saat ini terjadi pematangan kompos lanjut yaitu terbentuknya kompleks humus lempung. Selama proses pengomposan akan terjadi pengurangan volume dan biomassa bahan. Pengurangan ini bisa mencapai 30 – 40% dari volume/berat awal material (Kencana, 2020).

2.3 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses menghasilkan energi dalam sel secara anaerobik atau tanpa oksigen yang mengakibatkan terjadinya perubahan biokimia organik melalui enzim. Fermentasi biasanya dihasilkan dari respirasi anaerobik secara keseluruhan tanpa kehadiran akseptor elektron lainnya. Biasanya dilakukan pada makanan, sampah dan kotoran hewan untuk membentuk hasil akhir yang bermanfaat. Salah satunya adalah penguraian sampah organik dengan cara anaerobik (miskin oksigen) yang menghasilkan bau yang cukup tidak sedap, namun hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada sampah tersebut. (Febriadi, 2019).

Selain melalui proses fermentasi anaerobik, dapat juga dilakukan dengan proses fermentasi pretreatment atau fermentasi menggunakan mikroorganisme. Pada proses ini dilakukan produksi bioetanol dengan tujuan untuk menghasilkan sediaan selulosa yang akan diasosiasikan dengan komponen kimia non-lignoselulosa pada proses pra-perlakuan. Kehadiran komponen ini akan mempengaruhi seluruh aktivitas mikroorganisme dalam proses konversi bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengobatan dapat diperoleh dari bahan mentah yang mengalami fermentasi ilmiah atau dengan menambahkan mikroorganisme lain. Tujuan mikroorganisme adalah mereduksi unsur hara yang terkandung dalam substrat, khususnya pada TKKS (Permata *et al.*, 2021).

Proses fermentasi TKKS dengan menggunakan mikroorganisme dilakukan secara spontan dari hasil fermentasi ilmiah. Mikroorganisme ini mengandung nitrogen, fosfor, kalium dalam proses konveksi organik. Nitrogen digunakan untuk membentuk asam nukleat, asam amino, kalium membentuk kofaktor enzim dan fosfor berfungsi dalam sintesis asam nukleat, adenosin

trifosfat (ATP), fosfolipid dan senyawa lainnya. Selama proses fermentasi terjadi perubahan kadar NPK pada bahan organik (Permata *et al.*, 2021).

2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

TKKS (tandan kosong kelapa sawit) merupakan limbah yang berasal dari kelapa sawit yang akan diolah. Limbah yang dihasilkan kurang lebih 25% berasal dari buah kelapa sawit segar. Limbah ini merupakan salah satu jenis limbah padat yang dihasilkan dari kelapa sawit. Hingga saat ini limbah kelapa sawit belum dimanfaatkan secara maksimal karena TKKS mengandung selulosa sekitar 40-60%, hemiselulosa sekitar 20-30%, dan lignin sekitar 15-30%. Banyak upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi limbah pabrik kelapa sawit, diantaranya dengan memanfaatkan tandan kosong sawit (EFB) sebagai alternatif pengganti pengomposan. Kompos merupakan hasil penguraian sisa-sisa tumbuhan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Kualitas kompos sangat ditentukan oleh perbandingan jumlah karbon dan nitrogen (rasio C/N). Jika rasio C/N tinggi berarti komposisi kompos belum terurai sempurna. Bahan kompos dengan rasio C/N tinggi akan terurai atau terurai lebih lama dibandingkan bahan dengan rasio C/N rendah. Mutu kompos dikatakan baik bila mempunyai rasio C/N antara 12-15 (Rahmadanti *et al.*, 2019).

Limbah kelapa sawit generasi pertama berupa limbah padat yang terdiri dari tandan buah kosong, pelepah, cangkang dan lain-lain. Potensi limbah ini mempunyai nilai ekonomi yang cukup besar, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai unsur hara yang dapat menggantikan pupuk buatan. Limbah TKKS merupakan limbah padat yang jumlahnya cukup besar yaitu sekitar 6 juta ton, namun pemanfaatannya masih terbatas. Selama ini sampah dibakar dan ada pula yang disebar di lahan sebagai mulsa. Saat ini TKKS mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai kompos, pulp dan kertas, karbon dan media tanam. Selama ini tanko dibiarkan membusuk di perkebunan kelapa sawit. Hal ini sangat mengganggu pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang akan ditanam nantinya karena tankos membutuhkan waktu yang lama untuk terurai, mungkin sampai 6 bulan jika tidak ada bantuan dari pengurai. Hal ini dikarenakan TKKS merupakan bahan organik yang sulit terurai karena strukturnya yang keras, ukurannya yang besar dan kandungan ligninnya sebesar 17,1%. Lignin merupakan penghalang akses

enzim selulolitik dalam degradasi bahan lignoselulosa, sehingga menghambat proses dekomposisi yang seringkali berujung pada penumpukan bahan organik. Sisa tanaman yang mengandung lebih banyak lignin akan mengalami proses penguraian lebih lambat dibandingkan tanaman yang mengandung lebih sedikit lignin. Sehingga TKKS membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menjadi pupuk organik. Lamanya waktu yang diperlukan dalam proses pengomposan TKKS menjadi permasalahan, karena semakin lama proses pengomposan maka semakin luas lahan yang diperlukan untuk pengomposan, maka biaya yang dikeluarkan untuk pengomposan TKKS juga akan semakin besar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan teknik pengomposan yang tepat agar proses pengomposan dapat berjalan maksimal (Purnamayani *et al.*, 2016).

2.5 Kadar C

Kandungan C-organik merupakan faktor penting penentu kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kandungan C-organik total maka semakin baik kualitas mineral tanahnya. Bahan organik tanah berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas biologis tanah, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Bahan organik sendiri merupakan unsur penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, dan biologis. Golongan bahan organik dihitung dari kandungan c-organik dengan rumus: bahan organik (%) = 1,74% x c-organik (%) sehingga kandungan bahan organik tanah dasar tambak dapat dilihat dari kandungan C-organiknya. Rasio C/N berguna sebagai penanda kemudahan penguraian bahan organik dan aktivitas mikroorganisme tanah, sebagian besar energi yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi populasi tanah dan mendukung kelangsungan proses-proses di dalam tanah yang menghasilkan banyak bahan organik. terjadinya konversi karbon organik menjadi karbon dioksida, namun jika rasio C/N terlalu besar berarti ketersediaan C sebagai sumber energi berlebihan dibandingkan dengan ketersediaan N untuk pembentukan protein mikroba maka aktivitas mikroorganisme akan terganggu. akan terhambat, sehingga data kandungan C organik dan rasio C/N tanah sangat penting untuk diketahui.(Siregar, 2017) .

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari makhluk hidup atau biomassa dari hewan ternak. Sumber pupuk organik yang dapat digunakan antara

lain kompos jerami, kotoran ayam, sapi, dan domba. Diantara jenis kotoran tersebut, kotoran sapi mempunyai kandungan serat yang tinggi seperti selulosa. Tingginya kadar C pada kotoran sapi menghambat pemanfaatannya secara langsung pada lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama (Linna & Riastuti, 2022).

C-Organik merupakan penyusun utama bahan organik. Bahan organik tanah merupakan senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses penguraian, baik berupa humifikasi humus maupun senyawa mineralisasi anorganik. Bahan organik mempunyai peranan yang sangat penting, khususnya dalam tanah, dalam pengaruhnya terhadap kesuburan tanah. Berdasarkan hasil pemeriksaan C-organik yang diperoleh, dapat diketahui juga bahan organik yang terkandung didalamnya dengan menggunakan konversi C-organik menjadi bahan organik = %C-organik x nilai kandungan. Pengukuran kandungan bahan organik dengan metode Walkey and Black ditentukan berdasarkan kandungan C-organiknya. Berikut hasil konversi C-organik menjadi Bahan Organik (Melsasail *et al.*, 2019).

2.6 Kadar N

Kadar Nitrogen (N) merupakan unsur hara utama dalam tanah yang sangat berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberikan warna hijau pada daun. Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu karena hasil panen menurun, pembentukan klorofil yang sangat penting sehingga proses fotosintesis terganggu. Namun jika jumlahnya terlalu banyak akan menghambat pembungaan dan pembuahan tanaman. Tumbuhan menyerap unsur N membentuk ion nitrat atau amonium, keduanya merupakan ion yang larut dalam air. Tanaman yang mempunyai ketersediaan N yang cukup akan tumbuh dengan cepat. Selain perannya dalam sintesis protein, nitrogen dipisahkan dari molekul klorofil dan oleh karena itu menyediakan cukup N untuk menyebabkan pertumbuhan kekuatan vegetatif dan warna hijau segar. Tanaman mengambil N dari tanah terus menerus sepanjang siklus hidupnya dan kebutuhan N biasanya meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran tanaman. Dalam jaringan tanaman, nitrogen merupakan nutrisi penting dan unsur penyusun asam amino,

protein dan enzim. Selain itu, nitrogen juga terkandung dalam klorofil, sitokin, dan auksin (Yusmayani, 2019).

Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara utama dalam tanah yang berperan sangat penting dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu dan hasil tanaman menurun karena pembentukan klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintesis terganggu. Namun jika jumlahnya terlalu banyak akan menghambat pembungaan dan pematangan tanaman. Nitrogen baik berupa nitrogen anorganik maupun organik. Nitrogen anorganik terdiri dari amonia (NH_3), amonium (NH_4), nitrit (NO_2) dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Nitrogen organik hadir dalam bentuk protein, asam amino, dan urea. Analisis kadar nitrogen pada pupuk urea, pupuk kompos dan pupuk cair dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl (Fajarwati *et al.*, 2022).

Nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang dibutuhkan tanaman. Sejumlah besar diserap tanaman dalam bentuk amonium (NH_4) dan nitrat (NO_3). Nitrogen membentuk sekitar 1,5% berat tanaman dan berfungsi terutama dalam pembentukan hasil. Analisis protein terhadap kandungan N-Total kotoran sapi dataran tinggi dan dataran rendah menunjukkan bahwa nilai N-Total berada pada kriteria tinggi dan rendah. Nilai N-Total tertinggi diperoleh pada kotoran sapi >70% - 0,88% (tinggi). Sedangkan nilai N-Total terendah adalah <50 - 0,68% (rendah). Hasil analisis isi N-Total (Melsasail *et al.*, 2019).

2.7 Rasio C/N

Rasio C/N merupakan hasil perbandingan antara kandungan karbon (C) dan kandungan nitrogen (N) dalam suatu bahan. Rasio C/N yang digunakan sebagai indikator proses fermentasi adalah rasio total antara karbon dan nitrogen (C/N rasio). Jika rasio C/N tinggi berarti bahan penyusun kompos belum terurai atau terolah sempurna. Jadi bahan kompos dengan C/N tinggi akan memperlambat proses pembusukan atau pembusukan dibandingkan bahan kompos dengan rasio

C/N rendah yang dapat mempercepat penguraian. Mutu kompos dikatakan baik jika rasio C/N 12 – 15% (Rahmadanti *et al.*, 2019).

Pada proses fermentasi kotoran ternak terdapat bahan organik yang mengandung istilah rasio C/N. Rasio C/N yang baik dimana terdapat substrat sekitar 25-30%. Sedangkan kotoran sapi mempunyai kandungan rasio sebesar 24%, oleh karena itu perlu ditambahkan bahan lain yang menambah atau mengurangi rasio C/N, seperti bahan senyawa tunggal termasuk bubuk glukosa, bahan alam lainnya (TKKS), bahan organik lainnya. . (Zulkarnaen *et al.*, 2018).

Proses pengomposan melibatkan pengurangan C/N bahan organik dengan C/N tanah dengan nilai <20%. Prosesnya dilakukan dengan mengubah unsur-unsur kimia seperti :

- (1) lilin menjadi kadar CO₂ dan H₂O, karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak,
- (2) penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang mudah diserap tanaman
- (3) Pengelolaan kotoran hewan yang mempunyai kandungan N, P dan K yang tinggi sebagai kompos dapat menyuplai unsur hara yang dibutuhkan menjadi senyawa yang lebih baik. (Sutrisno *et al.*, 2020).

2.8 Hipotesa

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah ada pengaruh rasio tandan kosong kelapa sawit dan feses sapi terhadap kadar C dan kadar N serta Rasio C/N pupuk kompos.