

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr)

2.1.1 Klasifikasi

Menurut Rukmana (1996) klasifikasi tanaman kedelai (*G. max* (L.)) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae (Papilionaceae)
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.).

2.1.2 Ciri-ciri Morfologi Tanaman Kedelai (*G. max* (L.))

Secara khusus ciri-ciri morfologi tanaman kedelai tidak disebutkan Allah Swt. di dalam Al-Qur'an, akan tetapi secara umum ciri-ciri tanaman kedelai yang merupakan tumbuhan berbiji terdapat pada Al-Qur'an surat Al An'âm ayat 99 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ

مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ



Dan dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (QS. Al An'âm: 99)

Kedelai merupakan tanaman semusim berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lebar, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar antara 0-200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak. Kultivar yang berdaun lebar dapat memberikan hasil yang lebih tinggi karena mampu menyerap sinar matahari lebih banyak bila dibandingkan dengan yang berdaun sempit (Lamina, 1989).

Susunan tubuh tanaman kedelai terdiri atas 2 macam alat (organ) utama yaitu organ vegetatif dan organ generatif. Organ vegetatif meliputi akar, batang dan daun yang fungsinya sebagai alat pengambil, pengangkut, pengolah, pengedar, dan penyimpan makanan sehingga disebut alat hara (*organum nutritivum*). Organ generatif meliputi bunga, buah, dan biji yang fungsinya adalah sebagai alat berkembangbiak (*organum reproductivum*) (Rukmana, 1996).

Tanaman kedelai mempunyai 2 periode tumbuh yaitu vegetatif dan reproduktif. Fase vegetatif yaitu periode tumbuh dari mulai munculnya tanaman di permukaan tanah sampai pada terbentuknya bunga pertama dengan masa periode 4-8 minggu tergantung kultivar.

Akar : Akar tanaman kedelai terdiri atas akar lembaga (*radicula*) akar tunggang (*radix primaria*) dan akar cabang (*radix lateralis*) berupa akar rambut. Perakaran kedelai dapat menembus tanah pada kedalaman ± 150 cm, terutama pada tanah yang subur. Selain berfungsi sebagai tempat bertumpunya tanaman dan alat penmgangkut air maupun unsur hara, perakaran kedelai juga mempunyai kemampuan untuk membentuk nodul berfungsi untuk menambah nitrogen bebas (N_2) dari udara.

Batang : Batang kedelai berasal dari proses janin sedangkan bagian atas poros berakhir dengan epikotil yang amat pendek dan hipokotil merupakan bagian batang berkecambah. Kedelai berbatang semak dengan tinggi antara 30-100 cm. Batang dapat membentuk 3-6 batang.

Daun : Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun (lamina) oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (trifoliat). Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua yaitu oval (bulat) dan lancip (lanciolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Daun ini berfungsi sebagai alat untuk proses asimilasi, respirasi dan transpirasi (Rukmana, 1996).

Bunga : Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna (*hermaphrodite*), yakni pada tiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan (benang sari). Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur antar 30-50 hari setelah tanam, tumbuh berkelompok pada ruas batang, berwarna putih atau ungu. Penyerbukan terjadi pada saat bunga masih tertutup sehingga kemungkinan penyerbukan silang amat kecil.

Buah : Buah kedelai disebut polong yang tersusun dalam rangkaian buah. Tiap polong yang tersusun dalam rangkaian. Tiap polong akedelai berisi antara 1-4 biji. Jumlah polong pertanaman tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan.

Biji : Biji kedelai umumnya berbentuk bulat pipih sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, coklat, dan hitam. Ukuran biji berkisar antara 6-30 gr/100 biji. Biji-biji kedelai dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif. Ketahanan daya simpan biji pada kadar air 8-12% yang disimpan pada suhu kamar berkisar antara 2-5 bulan. Di luar kisaran waktu tersebut, sebagian besar biji tidak mampu tumbuh (Rukmana, 1996).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr)

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase tanah cukup selama pertumbuhan tanaman. Menurut Sumarno dan Hartono (1983) dalam Rukmana (1996), tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik pada jenis tanaman alluvial, regosol, grumosol, latosol, dan andosol. Pertumbuhan tanaman kedelai kurang baik pada tanah berpasir. pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman adalah antara 6-6,5, sedangkan pada pH 5,5 kedelai masih dapat berproduksi meskipun tidak sebaik pada pH 6-6,5. Untuk dataran tinggi umur tanaman kedelai menjadi lebih panjang dibandingkan dengan dataran rendah yang curah hujannya 100-200 mm/bulan (Morris, 1983)

2.2 Deskripsi Lalat Kacang (*O. phaseoli*)

2.2.1 Klasifikasi *O. phaseoli*

Menurut Borror (1996), klasifikasi *O. phaseoli* Tryon adalah sebagai berikut:

Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Diptera
Famili : Agromyzidae
Genus : *Ophiomyia*
Spesies : *Ophiomyia phaseoli* Tryon

Lalat kacang mengalami beberapa kali pergantian nama dan sekarang disebut *Ophiomyia phaseoli* Tryon. Nama lainnya adalah *Agromyza phaseoli* Cog., dan *Melanagromyza phaseoli* Cog. Nama umumnya adalah "Bean Fly" dan di Indonesia biasa disebut lalat kacang (Kalshoven, 1981; Goot, 1930; Spencer, 1973; Tengkano *et al.*, 2000).

Lalat yang di dalam bahasa Arabnya "الذباب" disinggung oleh Allah Swt dalam Al-Qur'an surat Al Hajj ayat 73, yang berbunyi :

يَتَأْتِيهَا النَّاسُ ضُرْبَ مَثَلٍ فَاَسْتَمِعُوا لَهُ^ع إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللَّهِ لَنْ يَخْلُقُوا
ذُبَابًا وَلَا اجْتَمَعُوا لَهُ^ط وَإِنْ يَسْلُبْهُمُ الذُّبَابُ شَيْئًا لَا يَسْتَنْفِذُوهُ مِنْهُ^ع ضَعُفَ الطَّالِبُ
وَالْمَطْلُوبُ

Artinya : Hai manusia, Telah dibuat perumpamaan, Maka dengarkanlah olehmu perumpamaan itu. Sesungguhnya segala yang kamu seru selain Allah sekali-kali tidak dapat menciptakan seekor lalat pun, walaupun mereka bersatu menciptakannya. dan jika lalat itu merampas sesuatu dari mereka, tiadalah mereka dapat merebutnya kembali dari lalat itu.

*amat lemahlah yang menyembah dan amat lemah (pulalah) yang QS.
Al Hajj: 73)*

Apa yang disembah orang-orang jahil dan musyrik itu diberi perumpamaan dengan sesuatu yang hina, yaitu seekor lalat. Bahwa sekalipun semua sesembahan mereka yang berupa berhala-berhala dan patung-patung itu berkumpul untuk menciptakan seekor lalat saja, benda-benda mati itu tidak akan pernah mampu melakukannya.

Allah Swt menyebutkan sesuatu di dalam Al-Qur`an karena sesuatu tersebut mempunyai nilai lebih. Contohnya, Allah Swt banyak bersumpah dengan makhluk ciptaan-Nya seperti matahari, waktu Dhuha, dan seterusnya. Itu semua karena apa yang dijadikan obyek sumpah itu memiliki nilai lebih di sisi Allah Swt. Dan terbukti secara ilmiah kemanfaatannya bagi alam semesta ini, tak terkecuali penyebutan seekor lalat.

Bilamana di dalam Al-Qur`an hanya disebutkan dalam satu ayat saja, maka di dalam hadits nabi Muhammad SAW penyebutannya lebih banyak. Salah satunya, terkait dengan adanya ‘dualisme’ dalam diri lalat itu. Artinya, di satu sisi pada dirinya itu terdapat racun, namun di sisi yang lain justru sebagai penawarnya atau pada kedua sayapnya. Hadist tentang lalat ini diriwayatkan oleh Abu Hurairah yang berbunyi:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ، قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: إِذَا وَقَعَ الذُّبَابُ فِي إِنْاءٍ أَحَدِكُمْ
فَأَمْلأَهُ، فَإِنَّ فِي أَحَدِ جَنَاحَيْهِ دَاءٌ، وَفِي الْآخَرِ شِفَاءٌ - وَإِنَّهُ يَتَّقِي بِجَنَاحِهِ الَّذِي فِيهِ
الدَّاءُ - فَيَلْفِمْسُهُ كُلَّهُ

Dari Abu Hurairah, dia berkata : Rasulullah SAW bersabda, Jika seekor lalat terjatuh dalam bejana kalian, maka celupkanlah lalat itu karena pada salah satu sayapnya terdapat penyakit dan pada sayap yang satunya lagi terdapat penawarnya (obat), yang dapat mencegah penyakit yang ada pada sayap yang lainnya, oleh karena itu, celupkanlah semuanya (Shahih: Bukhori).

Dan percobaan ilmiah kontemporer pun sudah dilakukan untuk mengungkapkan rahasia di balik Hadits ini. Bahwasannya ada kekhususan pada salah satu sayapnya yang sekaligus menjadi penawar / obat terhadap bakteri yang berada pada sayap lainnya. Oleh karena itu, apabila seekor lalat dicelupkan ke dalam air keseluruhan badannya, maka bakteri yang ada padanya akan mati, Sebagaimana hal ini telah ditegaskan secara ilmiah. Yaitu bahwa lalat memproduksi zat sejenis enzim yang sangat kecil yang dinamakan Bakter Yofaj, yaitu tempat tubuhnya bakteri. Dan tempat ini menjadi tumbuhnya bakteri pembunuh dan bakteri penyembuh yang ukurannya sekitar 20:25 mili mikron. Maka jika seekor lalat mengenai makanan atau minuman, maka harus dicelupkan keseluruhan badan lalat tersebut agar keluar zat penawar bakteri tersebut (Hadrami, 2008).

2.2.2 Biologi Lalat Kacang (*Ophiomyia phaseoli*)

Telur

Telur diletakkan dengan ovipositor pada kotiledon dan daun pertama. Ovipositor ditusukkan sehingga bagian tanaman berlubang dan telur dimasukkan. Tetapi tidak semua lubang tusukan berisi telur. Telur berbentuk oval dan berwarna putih susu. Stadium telur berlangsung sekitar 2-4 hari (Goot, 1984). Di lapangan, telur mulai ditemukan pada tanaman berumur 5-7 hari. Puncak populasi telur pada

keping biji terjadi pada tanaman berumur enam hari. Lalat betina banyak meletakkan telurnya pada kotiledon yaitu sekitar 75% dan pada daun pertama yaitu sekitar 25% pada umur delapan hari. Pada kotiledon 62% diletakkan pada permukaan atas. Setelah tanaman berumur lebih dari 10 hari, populasi telur menurun, bersama dengan mulai meningkatnya populasi larva (Djuwarso, 1991).



Gambar 2.1 Telur Lalat Kacang (*O. phaseoli*)
Lab. Entomologi BALITKABI, 2008

Larva

Larva berbentuk silindris memanjang dan berwarna bening. Panjang larva mencapai 2,82 mm-4,25 mm dan lebarnya 0,56 mm. Stadium larva terdiri dari 3 instar yang ditandai dengan perubahan ukuran panjang dan lebar serta perubahan warna. Larva yang baru muncul aktif membuat liang korokan melingkar panjang pada kotiledon atau pada daun menuju pangkal daun. Korokan dilanjutkan pada tangkai daun kemudian masuk ke dalam batang sampai pangkal akar. Larva yang berada di tangkai daun biasanya telah mencapai larva instar 2 dan pada batang telah mencapai instar 3. Lama stadium larva antara 7-10 hari (Talekar, 1990).



Gambar 2.2 Larva Lalat Kacang (*O. phaseoli*)
Lab. Entomologi BALITKABI, 2008

Pupa

Pupa berwarna krem sampai coklat muda dan coklat kehitaman. Sedangkan anterior dan posterior berwarna hitam. Menurut Kalshoven (1981), tidak semua larva bisa menjadi pupa adalah 56%. Stadium pupa berkisar antara 7-13 hari dengan rata-rata 9 hari.



Gambar 2.3 Pupa Lalat Kacang (*O. phaseoli*)
Lab. Entomologi BALITKABI, 2008

Imago

Imago yang keluar dari pupa berwarna kelabu hitam, kemudian berubah menjadi kelabu hitam mengkilat. Imago betina berukuran lebih besar dibandingkan imago jantan. Imago *Ophiomyia phaseoli* melakukan perkawinan

antara 1 hingga 5 hari setelah muncul dari pupa. Seekor lalat betina mampu melakukan perkawinan berkali-kali (Rukmana, 2000).



Gambar 2.4 Imago Lalat Kacang (*O. phaseoli*)
Lab. Entomologi BALITKABI, 2008

2.2.3 Ekologi Lalat Kacang (*Ophiomyia phaseoli*)

Imago *Ophiomyia phaseoli* hadir pada awal pertumbuhan tanaman. Serangannya mengakibatkan tanaman kerdil dan mati. Selain kedelai, *Ophiomyia phaseoli* mempunyai banyak tanaman inang yaitu kacang hijau, kacang panjang, kacang tunggak, kacang buncis, kacang krotok, dan kacang gude (Djuwarso, 1991).

Beberapa parasitoid pupa yang ditemukan di lapangan adalah *Cynipoide* sp., *Eurytoma* sp., *Trigonogastra agromyza* Dodd yang semuanya termasuk dalam ordo Hymenoptera, famili Braconidae (Goot, 1984). Djuwarso (1991) melaporkan bahwa berdasarkan hasil penelitian pada tahun 1989 di Jabung, Lampung Tengah menunjukkan kemampuan kompleks parasitoid dalam memparasit pupa *O. phaseoli* mencapai 2,56%. Dari kompleks parasitoid tersebut ternyata 50,2%

didominasi oleh *E. poloni*. Ini berarti *E. poloni* merupakan parasit yang mempunyai potensi sebagai pengendali populasi *O. phaseoli*.

O. phaseoli dapat hidup di daerah tropis maupun sub tropis. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan siklus hidupnya bervariasi tergantung pada suhu, kelembaban dan curah hujan. Di Bogor, mulai meletakkan telur sampai lalat dewasa berkisar 17-26 hari, dengan rata-rata 21 hari dan di daerah pegunungan, dengan suhu yang lebih rendah (14°C - 23°C), berkisar 3-47 hari, dengan rata-rata 43 hari (Goot, 1984). Di Malaysia, perkembangan *O. phaseoli* berkisar antara 17-19 hari untuk dataran rendah dan 4-6 minggu di pegunungan. Di Queensland (Australia), siklus hidup *O. phaseoli* bervariasi yaitu 3 minggu di musim panas dan 12 minggu pada musim dingin (Davis, 1969 dalam Djuwarso, 1991). Semakin rendah kelembaban, populasi imago dan telur semakin meningkat, dan semakin rendah curah hujan, pupa yang terbentuk semakin meningkat (Goot, 1984). Menurut Iqbal (1979), tanaman kedelai yang ditanam pada musim penghujan 1978/1979 di Jati barang-Brebes, 50% mati diserang *O. phaseoli*. Ini menunjukkan bahwa *O. Phaseoli* dapat bertahan hidup pada musim penghujan.

Penggunaan insektisida dosis tinggi dan frekuensi aplikasi yang tinggi dapat meningkatkan populasi *O. phaseoli* karena terjadinya resistensi terhadap insektisida dan terbunuhnya musuh alami sehingga perkembangan *O. phaseoli* tidak terkendali secara alami (Djuwarso, 1991).

2.2.4 Gejala Serangan

Imago *O. phaseoli* datang ke pertanaman kedelai sejak tanaman muncul di permukaan tanah, yaitu 4 sampai 5 hari setelah tanam, selain untuk mencari makanan juga sebagai tempat untuk meletakkan telur. Bekas tusukan-tusukan ovipositor pada keping biji dan daun pertama akan terlihat berupa bintik-bintik putih.



Gambar 2.5 Bekas Tusukan Ovipositor Lalat Kacang (*O. phaseoli*)
Lab. Entomologi BALITKABI, 2008

Larva yang keluar menggerek jaringan keping biji atau daun, berliku-liku menuju tangkai daun. Bekas yang ditinggalkan juga berwarna coklat yang akan terlihat beberapa hari kemudian. Dari tangkai keping biji atau daun, larva menggerek jaringan epidermis kulit batang, menuju pangkal batang, untuk membentuk pupa pada pangkal batang dekat permukaan tanah. Gerakan pada batang juga berupa alur berwarna putih atau coklat. Tanaman muda yang terserang, keping bijinya akan cepat mengering dan gugur, diikuti dengan daunnya berubah menguning dan layu, kemudian tanaman mengering dan mati (Tengkano dan Supadmo, 1983). Pada tanaman yang lebih tua, jaringan kulit batang dan sistem perakaran lebih kuat dan luas, sehingga walaupun ada

kerusakan pada pangkal batang, tanaman masih dapat menyerap air dan hara. Pada tanaman muda dapat bertahan karena adanya akar adventif. Namun demikian tidak semua tanaman dapat tumbuh normal. Tanaman-tanaman tersebut tumbuh kerdil dan lemah serta batang mudah patah pada bagian pangkal batang Tengkanan dan Supadmo, 1983).

Menurut Spencer (1973 dalam Djuwarso, 1991), tingkat kematian atau kerusakan tanaman bergantung pada alur jalan makan larva, bagian tanaman yang terserang, stadia pertumbuhan tanaman ketika serangan terjadi dan ukuran populasi larva. Gejala kematian mulai tampak setelah tanaman berumur 3 minggu. Kematian tanaman muda yang terserang ini disebabkan karena rusaknya jaringan bawah kulit batang dan pangkal akar, sebagai absorpsi air dan unsur hara serta translokasi hasil fotosintesa terhambat. Kematian tanaman tidak saja ditentukan oleh tahap pertumbuhan tanaman tetapi juga oleh jenis tanaman, varietas dan populasi larva per tanaman.

Dilihat dari segi hubungan umur tanaman dan serangan *O. phaseoli* maka fase pertumbuhan tanaman yang kritis terhadap serangan hama *O. phaseoli* adalah sejak tumbuh sampai dengan tanaman berumur 10 hari (Talekar dan Chen, 1983)

2.2.5 Siklus Hidup Lalat Kacang (*O. phaseoli*)

Siklus hidup *O. phaseoli* sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh suhu dan iklim setempat. Di daerah Bogor dibutuhkan waktu sekitar 17-26 hari, dengan rata-rata 21 hari dari mulai meletakkan telur sampai menjadi lalat dewasa. Untuk daerah pegunungan dengan suhu yang lebih rendah yaitu sekitar 14°C-23°C berkisar antara 39-47 hari dengan rata-rata 43 hari. Di Malaysia, perkembangan

O. phaseoli berkisar antara 17-19 hari untuk daerah dataran rendah dan 4 minggu sampai 6 minggu di daerah pegunungan. Sedangkan di Quesland, Australia siklus hidup *O. phaseoli* bervariasi yaitu 3 minggu pada musim panas dan 12 minggu pada musim dingin (Goot, 1930 dalam Djuwarso, 1992).

Makanan *O. phaseoli* berasal dari cairan tanaman yang keluar melalui luka yang dibuat oleh lalat betina dengan alat peletak telurnya (ovipositor) pada daun. Sedangkan *O. phaseoli* jantan menggunakan embun (titik air) pada daun sebagai makanannya. *O. phaseoli* bisa ditemukan di pertanaman pada waktu pagi dan sore hari.

Masa kawin *O. phaseoli* terjadi pada 1 hingga 5 hari setelah imago muncul, dan waktu kawin antara pukul 7 hingga 10 pagi. Peletakan telur terjadi pada pagi dan sore hari, namun telur lebih banyak diletakkan pada pagi hari. *O. phaseoli* betina banyak meletakkan telur pada keping biji pertama. Sekitar 75% telur diletakkan pada keping biji dan dari jumlah sekitar 62% diletakkan pada permukaan biji bagian atas. Seekor *O. phaseoli* betina dapat meletakkan telur berkisar 16-183 butir dengan rata-rata 94 butir selama hidupnya (Naito et al., 1983).

2.3 Deskripsi Tanaman Mimba (*A. indica*)

2.3.1 Klasifikasi Tanaman Mimba (*A. indica*)

Klasifikasi tanaman mimba dalam taksonomi tumbuhan menurut Rukmana dan Oesman (2002) adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Subordo	: Rutinae
Famili	: Meliaceae
Genus	: <i>Azadirachta</i>
Spesies	: <i>Azadirachta indica</i> A. Juss

2.3.2 Morfologi Tanaman Mimba (*A. indica*)

Tanaman mimba berasal dari Asia Selatan dan tenggara. Pohon mimba dijumpai di daerah tropik dan subtropik Afrika, Amerika, dan Australia. Beberapa negara mengintroduksi pohon mimba untuk keperluan sebagai tanaman hutan, produksi kayu bakar, tanaman pinggir jalan, tanaman peneduh, dan penghasil bahan baku industri (medis, pestisida, sabun, oil, pupuk, pakan ternak, dan kayu (Schumutterer, 1990).

Pohon mimba mempunyai ciri-ciri antara lain, pohon mimba mempunyai

Akar : akar tunjang

Batang : batang tegak berkayu, berbentuk bulat, dan berwarna coklat, tebal dan berair dengan ketinggian 10-15 m.

Daun : Daun majemuk, terdiri dari 7-17 pasang daun per tangkai, letaknya berhadapan, berbentuk lonjong, tepi bergerigi, ujung lancip, pangkal meruncing, pertulangan menyirip, panjang 5-7 cm, lebar 3-4cm, tangkai daun panjangnya 8-20 cm, dan berwarna hijau.

Bunga : Bunga majemuk, berkelamin dua, letaknya di ujung cabang, tangkai silindris, panjang 8-15 cm. Kelopak berwarna hijau (Kardinan, 2002). Mahkota halus dan berwarna putih. Benang sari silindris dan berwarna kekuningan. Putik lonjong dan berwarna coklat muda.

Buah : Buah bulat telur 1,25-1,8 cm dan berwarna hijau (Kardinan, 2000).

Biji : Biji bulat, diameter sekitar 1 cm dan berwarna putih ketika muda dan kehijauan setelah matang.

Di daerah yang banyak hujan bagian vegetatif sangat subur, tetapi sulit untuk menghasilkan biji (generatif) (Kardinan, 2002). Sedangkan pada daerah panas di ketinggian 1-700 m dpl mimba dapat tumbuh dengan baik dan tahan cekaman air (Kardinan, 2000).

Menurut Rukmana dan Oesman (2002), daerah yang cocok bagi perkembangan tanaman mimba adalah daerah yang kering dengan suhu udara antara 22°C-28°C, curah hujan 300/ tahun, kelembaban udara (RH) antara 30-60%, pH antara 5,5-6,5 dan cukup mendapatkan cahaya sinar matahari.

Tanaman mimba mulai berguna dan menghasilkan buah pada umur 4 sampai 5 tahun. Satu pohon mimba yang berumur 8 sampai 10 tahun dapat menghasilkan biji sekitar 9 kg, pohon yang berumur 15-20 tahun menghasilkan 19

kg. Di dalam satu buah mimba berisi 1-2 kernel. Di Indonesia, tanaman mimba ini berbunga pada bulan Maret-Desember (Kardinan, 1999).

2.3.3 Bagian Tanaman Mimba (*A. indica*) yang digunakan

Bagian tumbuhan yang digunakan adalah daun dan biji. Ekstrak mimba dapat dipersiapkan sendiri oleh petani secara sederhana atau oleh tenaga ahli di laboratorium untuk keperluan industri. Ekstrak daun dan biji mimba secara sederhana diperoleh dengan menghaaluskan bagian tumbuhan lalu mencampurnya dengan air atau pelarut lain (Kardinan, 2002). Konsentrasi terbesar dari Azadirachtin ditemukan pada biji (Anonymous, 2000).

Menurut Martono (2004), bagian dari tanaman mimba yang banyak dimanfaatkan adalah biji mimba karena sangat efektif untuk mengendalikan berbagai jenis hama pada berbagai tanaman. Tanaman mimba terutama biji mimba diketahui potensial sebagai pestisida karena mengandung senyawa bioaktif yaitu Triterpenoid Azadirachtin. Hasil penelitian dari Maulana (2004) menyebutkan bahwa kadar Azadirachtin maksimum dalam biji mimba adalah sebesar 55,7332%.

2.3.4 Ekologi Mimba (*A. indica*)

Menurut Rukmana dan Oesman (2002), pohon mimba (*A. Indica*) berasal dari Asia Tenggara dan India. Pohon ini juga tumbuh banyak di negara di seluruh dunia termasuk Burma (Myanmar), dan Australia. Pohon ini juga tumbuh di

Amerika Serikat, kebanyakan di Florida sebagai pohon naungan hias. Pohon ini masih satu famili dengan mahoni (Anonymous, 2003).

Pohon mimba merupakan pohon naungan hias yang dapat tumbuh dengan cepat. Ribuan tahun yang lalu petani Indian menggunakannya untuk melindungi gandum dari serangan hama gudang (Anonymous, 2000).

2.3.5 Kandungan Senyawa-Senyawa Aktif dalam Mimba (*A. indica*)

Biji mimba mempunyai kandungan bahan aktif lebih banyak dibandingkan dengan daun. Biji mimba mengandung beberapa komponen aktif pestisida antara lain Azadirachtin, Salanin, Azadiradion, Salannol, Salanolacetate, 3-deacetyl salannin, 14-epoxy-azadirachtin, gedunin, nimbin, dan deacetyl nimbinen (Jones *et al* dalam Schumutterer, 1990). Menurut Anonymous (1993), dari beberapa komponen aktif tersebut ada empat senyawa yang diketahui sebagai pestisida yaitu azadirachtin, Salanin, Nimbin, dan Meliantriol. Ke empat senyawa tersebut termasuk dalam kelompok triterpen yang lebih spesifik disebut limonoids (Sudarmadji, 1993).

1. Azadirachtin ($C_{35}H_{44}O_{16}$)

Azadirachtin adalah senyawa tetranotriterpenoid yang mempengaruhi sistem hormonal, aktifitas makan, reproduksi dan kemampuan terbang serangga. Zat ini memiliki toksisitas yang rendah terhadap mamalia, terdegradasi dengan cepat di lingkungan dan memiliki efek yang sedikit pada spesies non-target dan serangga bermanfaat (Anonymous, 2003).

Azadirachtin sendiri mengandung sekitar 17 komponen yang paling berperan sebagai pestisida. Bahan aktif ini terdapat di semua bagian tanaman, tetapi yang paling tinggi terdapat pada bijinya. Bijinya mengandung minyak sebesar 35-45% (Kardinan, 2002).

Azadirachtin mempunyai rumus kimia $C_{15}H_{24}O_{16}$. azadirachtin terdapat pada semua bagian dari tanaman mimba, tetapi konsentrasi tertinggi terdapat pada biji. Senyawa ini mematikan serangga tapi melalui mekanisme menolak makan, mengganggu pertumbuhan dan produksi serangga. Secara struktural, senyawa ini menyerupai hormon ecdison pada serangga yang berfungsi mengontrol proses metamorfosis atau pergantian kulit. Pada serangga yang memperoleh perlakuan senyawa tersebut akan mengakibatkan proses pergantian kulit terganggu (Sudarmadji, 1993)

2. Salanin

Salanin berperan sebagai penurun nafsu makan (*anti-feedant*) yang mengakibatkan daya rusak serangga sangat menurun, walaupun serangganya sendiri belum mati. Oleh karena itu, dalam penggunaan pestisida nabati dari mimba, seringkali hamanya tidak mati seketika setelah disemprot (*knock down*), namun memerlukan beberapa hari untuk mati, biasanya 4-5 hari. Namun demikian, hama yang telah disemprot tersebut daya rusaknya sudah sangat menurun, karena dalam keadaan sakit (Ruskin, 1993).

3. Meliantriol

Senyawa ini dalam konsentrasi yang sangat rendah mampu menolak serangga untuk makan sehingga akhirnya serangga mati kelaparan

(Sudarmadji,1993).Senyawa ini juga dapat merubah tingkah laku serangga, yang tadinya bersifat migrasi, bergerombol dan merusak menjadi bersifat solitair yang bersifat tidak merusak.

4. Nimbin dan Nimbidin

Senyawa ini dilaporkan mempunyai daya kerja sebagai anti virus, sehingga mempunyai potensi untuk digunakan sebagai pengendali virus yang menyerang tanaman dan ternak (Anonymous, 1992 dalam Sudarmadji, 1993). Tidak hanya sebatas itu, senyawa ini juga mampu berperan sebagai anti mikro organisme seperti bakterisida, fungisida yang sangat bermanfaat untuk digunakan dalam mengendalikan penyakit tanaman (Ruskin, 1993).

Selain mengandung bahan-bahan tersebut di atas, di dalam tanaman mimba masih terdapat berpuluh bahkan beratus jenis bahan aktif yang merupakan produksi metabolit sekunder yang belum teridentifikasi dan belum diketahui manfaatnya.

2.3.6 Ekstraksi Biji Mimba (*A. indica*)

Menurut Dadang (1998), ekstraksi adalah suatu metode umum yang digunakan untuk mengambil produk dari bahan alami seperti dari jaringan tumbuhan, hewan, mikroorganisme dan sebagainya. Ekstraksi dapat dianggap sebagai langkah awal dalam rangkaian kegiatan pengujian aktifitas biologi tumbuh-tumbuhan yang dianggap atau diduga mempunyai pengaruh biologi pada suatu organisme. Untuk menarik komponen yang polar dari suatu jaringan tumbuh-tumbuhan tertentu dibutuhkan pelarut yang lebih polar juga seperti air.

Air merupakan pelarut yang baik dan bersifat polar sehingga mampu berikatan dengan senyawa lain yang berada di sekitarnya.

2.3.7 Efektivitas Ekstrak Biji Mimba (*A. indica*)

Biji mimba telah terbukti efektif membunuh lebih dari 200 spesies serangga hama yang termasuk ke dalam ordo Coleoptera, Diptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, dan Orthoptera dan relatif sulit menimbulkan resistensi dibandingkan dengan insektisida kimia (Kardinan, 1999). Menurut Isman (1994), biji mimba mengandung 2-3% bahan aktif Azadirachtin yang cara kerjanya sebagai penghambat makan bagi serangga hama.

Senyawa aktif yang terkandung di dalam biji mimba yaitu Azadirachtin dapat berfungsi sebagai anti hama (*insektisida*), mencegah makan (*antifeedant*), penolak (*repellent*), atau pengganggu sistem hormon serangga (*anti hormonal*).

Efektivitas ekstrak biji mimba mempengaruhi serangga melalui berbagai macam cara, antara lain (1) menghambat perkembangan telur, larva, atau pupa, (2) menghambat pergantian kulit pada stadia larva, (3) mengganggu kopulasi dan komunikasi seksual serangga, (4) penolak makan, (5) mencegah betina untuk meletakkan telur, (6) menghambat reproduksi atau membuat serangga mandul, (7) meracuni larva dan dewasa, (8) mengurangi nafsu makan atau memblokir kemampuan makan (Harborne, 1982; Schmutterer, 1990; Anonim, 1992; Saxena *et al.*, 1993; Anonim, 1996; Bottenberg dan Singh, 1996; Singh dan Singh, 1998; Su dan Mulla, 1998; Pats dan Isman, 1998 dalam Subiyakto, 2002).

Sasaran azadirachtin tidak pada glandula protorak, tetapi pada sel neurosekretori otak. Sel neurosekretori berfungsi mengaktifkan fungsi kelenjar protorak yang menstimulasi sintesa protein, mencegah kehilangan air, meningkatkan atau mengurangi aktivitas dan pengaturan khususnya dalam metamorfose, ekdisis, dan diapause. Karena sel neurosekretori tidak berfungsi secara sempurna maka semua aktivitas terganggu. Gangguan yang berat akan menyebabkan mortalitas, sedangkan gangguan yang ringan menyebabkan pertumbuhan menjadi terhambat (Mordue Luntz dan Blackwell, 1993 dalam Triwusanti, 2002).

Pemberian ekstrak biji mimba pada beberapa larva serangga yang berkulit halus akan membunuh serangga tersebut karena adanya kontak langsung dengan semprotan. Serangga dewasa tidak terbunuh oleh sifat pengatur pertumbuhan dari azadirachtin tetapi perkawinan dan komunikasi seksual akan terganggu yang hasilnya berupa berkurangnya kesuburan. Menurut Anonymous (2000), sejumlah minyak mimba yang menyelimuti tubuh serangga, mampu menghalangi saluran pernafasan sehingga membuat serangga menderita. Zat ini juga mempunyai efek repellent pada serangga tertentu dan tungau. Karena efek repellentnya ini perilaku makan serangga akan berkurang.

2.4 Insektisida Nabati Ekstrak Biji Mimba (*A. indica*)

Menurut Priyono (1998), yang dimaksud dengan insektisida nabati disini mencakup semua bahan insektisida yang berasal dari alam, baik senyawa organik maupun anorganik. Insektisida yang penting secara ekonomis, pada dasarnya

bertindak dengan cara mengganggu lewatnya impuls-impuls dalam sistem syaraf. Reaksi bahan-bahan yang terkandung di dalam suatu insektisida dengan satu bagian tertentu di dalam tubuh. Bahan-bahan tersebut menyerang bagian tertentu dalam tubuh menyebabkan terhentinya fungsi organ tubuh (Connel dan Miller, terj Koestar, 1995).

Untuk memahami peristiwa keracunan selektif, melalui beberapa tahap antara lain:

1. Kontak antara bahan racun dengan organisme

Dalam soal selektifitas maka fase ini yang paling lama dikenal, misalnya dengan memakai pelindung sewaktu menggunakan pestisida, akan terhindarlah pemakai kontak dengan pestisida. Ripper (1951), mengemukakan *Ecological selectifity*, yakni dengan perbedaan *toxicant* terhadap organisme tersebut. Kebalikan dari hal tersebut yakni *Psycological selectifity*, yakni lain-lain bentuk selektifitas, misalnya selektifitas terjadi meskipun *toxicant* diaplikasikan langsung pada organisme.

2. Penetrasi ke dalam tubuh

Semula diduga bahwa karena perbedaan struktur kulit mamalia yang lunak (*crutinized*) dibandingkan dengan kulit serangga yang keras dan kasar (*Rhitinized*), akan terdapat perbedaan daya penetrasi yang besar terhadap pestisida. Ternyata hal itu tidak benar dan memperlihatkan adanya perbedaan toksisitas yang besar pada mamalia jika pestisida yang diaplikasikan melalui kulit dan injeksi.

3. Metabolisme

Metabolisme pestisida dalam tubuh serangga (organisme) berarti perubahan susunan kimia semula pestisida tersebut oleh enzim dalam tubuh serangga. Perubahan tersebut akan mengakibatkan zat semula menjadi inaktif (*detoksifikasi/degradasi*). Disamping itu dapat pula terjadi dihasilkannya zat yang lebih aktif sebagai *toxicant*.

4. Dispersal

Sistem ekskresi pada mamalia bersifat efektif, sehingga diduga bahwa jika suatu bahan kimia masuk ke dalam tubuh dapat segera dikeluarkan, namun demikian oleh Brodie *et.al* (1954), dikemukakan bahwa setiap bahan kimia yang masuk ke dalam tubuh harus mengalami perubahan-perubahan sebelum dikeluarkan dalam jumlah yang cukup besar. Bahan yang larut dalam lemak akan tetap tersimpan dalam tubuh selama organisme tersebut tidak mempunyai cara untuk melepaskan dalam urine.

5. Penetrasi ke dalam sasaran

Sasaran pestisida pada umumnya dalam tubuh serangga adalah susunan saraf. Pada serangga, *Synaps cholnergic* adalah ganglionik (*choline esterase* tidak terdapat pada *neuromuskular junction*). Suatu bahan racun baru dapat menghambat choline esterase tersebut, jika dapat masuk ke dalam ganglion.

6. Serangan pada sasaran

Pada fase ini suatu bahan kimia dapat ditentukan berhasil-tidaknya sebagai *toxicant*. Pembahasan mengenai hal ini mengarah kepada selektifitas

sasaran. Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses serangan terhadap sasaran adalah sebagai berikut :

- a) Afinitas bahan racun pada suatu lokus (tempat) yang kritis.
- b) Mudah melekat (*attachment*).
- c) Reaksi jika melekat.
- d) Mudah-tidaknya keluar dari *site of reaction*.

