

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Apel

Apel (*Malus domestica*) adalah tanaman buah tahunan berasal dari Asia Barat dengan iklim subtropis. Pohon apel ini menyesuaikan diri dengan iklim Indonesia, khususnya iklim tropisnya, apel dapat ditanam di sana (Baskara, 2010). Klasifikasi pohon apel domestik ditunjukkan di bawah ini :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Dicotyledone
Order	: Rosales
Family	: Rosaceae
Genus	: Malus
Species	: <i>Malus domestica</i>

Di Indonesia, pertanian apel dimulai pada tahun 1934 dan telah meningkat secara signifikan sejak tahun 1960-an. Di dataran tinggi Indonesia, khususnya di Malang (Batu dan Poncokusumo) dan Pasuruan (Nongkojajar), Jawa Timur, apel dapat tumbuh dan berbuah dengan sukses (Nisa, 2022).

2.1.1 Morfologi Apel

1. Batang

Batang pohon apel kayu cukup kuat dan kokoh, dan cabang-cabang yang tersisa di pohon atau yang tidak terpotong tumbuh lurus dan tidak beranting. Kulitnya cukup tebal dan warnanya bervariasi dari coklat muda hingga coklat

kekuningan, berubah menjadi kuning keabu-abuan seiring bertambahnya usia. Karena pemangkasan pemeliharaan rutin, puncak pohon menyerupai semak dalam bentuk meja atau payung. Batang tumbuh dengan cara tegak, tetapi cabang-cabang biasanya berkembang dalam orientasi miring (Adrianto, 2011).



Gambar 2. 1 Batang Apel

(Nisa, 2022)

2. Daun

Daun apel dikelompokkan menjadi enam kategori, yaitu oval, oval luas, oval sempit, akut, akut luas, dan akut sempit — digunakan untuk mengklasifikasikan daun apel. Permukaan daun mungkin datar atau melengkung. Beberapa sisi daun terlipat ke atas, sementara yang lain terlipat ke bawah. Biasanya, ada bulu-bulu halus yang menutupi bagian bawah daun..



Gambar 2. 2 Daun apel

(Nisa, 2022)

3. Akar

Pohon apel memiliki akar tunggang, yaitu akar yang tumbuh lurus atau vertikal ke dalam tanah, adalah seperti apa akar pohon apel yang berkembang dari biji dan anakan. Akar ini berfungsi sebagai penegak tanaman, menusuk lapisan tanah yang padat dan menyerap air dan nutrisi dari tanah. Sebaliknya, batang bawah yang tumbuh dari stek dan tunas akar mengandung akar ber-serat dan tidak ada akar tunggang, yang membuat batang kurang tangguh dan lebih rentan terhadap kekeringan.



Gambar 2. 3 Bentuk perakaran apel

(Nisa, 2022)

4. Bunga

Bunga apel menghadap ke atas, bertangkai pendek, bergerombol, dan memiliki 7-9 bunga di setiap tandan. Bunga berkembang di bagian bawah daun, dengan putik atau kandidat buah di tengah dan mahkota lima untaian, putih hingga merah muda membungkus benang sari pada tubuh buah. Bentuk bunga aktinomorfik (Adrianto, 2011).



Gambar 2. 4 Bunga tanaman apel

(Nisa, 2022)

5. Buah

Buah apel mempunyai bentuk bulat sampai lonjong, bagian pucuk buah berlekuk dangkal, kulit agak kasar dan tebal, pori-pori buah kasar dan renggang, tetapi setelah tua menjadi halus dan mengkilat. Warna buah hijau kekuning-kuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua, dan sebagainya sesuai dengan varietasnya.



Gambar 2. 5 Buah apel

(Nisa, 2022)

6. Biji

Biji buah apel berbentuk bulat telur, tetapi ada yang panjang dan meruncing di ujungnya, ada yang bulat dan tumpul di ujungnya, dan ada yang dibentuk di tengah-tengah antara bentuk pertama dan kedua.

2.2 Tanaman Jarak Kepyar

Jarak kepyar (*Ricinus communis L.*) merupakan salah satu jenis tumbuhan dalam famili Euphorbiaceae yang berasal dari Afrika Timur khususnya di daerah Ethiopia dan tersebar ke daerah tropis dunia termasuk Indonesia. Dalam bahasa latin jarak disebut Ricinus karena bentuk biji berbintik-bintik menyerupai serangga, mereka dikenal sebagai Ricinus, yang berarti serangga.. Tanaman jarak kepyar dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku minyak dari biji yang digunakan untuk kebutuhan industri cat, pelumas, bahan baku kosmetik, tinta, tekstil, obat-obatan, pertanian, dan sebagainya. Berikut klasifikasi tanaman jarak kepyar menurut Audi (2005) :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Klas	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Ricinus
Spesies	: <i>Ricinus communis L.</i>

2.2.1 Morfologi Jarak Kepyar (*Ricinus communis L.*)

Tanaman semak atau terna dengan ketinggian 1-4 meter disebut jarak kepyar. Spesies tanaman dari keluarga Euphorbiaceae yang disebut jarak kepyar (*Ricinus communis L.*) dapat tumbuh di ladang dan tempat terbuka, tahan kekeringan, dan dapat berkembang dalam berbagai jenis tanah yang berbeda. Tanaman Jarak kepyar (*Ricinus communis L.*) tanaman tahunan, meru-

pakan produsen bahan baku yang signifikan untuk industri minyak, menurut Zuiurinen et al. (2014). Berikut adalah deskripsi dari ciri-ciri tanaman jarak kepyar sehingga anda dapat mempelajari lebih lanjut tentang hal itu.:

1. Akar

Tanaman jarak adalah tanaman biji split, yang memiliki akar yang bercabang ke samping, akar tunggang yang relatif dalam, dan banyak rambut akar (Widodo & Sumarsih, 2007). Akar tanaman jarak memiliki akar samping lebar yang ditutupi banyak akar berbulu, serta akar tunggang yang dalam. Ini menunjukkan kekeringan dan hambatan angin tanaman jarak.

2. Batang

Kulit batangnya bertekstur halus, hijau muda hingga hijau tua, dan kulit kayu merah muda hingga merah kecoklatan memiliki penampilan yang halus. Sebagian besar batang memiliki penutup lilin di permukaannya, yang bisa tipis atau tebal. Batang tanaman tegak, memiliki buku-buku jari, dan setiap buku dikelilingi oleh gelang dengan titik pertumbuhan untuk daun dan cabang pada setiap gelang. Itu berlubang di tengah dan terbuat dari kayu lunak. Tanaman tumbuh hingga ketinggian 1-4 meter, dengan diameter batang sekitar 3-5 cm.

3. Daun

Tepi daun bergerigi, takik daun dangkal hingga dalam, dan daun berbentuk jari dengan 5 hingga 11 helai. Daunnya berkisar dalam warna dari hijau terang ke gelap, dengan beberapa berkilau dan kemerahan. Tangkai daun yang kuat

dan panjang yang berukuran panjang 17 hingga 40 cm (Widodo & Sumarsih, 2007).

4. Bunga

Bunga jarak memiliki susunan yang sangat beragam. Bunga jantan dan betina dapat ditemukan pada tanaman yang sama. Ada tiga sampai lima kelopak pada bunga tetapi tidak ada daun mahkota. Bunga jantan membentuk 50-70% dari mekar dan ditemukan di bagian bawah tandan bunga, sedangkan bunga betina membentuk 30% hingga 50% dari bunga dan ditemukan di bagian atas tandan bunga. Sama dengan jumlah daun dalam desain bunga, bunga jantan memiliki benang sari. Tiga daun buah dan tiga tangkai putik, baik bebas maupun terhubung, membentuk putik bunga betina (Tjitrosoepomo, 1993). Tiga cabang membentuk kepala putik, yang memiliki rona merah muda atau merah tua.

5. Buah

Buah menjadi lebih besar dan berkembang menjadi buah remaja dengan bentuk bulat hingga oval setelah penyerbukan. Buah-buahan muda berkisar dalam warna dari hijau muda ke hijau tua, berduri atau tidak, dan ketika matang atau tua, memiliki penampilan abu-abu menyerupai bumi. Setiap kapsul terdiri dari tiga bagian, salah satunya adalah biji. Kulit muda dan kulit yang tidak memiliki lapisan lilin memiliki penutup lilin di permukaannya. Buah tua atau matang sangat mungkin hancur atau pecah, namun beberapa sulit pecah. (Cahyo, 2006).

6. Biji

Panjang biji jatropha kepyar berkisar dari beberapa mm hingga 2 cm dan memiliki bentuk oval atau oval. Hitam, merah tua, coklat tua, dan coklat muda adalah warna biji. Berbagai tema atau bintik-bintik dapat ditemukan, tergantung pada kultivar. Kurang dari 24 g hingga lebih dari 57 g adalah kisaran berat untuk 100 biji, sedangkan kandungan minyak berkisar antara kurang dari 46,14 hingga 57,95%. Biji jarak dibagi menjadi tiga kelompok ukuran oleh BIP-NTB (1986) berdasarkan berat 100 biji (g). Biji kecil memiliki berat antara 10 dan 34 g, biji sedang antara 35 dan 54 g, dan biji besar antara 55 dan 100 g.



Gambar 2. 6 Biji Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.)

(Balittas, 2012)

2.2.2 Manfaat Jarak Kepyar

Hasil utama tanaman jarak yaitu buah yang terdiri dari 20% bahan serabut (kulit buah) dan 80% biji yang mengandung minyak (castor oil). Sekitar 47% dengan sifat yang tidak mudah mengering (non drying oil). Saat ini biji jarak menjadi komoditas ekspor dan digunakan sebagai bahan baku pembuat cat, minyak pelumas, pestisida, plastik, sabun dan bahan bakar roket.

2.2.3 Kandungan Jarak Kepyar

Seluruh tubuh tanaman jarak, dari akar hingga daun, terdiri dari zat kimia, atau metabolit sekunder. Tanaman tersebut memiliki akar yang mengandung 1-tridecene-3,5,7,9,11-pentin-beta-sitosterol dan methyltrans-2-decene-4,6,8-trinoate. Selain zat-zat ini, daun tanaman jarak juga termasuk rutin, nikotiflorin, quercetin, dan isoquercetin. Astragalin, reiniutrin, dan vitamin C juga hadir dalam daun jarak. Batang tanaman jarak mengandung tanin, polifenol, flavonoid, dan saponin. Menurut (Sinaga, 2010) bahwa tanaman jarak kepyar ini menghasilkan biji yang mengandung minyak \pm 40-60% yang terdiri atas bermacam-macam trigliserida, asam palmitat, asam risinoleat, asam isorisinoleat dan beberapa macam toksalbumin yang dinamakan risin yang bersifat toksik (beracun) terhadap serangga serta beberapa macam enzim diantaranya lipase. Beberapa peneliti mengatakan biji jarak juga mengandung cursin (senyawa yang terdapat dalam biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) dan abrin (banyak terdapat dalam biji saga *Abrus precatorius*).

2.3 *Spodoptera litura*

Petani menyebut cacing daun (ulat tembakau, ulat kulit biasa, dan cacing tentara) sebagai hama *Spodoptera litura* (famili Noctuidae). *Spodoptera litura* merupakan salah satu hama daun yang paling signifikan karena memiliki kapasitas untuk menyebar ke berbagai tanaman pangan, sayuran, komoditas, dan perkebunan karena bersifat polifagus, atau memiliki kisaran inang yang luas. *Spodoptera litura* menyerang tanaman budidaya pada fase vegetatif yaitu dengan memakan daun muda tanaman sehingga hanya tersisa tulang daunnya saja. Hama *Spodoptera litura* ini sering mengakibatkan penurunan

produktivitas bahkan kegagalan panen karena menyebabkan daun menjadi terpotong-potong dan berlubang. Jika tidak segera ditangani maka daun tanaman di areal pertanian akan habis dan para petani akan mengalami kerugian yang tidak sedikit. Menurut Nugroho (2013) *Spodoptera litura* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Lepidoptera
Famili : Noctuidae
Genus : Spodoptera
Spesies : *Spodoptera litura*

2.3.1 Morfologi *Spodoptera litura*

Karakteristik *S. litura* yaitu segmen perut keempat dan kesepuluh *S. litura* memiliki pola berbentuk bulan sabit hitam pada mereka yang dikelilingi di sisi dan belakang oleh garis-garis kuning. Cacing daun mencari perlindungan di tanah dangkal sepanjang hari untuk mencegah kekeringan. Ulat mulai aktif memakan komponen tanaman yang sedang berkembang di malam hari. Ulat akan bergerak berkelompok menyerang tanaman di lahan tetangga jika tidak ada makanan di satu area. Metamorfosis adalah langkah perkembangan serangga yang sering melibatkan perubahan bentuk dari telur, larva (yang biasanya berbentuk ulat), kepompong, dan serangga dewasa. Dibutuh-

kan sekitar satu bulan bagi ngengat untuk matang dari telur. 2.000-3.000 telur, dibagi menjadi beberapa kelompok, diletakkan oleh ngengat.

Larva *S. litura* pada instar I berumur 2-3 hari, pada instar II berumur 2-4 hari, pada instar III 2-5 hari, instar IV berumur 2-6 hari, dan instar V berumur 4-7 hari. Instar I dibedakan oleh kepala hitam yang lebarnya antara 0,2 dan 0,3 mm, tubuh kuning, dan rambut halus. Fase instar II kemudian dilanjutkan, yang dibedakan dengan tubuh hijau dengan panjang 3,75-10 mm, tidak ada rambut halus yang jelas, garis hitam pada segmen perut pertama, dan garis putih yang membentang secara dorsal dari dada ke ujung perut. Garis-garis zigzag putih di sisi perut dan lingkaran hitam di sepanjang tubuh adalah karakteristik larva instar III. Panjang tubuhnya 15 milimeter. Rona larva pada fase larva instar IV sangat bervariasi, baik hitam, hijau kekuningan, atau hijau keunguan, dengan panjang tubuh 13 hingga 20 mm. Larva instar akhir (35-50 mm) kemudian akan bergerak dan tenggelam ke tanah di mana ia akan menghabiskan tahap persiapan sebelum menjadi pupa.

2.3.2 Siklus Hidup *Spodoptera litura*

Siklus hidup *Spodoptera litura* dimulai dari telur, larva, pupa, dan imago (ngengat).

1. Telur

Telurnya bulat hingga berbentuk oval dan diletakkan oleh imago betina di malam hari. Telur ulat daun, yang ukurannya berkisar antara 100 hingga 1600 telur dan ditutupi bulu beludru yang terbuat dari bulu tubuh ujung imago betina, diletakkan di permukaan atas atau bawah daun dalam berbagai

kelompok. Warna telur adalah putih kekuningan (krem) sampai mereka berubah menjadi hitam sebelum menetas. Dalam 2-4 hari, telur bisa menetas. Biasanya, telur menetas di pagi hari.

2. Larva

Instar I, instar II, instar III, instar IV, dan instar V adalah lima instar yang membentuk tahap larva. Ketika larva baru menetas menjadi dewasa, ia melewati periode instar, yang dilambangkan dengan ganti kulit (ecdysis). Hormon ecdison mempengaruhi molting ini. Hormon ini memfasilitasi pengembangan transformasi khas ulat menjadi ngengat dan memulai atau merangsang molting.

Perpindahan larva instar I dan instar II dibantu angin bertiup dan benang pental berayun membantu mengirimkan larva instar I dan instar II. Larva pada tahap III dan IV berpindah dari satu tanaman ke tanaman lain melalui berjalan di atas daun atau melalui tanah. Larva Instar V bersembunyi di dalam atau di atas tanah, tertutup daun kering, pada siang hari. Pada malam hari, mereka secara aktif melahap atau merusak daun tanaman.

Ciri khas visual *S. litura* pada stadia larva adalah setiap segmen perut larva *S. litura* memiliki dua bintik hitam berbentuk bulan sabit, tetapi segmen keempat dan ketujuh menonjol karena mereka dikelilingi oleh garis-garis kuning yang memanjang sepanjang tubuh. Bagian toraks hitam dapat dilihat pada tubuh putih ulat yang baru menetas (hampir tidak terlihat) (Tengkano & Suharsono, 2005).

Larva instar awal terutama menyebar ke puncak tanaman dan membuat lubang berderak pada daun sebelum memasuki kapiler daun saat mereka tumbuh. Satu-satunya perbedaan antara ulat instar terakhir dan ulat tanah dalam hal warna dan perilaku adalah tanda bulan sabit, yang berwarna hijau gelap dengan garis punggung gelap memanjang. Larva instar akhir memiliki panjang tubuh sekitar 5 cm. Larva instar akhir bergerak dan turun ke bumi, di mana ia bertransisi ke tahap pra-pupa sebelum menjadi pupa. Ada 13 hingga 16 hari dalam tahap larva.

3. Pupa

Waktu sebelum larva berubah menjadi pupa dikenal sebagai tahap prepupa, di mana larva berhenti makan dan tidak bergerak. Larva membuat jaring benang saat tahap prepupa mendekat untuk melindungi diri mereka sendiri selama tahap kepompong. Fase prepupa berlangsung antara satu dan dua hari. Tahap pupa *S. litura* berwarna coklat kemerahan dan berubah menjadi coklat kehitaman di imago. Pupa berada di bumi pada kedalaman sekitar 1 cm dan berukuran panjang sekitar 1,6 cm. Tahap pupa berlangsung 8 hingga 11 hari.

4. Imago

Panjang Imago adalah antara 10 dan 14 mm, sedangkan lebar sayapnya antara 24 dan 30 mm. Ngengat jantan memiliki ukuran tubuh 17 mm, dibandingkan dengan betina 14 mm. Sayap depan berwarna putih keabu-abuan, dan mereka memiliki tiga pasang bintik perak di tengahnya. Batas sayap putih sayap belakang berwarna coklat tua.

2.3.3 Gejala Serangan

Menurut Martono & Suharsono (2008), Kapasitas hama ini untuk dihancurkan berasal dari pertumbuhan instarnya. Ini hanya memakan helai daun pada larva instar ke II atau ke III, meninggalkan sisa-sisa epidermis atas transparan dan tulang daun. Namun, selama instar keempat dan kelima mereka, larva dapat mengkonsumsi daun muda sampai ke struktur kerangka mereka. Larva biasanya menyerang secara bersamaan dan berkelompok di bawah permukaan daun. Ulat daun besar menyerang mangsa daun muda dan tua. Tanda-tanda serangan termasuk daun yang rusak dan tidak menentu; Kadang-kadang, parasit ini bahkan akan mengkonsumsi kuncup dan mekar. Ulat daun memiliki kemampuan makan besar, selama periode ulat instar akhir yang berlangsung selama 2,5 hari. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan ulat. Serangan berat pada umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat.

2.4 Insektisida

Insektisida secara harfiah diterjemahkan menjadi "pembunuh serangga" karena berasal dari kata "serangga" dan "cida," yang keduanya menandakan serangga. Sementara kata "pestisida" berasal dari kata Latin "cida," yang berarti "pembunuh," terjemahan harfiahnya adalah "pembunuh hama." Kelas pestisida yang dikenal sebagai insektisida membunuh serangga hama. Nematicida (pembunuh untuk nematoda), acaricide (pembunuh untuk kutu), dan rodentisida (pembunuh untuk hewan pengerat/tikus) adalah insektisida

lain (Soeleman, 2013). Dalam hal pengendalian hama, insektisida digunakan untuk membunuh hama serangga dengan menggunakan bahan kimia atau komponen aktif dari tanaman tertentu. Insektisida harus diterapkan di pagi hari atau larut malam. Karena paparan sinar matahari, aplikasi yang dilakukan pada siang hari dapat menyebabkan kerusakan tanaman, luka bakar, dan pengurangan efisiensi insektisida (Soeleman, 2013).

2.4.1 Jenis Insektisida

Cara kerja insektisida dalam meracuni serangga hama terbagi atas 3 jenis, yaitu sebagai berikut:

a. Insektisida sistemik

Zat beracun hama yang disebut insektisida sistemik memasuki tubuh tanaman melalui stomata, lentisel, dan jaringan meristem sebelum diserap. Insektisida yang digunakan secara sistemik memasuki sel, melakukan perjalanan ke jaringan transportasi, dan kemudian meninggalkan residu pada sel setelah berlalu. Berbagai bagian tanaman, termasuk mekar atau bagian yang baru diproduksi, kemudian dikirim dari jaringan transportasi ke daerah atas dan bawah tanaman. Hama akhirnya akan musnah jika mereka mengonsumsi porsi tanaman dengan sisa pestisida.

b. Insektisida non-sistemik

Insektisida non-sistemik adalah zat beracun yang menempel pada bagian luar tanaman tetapi tidak dapat diserap oleh bagian dalam tanaman. Mereka digunakan untuk mengendalikan hama. Akibatnya,

penyemprotan dilakukan pada setiap area tanaman. Serangga yang mengkonsumsi bagian tanaman yang diobati dengan insektisida ini akan mati.

c. Insektisida sistemik lokal

Zat beracun hama yang dapat diserap ke dalam jaringan tanaman tetapi tidak dapat menyebar ke bagian tanaman lain dikenal sebagai insektisida sistemik lokal. Misalnya, insektisida sistemik lokal yang diterapkan pada daun akan menyerap dan melewati sel-sel epidermis, memasuki mesofil jaringan parenkim dan menyebar secara luas ke mesofil daun. Hama serangga akan mati jika mengkonsumsi komponen secara perlahan.

2.4.2 Insektisida Nabati

Insektisida nabati adalah zat alami yang beracun bagi hama serangga dan dihasilkan dari tanaman. Mereka memiliki sekelompok bahan kimia aktif dan mengandung berbagai zat bioaktif, termasuk fenolik, alkaloid, dan senyawa kimia sekunder lainnya. Alih-alih mengganggu tanaman atau sistemnya untuk fotosintesis, zat bioaktif ini meracuni dan membunuh Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Insektisida nabati mudah dihancurkan di alam karena diproduksi oleh tanaman. Karena manfaat ini, lingkungan tidak tercemar, konsumsi umumnya tidak berbahaya, dan residu terurai dengan cepat..

Menurut Musyahadah (2015) Insektisida nabati secara khusus bekerja dengan mencegah pertumbuhan serangga, mengusir mereka, mengganggu ak-

tivitas makan mereka, mengurangi nafsu makan mereka, mengganggu sistem reproduksi mereka, menolak makanan, mengganggu aktivitas komunikasi mereka, mengganggu proses molting kulit mereka, dan mengganggu tahap metamorfosis. Peranan insektisida nabati dalam mengganggu dan mematikan serangga hama menurut diantaranya sebagai berikut:

1. Atraktan adalah zat yang digunakan untuk menarik serangga ke suatu daerah sehingga mereka dapat terperangkap di sana.
2. Merusak kerja syaraf.
3. Anti pakan adalah zat yang dapat membuat serangga kurang lapar, mencegah mereka mengonsumsi makanan dan perlahan-lahan membunuh mereka.
4. Repellent adalah zat yang menjauhkan serangga. Bahan kimia kelompok ini sering memiliki aroma yang kuat yang membuat serangga menjauh. Selain itu, zat ini dapat menghentikan serangga bertelur, yang jika tidak akan mengganggu proses penetasan telur.
5. Mengganggu sistem kerja pernapasan serangga.

Insektisida nabati memiliki manfaat sebagai berikut: mudah terurai (biodegradable), tidak meninggalkan residu di alam, mampu menjaga keseimbangan lingkungan karena dianggap lebih aman bagi organisme non-target, dapat dikombinasikan dengan elemen pengendalian hama lainnya untuk menerapkan teknologi dan strategi lain bersama-sama, memperlambat laju kecepatan ketahanan hama, menjaga agar ekosistem berfungsi dengan baik, dan memastikan ketahanan serta keberlanjutan usaha tani. Insektisida

nabati memiliki beberapa kelemahan, seperti kebutuhan untuk aplikasi yang lebih sering daripada insektisida sintetis atau kimia karena betapa mudahnya mereka terurai di alam, fakta bahwa mereka kadang-kadang tidak terdeteksi karena bahan aktifnya yang kompleks, dan fakta bahwa mereka kurang efektif.

2.5 Efektifitas Minyak Biji Jarak Kepyar Sebagai Insektisida Nabati

Tanaman jarak kepyar (*Ricinus comunnis* L.) terdiri dari 20% bahan serabut (kulit buah) dan 80% biji yang mengandung minyak (*castor oil*). biji mengandung 40–50% minyak jarak (oleum ricini, kastrooli) sehingga dapat diekstraksi menjadi minyak jarak dengan cara mekanisme ataupun ekstraksi dengan pelarut seperti heksana. Efektivitas minyak jarak kepyar (*Ricinus comunis* L) sebagai insektisida nabati belum banyak digali dan diteliti. Menurut Soenardi (2000) minyak jarak kepyar dapat digunakan sebagai pestisida karena adanya asam risinoleat yang dikenal dengan risin (bersifat toksik). Pengujian toksisitas minyak biji jarak kepyar telah dilakukan uji pendahuluan dengan nilai LC_{50} yaitu 7,89832 ml/l air pada 24 jam setelah aplikasi dengan pengaruhnya terhadap aktivitas sistem pencernaan serangga.

Bijinya mengandung Glycoprotein yang bersifat racun karena dapat merangsang sistem syaraf pusat dengan meningkatkan transmisi implus sehingga menyebabkan gangguan berupa tremor, kejang-kejang, dan akhirnya mati dan orang sering menyebutnya Ricin. Biji jarak kepyar juga mengandung trigliserida, asam palmitat, asam risinoleat, asam isorisinoleat, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, asam stearat, dan asam dihidroksistearat. Juga mengandung alkaloida risinin, beberapa macam toksalbumin yang dinamakan

risin (risin D, risin asam, dan risin basa), dan beberapa macam enzim diantaranya lipase. Beberapa peneliti melaporkan biji jarak juga mengandung curcin (senyawa yang terdapat dalam biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang bersifat fitotoksin (taksobulmin) sebagai racun kontak, racun perut dan bekerja sebagai racun saraf. Curcin masuk ke dalam saluran pencernaan dan mempengaruhi proses metabolisme dan abrin (banyak terdapat dalam biji saga *Abrus precatorius*).

Cara kerja minyak biji jarak kepyar dalam meracuni serangga adalah terlihat pada gangguan fisik pada tubuh serangga bagian luar (kutikula), yakni mencuci lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga dan menyebabkan kematian, karena serangga akan kehilangan banyak cairan tubuh. Beberapa kasus menunjukkan bahwa minyak jarak kepyar dapat masuk melalui organ pernafasan dan menyebabkan kerusakan membran sel atau mengganggu proses metabolisme (Novizan, 2002). Sama halnya dengan Lopez (2010) bahwa minyak *Ricinus communis* diduga akibat adanya alkaloid berupa risinin. Risinin merangsang sistem syaraf pusat dengan meningkatkan transmisi impuls sehingga menyebabkan gangguan berupa tremor, kejang-kejang, dan akhirnya kematian.

2.6 Sumber Belajar

Materi pembelajaran dirancang untuk memudahkan siswa memperoleh berbagai jenis pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan selama proses belajar-mengajar (Rismayati, 2016). Seperangkat materi yang secara khusus dipersonalisasi atau dibuat untuk memungkinkan siswa belajar secara mandiri memben-

tuk sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran untuk memberikan suatu sistem (Atiko, 2019). Sumber belajar datang dalam berbagai bentuk, dari yang paling dasar hingga yang paling kompleks dan canggih.

2.6.1 Ciri-Ciri Sumber Belajar

Ciri-ciri sumber belajar sebagai berikut :

- 1) Materi pembelajaran menawarkan "potensi" untuk membantu dalam proses pencapaian tujuan pembelajaran.
- 2) Materi pembelajaran secara keseluruhan dapat digunakan secara utuh maupun sebagian.
- 3) Ada dua cara untuk mengkategorikan sumber belajar: dengan desain dan dengan pemanfaatan.
- 4) Sumber daya pendidikan memiliki nilai pendidikan
- 5) Alat pembelajaran memberi siswa kesempatan untuk memicu diri sendiri.

2.6.2 Macam-Macam Sumber Belajar

Belajar terdapat enam macam sumber belajar yaitu pesan, manusia, bahan, alat, teknik, lingkungan.

1. Pesan adalah pelajaran dan informasi dikomunikasikan melalui komponen berupa konsep, fakta, makna, dan data.
2. Manusia individu yang melaksanakan tugas menciptakan dan mengelola pembelajaran, tetapi bukan mereka yang menyimpan atau mengkomunikasikan informasi.

3. Bahan merupakan istilah "materi" mengacu pada sesuatu yang disebut program atau perangkat lunak yang dapat mengkomunikasikan pesan baik secara langsung atau dengan menggunakan instrumen lain, seperti teks, cetak, rekaman, online, dll.
4. Alat adalah perangkat yang mengirimkan pesan melalui materi.
5. Teknik adalah metode yang direncanakan untuk menyampaikan pesan menggunakan bahan studi, peralatan, lingkungan, dan orang-orang.
6. Lingkungan merupakan konteks di mana komunikasi diterima.

Keenam sumber belajar tersebut juga merupakan bagian dari sistem pembelajaran, sehingga selalu hadir dalam semua kegiatan pembelajaran. Hasil penelitian ini kemudian dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam bentuk materi, khususnya segala sesuatu yang dapat digunakan untuk belajar dalam bentuk tertulis, teks cetak, catatan elektronik, web, dan lain-lain yang dapat digunakan untuk belajar dalam bentuk jurnal ilmiah yang berisi hasil dari kegiatan lapangan ilmiah tertentu, baik berupa pengamatan empiris maupun kajian konseptual yang merupakan penemuan, konsep, dan teori baru yang sudah ada (Ramli, 2012).

2.6.3 Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Terdapat beberapa syarat agar hasil penelitian dapat dijadikan sebagai sumber belajar. Syarat-syarat tersebut adalah: 1) kejelasan potensi, 2) kejelasan tujuan, 3) kejelasan sasaran, 4) kejelasan informasi yang diungkap, 5) kejelasan pedoman eksplorasi, dan 6) kejelasan perolehan yang diharapkan.

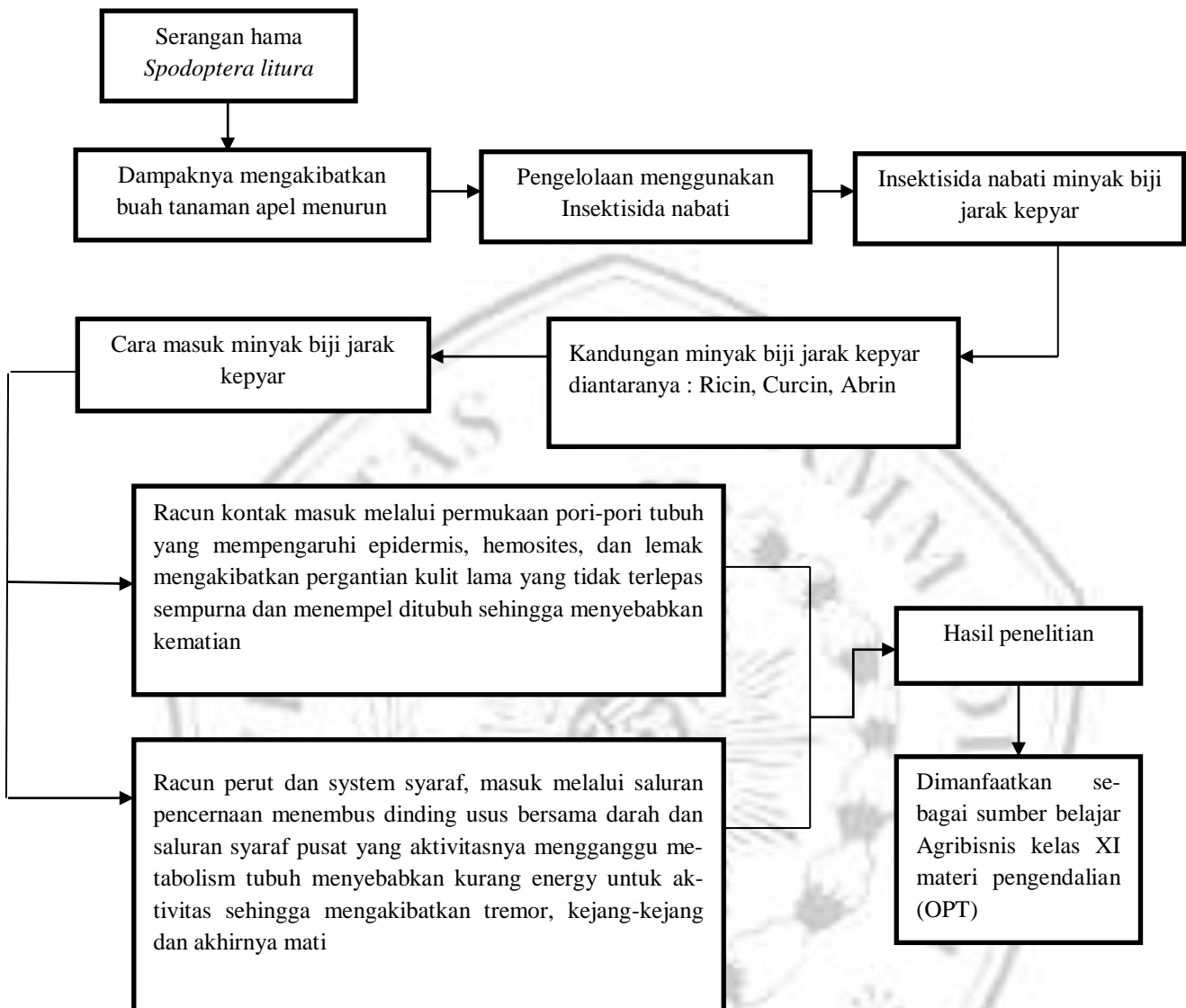
Syarat pertama kejelasan potensi, merupakan potensi suatu objek untuk diungkap untuk guna menghasilkan fakta-fakta dan konsep-konsep dari hasil penelitian yang harus dicapai dalam kurikulum dengan mempertimbangkan ketersediaan objek dan permasalahan. Kedua kesesuaian dengan tujuan, kesesuaian yang dimaksud adalah hasil penelitian dengan Tujuan Pembelajaran (TP). Ketiga kejelasan sasaran, sasaran kejelasan penelitian ini adalah objek dan subjek penelitian. Syarat keempat kejelasan informasi yang diungkap, meliputi dua aspek yaitu proses dan produk penelitian yang disesuaikan dengan kurikulum. Kelima kejelasan pedoman eksplorasi dalam prosedur kerja penelitian yang meliputi penentuan sampel penelitian, alat dan bahan, cara kerja, pengolahan data dan penarikan kesimpulan. Keenam kejelasan perolehan yang diharapkan berupa proses dan produk penelitian yang meliputi perolehan kognitif, perolehan afektif, dan perolehan psikomotorik.

Berdasarkan syarat-syarat sumber belajar yang meliputi kejelasan potensi, kejelasan tujuan, kejelasan informasi yang diungkap, kejelasan pedoman eksplorasi, dan kejelasan perolehan yang diharapkan, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi.

Tabel 2. 1 Syarat Pemanfaatan Sumber Belajar

No.	Syarat Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	Deskripsi Syarat
1.	Kejelasan Poten	Potensi dengan memperhatikan ketersediaan objek dan permasalahan, kapasitas suatu objek untuk menghasilkan fakta dan konsep dari temuan penelitian yang harus dicapai dalam kurikulum.
2.	Kejelasan Tujuan	Kesesuaian hasil penelitian dengan tujuan, atau rencana kesesuaian temuan penelitian dengan tujuan pembelajaran (TP).
3.	Kejelasan Sasaran	Kejelasan sasaran kejelasan penelitian ini adalah objek dan subjek penelitian.
4.	Kejelasan Informasi yang Diungkap	Dua komponen kejelasan informasi adalah proses dan produk penelitian disesuaikan kurikulum
5.	Kejelasan Pedoman Eksplorasi	Menetapkan sampel penelitian, alat dan perediaan, cara kerja, pengolahan data, dan menarik kesimpulan adalah bagian dari kejelasan pedoman eksplorasi.
6.	Kejelasan Perolehan yang Diharapkan	Kejelasan perolehan berupa proses dan produk penelitian yang meliputi perolehan kognitif, perolehan afektif, dan perolehan psikomotorik

2.7 Kerangka Konsep



2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah ada pengaruh pemberian berbagai konsentrasi insektisida nabati minyak jarak kepyar *Ricinus communis* terhadap mortalitas *Spodoptera litura*.

