

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Biologi *S. litura*

S. litura digolongkan ke dalam ordo Lepidoptera, famili Noctuidae. Hama ini termasuk ke dalam jenis serangga yang mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari 4 stadia hidup, yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Stadia larva terdiri atas lima instar. Instar yang sangat berbahaya bagi tanaman adalah instar III dan IV (Laoh *et al*, 2003).

Mengenai morfologi larva *S. litura*, secara tersirat Allah menjelaskan dalam firman-Nya QS. An-Nuur: 45 yang berbunyi:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ مَخْلُوقَاتٍ
اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya: “dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, Maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”.

Menurut Al-Maraghi (1993) pada ayat ini Allah membuktikan kekuasaan-Nya tentang penciptaan hewan, agar manusia tidak ingkar kepada-Nya dengan selalu memperhatikan dan mempelajari segala ciptaan-Nya termasuk hewan yang bermacam-macam jenis dan bentuknya. Allah menciptakan semua hewan yang melata di muka bumi dari air yang merupakan bagian dari materi tubuhnya. Yang mana memang air itulah yang menjadi pokok bagi kehidupan hewan. Sebagian besar dari unsur-unsur yang ada dalam tubuhnya adalah air dan tidak akan dapat

bertahan hidupnya tanpa air. Di antara hewan yang melata itu ada yang berjalan di atas perutnya, seperti ular, ikan dan hewan reptil lainnya. Ada yang berjalan di atas dua kaki, seperti manusia dan burung. Ada pula yang berjalan di atas empat kaki, seperti binatang-binatang ternak (termasuk unta, lembu, kambing, dan kerbau) dan binatang-binatang buas. Perbedaan hewan-hewan ini dalam anggota, kekuatan, ukuran badan, perbuatan dan tingkah lakunya, mesti diatur oleh Pengatur Yang Maha Bijaksana, Yang Mengetahui segala hal dan rahasia penciptaanya. Tidak ada sesuatu sekecil apapun di bumi dan langit yang tidak Dia ketahui

2.1.1 Telur *S. litura*

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25–500 butir. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina, berwarna kuning kecoklatan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Pracaya (2007) juga menyebutkan bahwa, telur akan menetas sesudah 3-5 hari. Setelah menetas, ulat kecil masih tetap berkumpul untuk sementara. Beberapa hari kemudian, ulat tersebar mencari pakan.

2.1.2 Larva *S. litura*

Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Larva yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan, dan hidup

berkelompok. Beberapa hari setelah menetas (bergantung ketersediaan makanan), larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari, larva bersembunyi di dalam tanah atau tempat yang lembab dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari yang rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar. Stadium larva terdiri atas 5 instar (Marwoto dan Suharsono, 2008). Larva *S. litura* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Larva *S. litura* instar 5 (Foto hasil penelitian).

Natawigena (1990), menyatakan bahwa larva *S. litura* memiliki tipe mulut menggigit mengunyah dan dikenal sebagai hama ulat grayak. Stadium larva berlangsung sekitar 15 hari, yang kemudian mengalami perubahan bentuk di dalam tanah menjadi pupa.

Laoh *et al*, (2003) menyatakan bahwa, larva instar I dan II akan tinggal berkelompok di sekitar kulit telur dan memakan epidermis daun bagian bawah. Larva tua akan memakan helaian daun sehingga tinggal tulang-tulang daun saja. Di samping itu, larva juga memakan bunga dan polong muda

2.1.3 Pupa *S. litura*

Ulat berkepompong di dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,60 cm. Siklus hidup berkisar antara 30–60 hari. Lama stadium pupa 8–11 hari (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Pracaya (2007), setelah cukup dewasa, yaitu lebih kurang berumur dua minggu, ulat mulai berkepompong di dalam tanah. Pupanya dibungkus dengan tanah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pupa *S. litura* (Yarnisah, 2010).

2.1.4 Imago *S. litura*

Sayap ngengat bagian depan berwarna coklat atau keperakan, dan sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam. Kemampuan terbang ngengat pada malam hari mencapai 5 km (Subiyakto, 1987).

Natawigena (1990), menyebutkan bahwa panjang tubuh ngengat betina kurang lebih 17 mm, sedangkan ngengat jantan kira-kira 14 mm. Warna ngengat abu-abu dengan tanda bintik-bintik pada bagian sayapnya. Ngengat *S. litura* bertelur dalam 2-6 hari. Rata-rata umur ngengat kurang lebih 4 hari. Morfologi dari imago *S. litura* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3 Imago *S. litura* (Yarnisah, 2010).

2.2 Gejala Serangan

Tanaman yang terserang *S. litura*, pada awalnya daun tampak berlubang-lubang kemudian menjadi robek atau terpotong-potong. Serangan *S. litura* yang berat menyebabkan daun tinggal tulang-tulangnya saja. Serangan *S. litura* terjadi secara serentak dalam satu tanaman sampai daun tanaman habis kemudian ulat berpindah ke tanaman lain. *S. litura* menyerang tanaman pada malam hari sedangkan pada siang hari ulat bersembunyi di dalam tanah (Siswadi, 2006).

S. litura merusak saat stadia larva, dengan memakan daun sehingga menjadi berlubang-lubang. Larva menyerang tanaman secara bergerombol, karena telur diletakkan mengelompok (Priyono dan Triwidodo. 1994). Widodo dan Sumarsih (2007) mengutarakan bahwa, serangan berat *S. litura* mampu menghabiskan seluruh daun tanaman dalam semalam. Karena ulat ini merupakan hama utama pada tanaman jarak kepyar. Gejala serangan tampak pada daun yang tinggal tulang daunnya saja. Kerusakan pada daun menyebabkan terganggunya proses fotosintesis sehingga tanaman tidak dapat melanjutkan proses perkembangannya untuk menghasilkan bunga, biji dan buah.

Dalam Al Qur'an telah disebutkan beberapa serangga yang dapat merugikan manusia karena kerusakan yang ditimbulkan olehnya.

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالذَّمَءَ آيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكَرُّوا وَكَانُوا قَوْمًا مُّجْرِمِينَ ﴿١٧٧﴾

Artinya: "Maka Kami kirimkan kepada mereka taufan, belalang, kutu, katak dan darah sebagai bukti yang jelas, tetapi mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa" (QS. Al A'raaf:133).

Shihab (2002) menafsirkan ayat tersebut sebagai berikut: karena kerusakan dan kedurhakaan mereka telah melampaui batas maka kami kirimkan siksa berupa *taufan* yaitu air bah yang menghanyutkan segala sesuatu atau angin ribut disertai kilat dan guntur serta api dan hujan yang membinasakan segala yang ditimpanya. Selanjutnya karena siksaan itu boleh jadi diduga akan menyuburkan tanah, maka Allah mengirimkan belalang dan kutu yang dapat merusak tanaman yang biasa disebut dengan hama tanaman.

Berdasarkan ayat Al Qur'an tersebut dapat diketahui bahwa, Allah SWT. menciptakan serangga yang dapat merugikan manusia itu dengan maksud agar manusia tidak terlena dengan segala kenikmatan yang diberikan Allah, agar manusia sadar bahwa segala sesuatu dapat terjadi atas kehendak-Nya. Allah dapat menumbuhkan berbagai jenis tanaman dengan sangat subur tetapi Allah juga dapat memusnahkannya dalam waktu sekejap. Hama tanaman memang merugikan bagi manusia karena tanaman yang seharusnya dapat tumbuh dengan baik dan subur, dapat rusak bahkan tidak mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Namun segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT. Tidak ada yang sia-sia, meskipun hama terbukti sangat merugikan namun keberadaannya juga ada manfaatnya. Dalam QS. Al Imron (191) Allah berfirman:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا
سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: " (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata):

"Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka".

Keberadaan serangga hama yang dianggap merugikan bagi manusia sebenarnya ada manfaatnya juga. Jika serangga hama tidak diciptakan Allah SWT. Maka pemikiran manusia tidak berkembang, dengan adanya serangga yang merugikan maka manusia berupaya untuk mencari solusi agar kerugian tersebut dapat diminimalisir, salah satunya yaitu dengan diciptakannya suatu bahan yang digunakan untuk mengendalikan serangga tersebut yaitu insektisida. Selain itu dengan adanya hama maka keseimbangan ekosistem terjaga, sehingga insektisida disini tidak digunakan untuk memusnahkan hama akan tetapi digunakan untuk mengendalikan hama agar populasi hama tetap tidak berarti secara ekonomi.

2.3 Insektisida Nabati dan Sintetik

Insektisida merupakan salah satu kelompok pestisida yang berfungsi membunuh serangga. Menurut Thamrin *et al* (2006) penggunaan pestisida sintetik merupakan metode umum dalam upaya pengendalian hama dan penyakit yang menyerang tanaman pertanian. Kebanyakan pestisida sintetik memiliki sifat non spesifik, yaitu tidak hanya membunuh jasad sasaran tetapi juga membunuh organisme lain. Pestisida sintetik dianggap sebagai bahan pengendali hama penyakit yang paling praktis, mudah diperoleh, mudah dikerjakan dan hasilnya cepat terlihat. Padahal penggunaannya sering menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan, keracunan terhadap manusia dan hewan peliharaan dan dapat mengakibatkan resistensi serta resurgensi bagi serangga hama (Rejesus, 1986; Stoll, 1988; Thamrin *et al*, 2005). Ahmed dan Salimon (2009) juga mengemukakan bahwa lebih dari 400.000 kasus keracunan setiap tahunnya dan 1,5 % diantaranya

sangat parah, serta terjadinya kontaminasi air, tanah, udara yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Menurut Louise dan Bosch (1990), pada tahun-tahun terakhir, dikembangkan pendekatan baru yang terpadu untuk pengendalian hama, yang dinamakan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Sudarmo (1991) menyebutkan, konsep PHT lahir karena manusia dihadapkan pada masalah besar, yakni pencemaran lingkungan karena penggunaan pestisida. Problema pertanian semakin berkembang dan masalahnya menjadi sangat kompleks. Pengendalian hama semakin pelik, karena penggunaan lahan yang terus menerus, pemakaian pupuk secara berlebihan dan penggunaan pestisida yang tidak tepat, baik mengenai aplikasi maupun dosisnya. Tujuan dari konsep PHT itu sendiri antara lain untuk (1) mempertahankan dan memantapkan taraf produksi tinggi, (2) meminimalkan kerusakan dan pencemaran lingkungan, dan (3) secara ekonomis menguntungkan dan sekaligus melindungi produsen dan konsumen dari pencemaran. Dengan demikian PHT bukanlah suatu eradikasi atau pemberantasan hama, melainkan lebih tepat dikatakan sebagai pembatasan populasi hama.

Untuk mengurangi frekuensi penggunaan pestisida sintetik salah satunya adalah menggantinya dengan pestisida dari bahan nabati, karena beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bagian tanaman ada yang bersifat toksik terhadap hama (Balfas, 1994; Mudjiono *et al.*, 1994 dalam Thamrin, 2006).

Menurut Kardinan (1999), insektisida nabati diartikan sebagai suatu insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Oleh karena itu, insektisida nabati bersifat mudah terurai di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia serta bagi ternak peliharaan karena residunya mudah hilang. Pestisida nabati berfungsi sebagai penolak (*repellent*), penarik (*attractan*), pemandul (*antifertilitas*) atau pembunuh. Pestisida nabati bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan.

Pestisida nabati yang digunakan untuk mengendalikan hama, bahan dasarnya adalah tumbuhan. Di bumi terdapat berbagai macam tumbuhan yang di dalamnya mengandung senyawa-senyawa kimia yang berpotensi sebagai pengendali hama. Allah SWT. menciptakan tumbuhan untuk kesejahteraan manusia di muka bumi. Sebagian tumbuhan ada yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan manusia, pakan ternak, sebagai obat, dll. Pemanfaatannya tergantung manusia itu sendiri, karena pada dasarnya manusia telah dikaruniai akal oleh sang pencipta. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah dalam QS. Yunus:24.

إِنَّمَا مَثَلُ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَاءٍ أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ مِمَّا يَأْكُلُ النَّاسُ وَالْأَنْعَامُ حَتَّى إِذَا أَخَذَتِ الْأَرْضُ زُخْرُفَهَا وَازَّيَّنَتْ وَظَنَّ أَهْلُهَا أَنَّهُمْ قَدِرُوا رَبَّ عَلِيمًا أُنْتَهَى أَمْرُنَا لَيْلًا أَوْ نَهَارًا فَجَعَلْنَاهَا حَصِيدًا كَأَن لَّمْ تَغْنَبْ بِالْأَمْسِ كَذَلِكَ نُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٢٤﴾

Artinya: "Sesungguhnya perumpamaan kehidupan duniawi itu, adalah seperti air (hujan) yang Kami turunkan dan langit, lalu tumbuhlah dengan subur karena air itu tanam-tanaman bumi, di antaranya ada yang dimakan manusia dan binatang ternak. hingga apabila bumi itu telah sempurna keindahannya, dan memakai (pula) perhiasannya[683], dan pemilik-pemilikannya mengira bahwa mereka pasti menguasainya[684], tiba-tiba datanglah kepadanya azab Kami di waktu malam atau siang, lalu Kami jadikan (tanam-tanamannya) laksana tanam-tanaman yang sudah disabit, seakan-akan belum pernah tumbuh kemarin. Demikianlah Kami menjelaskan tanda-tanda kekuasaan (Kami) kepada orang-orang berfikir".

Pemikiran manusia berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Dengan menghadapi fenomena-fenomena yang ada, lambat laun manusia mulai tertantang untuk menghadapi segala kemungkinan yang ada. Misalnya dengan adanya dampak dari penggunaan pestisida sintetik yang banyak merugikan kehidupan manusia, maka manusia mulai mencari alternatif lain dengan menggunakan pestisida dari bahan tumbuhan yang relatif lebih aman bagi manusia dan lingkungan.

Pada tahun 1960-an telah ditemukan beberapa insektisida dari bahan tumbuhan yang memiliki cara kerja spesifik, seperti azadirachtin dan senyawa lain dari tanaman meliaceae yang

menghambat aktivitas makan dan perkembangan serangga hama. Sediaan insektisida dari tumbuhan mimba juga telah diketahui efektif menekan populasi serangga hama dan relatif aman terhadap lebah dan beberapa musuh alami. Pada umumnya pestisida berbahan nabati bersifat sebagai racun perut yang tidak membahayakan terhadap musuh alami atau serangga bukan sasaran, sehingga penggunaan pestisida berbahan nabati dapat dikombinasikan dengan musuh alami (Thamrin *et al*, 2006).

Untung (1993) mengatakan bahwa, semua insektisida menghalangi proses metabolisme serangga sehingga dapat membawa kematian, tetapi caranya berbeda-beda tergantung pada jenis insektisidanya.

Dengan adanya kemajuan dalam bidang ilmu kimia dan pengembangan alat-alat analisis, banyak senyawa kimia yang berasal dari tumbuhan telah diisolasi dan diidentifikasi bahkan telah disintesis. Senyawa-senyawa tumbuhan dapat menunjukkan berbagai macam aktifitas biologi pada serangga seperti penghambatan/penolakan makan, penolakan peneluran, penghambatan pertumbuhan dan perkembangan, kematian dan lain-lain.

Dalam mengukur toksisitas insektisida dikenal istilah LD_{50} , LC_{50} , ED_{50} , RL_{50} , EC_{50} , dan TLM dengan penjelasan seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Toksisitas (Daya Racun Serangga)

Istilah	Keterangan
LD ₅₀ (<i>Lethal Dossage</i>)	Berapa mg insektisida untuk tiap kg berat badan binatang percobaan untuk mematikan 50% dari populasinya. Diberikan melalui oral, dermal, dan respirasi, diambil dari insektisida murni. Digolongkan 6 kategori berikut ini: 0-50: toksisitas tinggi, > 1250: toksisitas rendah sekali, > 50-250: toksisitas sedang, > 250-1250: toksisitas rendah, LD > :toksisitas tinggi, LD < :toksisitas rendah.
LC ₅₀ (<i>Lethal Consentration</i>)	Berapa mg insektisida untuk tiap kg berat badan binatang percobaan untuk mematikan 50% dari populasinya menggunakan fumigan. Diberikan melalui oral, dermal, dan respirasi. Contoh: formalin dengan ikan lele, herbisida dengan udang sungai pada waktu tertentu.
ED ₅₀ (<i>Effective Dossage</i>)	Berapa mg insektisida untuk tiap volume spora yang tidak tumbuh setelah diberi perlakuan fungisida dengan dosis tertentu pada medium buatan pada waktu tertentu
RL ₅₀ (<i>Residu Life</i>)	Memperhatikan periode sejak terjadinya deposit insektisida sampai separuh deposit tersisa sebagai residu atau waktu yang diperlukan sehingga suatu insektisida aktivitasnya berkurang 50%.
EC ₅₀ (<i>Effective Consentration</i>)	Kepekatan bahan uji pada taraf 50% populasi hewan uji dalam keadaan tidak aktif/lumpuh pada waktu tertentu. Misalnya phytoplankton pada air kolam dengan ppm Paraquat (herbisida) selama 4 jam pertumbuhannya menurun 4%.
TLM (<i>Tolerance Limited Medium</i>)	Toksisitas insektisida yang diukur pada pengairan (kolam). Contohnya Penta Chlorophenol (PCP) dalam waktu 24-48 jam terhadap ikan <i>Lebistes</i> adalah 0.40 dan 0.25 ppm.

Sumber: Kartosapoetra (1993) dalam Siregar (2008).

2.4 Potensi Jarak Pagar (*J. curcas*) Sebagai Insektisida Nabati

Komposisi bahan kimia yang bersifat toksik telah dievaluasi oleh beberapa peneliti. Pada minyak jarak pagar, selain minyak, terdapat pula bahan kimia yang bersifat *unsaponifiable*, hidrokarbon/stereo ester, tryacycerol, asam lemak bebas, diacyglycerol, sterol, monoacyglycerol dan polar lipid. Bahan yang diketahui bersifat toksik terhadap serangga adalah yang bersifat *unsaponifiable* yang didalamnya terdapat sterol dan tripenen alkohol. Asam lemak yang memiliki

berat molekul yang tinggi, seperti triacylglycerols dan pentacyclic *triterpene acids* berfungsi sebagai antiovisiposisi dan ovisidal pada serangga. Selain itu terdapat pula kandungan curcin yang bersifat phytotoxin (toxalbumin) terutama terdapat pada biji dan buah (Adebowale dan Adedire, 2006 dalam Soetopo, 2008).

Minyak biji jarak pagar berpotensi untuk dijadikan insektisida nabati, karena di dalamnya terkandung berbagai macam bahan kimia yang beracun, sebelumnya manusia juga tidak menyadari akan hal tersebut, dalam Al qur'an Allah SWT. berfirman:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا مَتْرَاقِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: "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'am: 99).

Dalam ayat tersebut dikatakan bahwa Allah menurunkan tumbuh-tumbuhan yang menghijau dan dari tanaman yang menghijau dikeluarkan butir yang banyak. Banyak tanaman yang telah diciptakan Allah SWT. Dan semua itu memiliki manfaat yang banyak bagi kehidupan manusia, akan tetapi tidak semua diketahui oleh manusia. Konteks yang ditekankan dalam penelitian ini yaitu pada kata "*butir yang banyak*". Insektisida nabati minyak biji jarak pagar ini bahan yang digunakan adalah bijinya, karena pada biji mengandung senyawa-senyawa beracun paling banyak dibandingkan dengan pada bagian tanaman yang lainnya.

Tanaman jarak pagar menghasilkan biji yang terdiri dari 60 % berat kernel (daging biji) dan 40 % berat kulit. Inti biji (kernel) jarak pagar mengandung sekitar 50 % minyak sehingga dapat

diekstrak menjadi minyak jarak dengan cara mekanis atau ekstraksi dengan pelarut seperti heksana. Minyak jarak pagar merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida yang mirip dengan minyak kacang tanah. Tanaman jarak pagar ini juga memiliki kegunaan lain yang berkaitan dengan kandungan bahan aktifnya yang berpotensi sebagai insektisida botani (Syah, 2006).

Selain menyebabkan mortalitas larva, senyawa kimia yang terdapat dalam minyak biji jarak pagar juga dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan serangga. Aida dan Morallo (1992) dalam Tukimin (2008) mengatakan bahwa, zat kimia dalam biji jarak pagar dapat mengakibatkan pertumbuhan abnormal pada larva *H. armigera*, baik pada telur, saat pergantian kulit, dan dewasa/imago, karena adanya sejenis hormon pengatur tumbuh. Sitepu (1994) dalam Yuliasuti (2010) menyebutkan, kandungan senyawa insektisida minyak biji jarak pagar mampu menolak serangga untuk makan, sehingga konsumsi makan serangga berkurang dan berpengaruh terhadap pertumbuhan atau ukuran berat larva pre pupa maupun pupa.

Allah SWT. juga berfirman dalam Q.S. Al-Jaatsiyah ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُۥٓ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ ﴿١٣﴾

Artinya: *“Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.*

Berdasarkan ayat tersebut dapat diketahui bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah baik hewan maupun tumbuhan itu bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dalam arti ayat tersebut ada kata *“menundukkan”* yang berarti atas kekuasaan Allah SWT. semua hal yang terlihat tidak bermanfaat, seperti halnya tanaman jarak pagar yang diketahui sangat beracun, namun dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Bagaimana cara pemanfaatan yang dilakukan oleh

manusia juga tidak lepas dari anugerah Allah SWT. yaitu akal, manusia diberikan akal agar dapat berfikir. Dengan ilmu pengetahuan yang dimiliki manusia maka, mereka dapat menggunakan tumbuhan yang beracun seperti jarak pagar sebagai insektisida botani, dengan memanfaatkan bahan aktif yang terkandung di dalamnya.

Syah (2006), menyebutkan bahwa berbagai ekstrak dari biji dan daun jarak pagar menunjukkan sifat antimoluska, antiserangga, dan antijamur. Forbol ester dalam jarak pagar diduga merupakan salah satu racun utamanya.

Menurut Tukimin (2008), minyak jarak pagar selain berfungsi sebagai bahan antimikroba dan molusida, minyak jarak pagar dan ekstrak biji diketahui mengandung bahan kimia yang berpengaruh terhadap kehidupan serangga yakni kursin, forbol ester, dan trigliserida. Senyawa forbol yang terkandung dalam minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) pada beberapa aksesori, dicantumkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Forbol Ester Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*)

No.	Akresi	Satuan	Hasil (Phorbol ester)
1	Jatim 55	µg/ml	6,714
2	Jatim 41	µg/ml	3,430
3	Jatim 45	µg/ml	4,386
4	Jatim 30	µg/ml	6,239
5	SP 117	µg/ml	5,184
6	SP 8	µg/ml	10,025
7	SP 115	µg/ml	7,802
8	SP 104	µg/ml	7,926
9	SP 67	µg/ml	9,491
10	SM 81	µg/ml	9,122
11	SM 47	µg/ml	7,061
12	SM 100	µg/ml	7,330
13	SM 111	µg/ml	7,955
14	HS 80	µg/ml	5,178
15	HS 48	µg/ml	5,421
16	HS 49	µg/ml	7,081
17	HS 87	µg/ml	10,953
18	HS 35	µg/ml	6,868
19	Lampung	µg/ml	6.635
20	IP I A	µg/ml	7,679
21	IP 2A	µg/ml	11.08
22	IP 2M	µg/ml	10.86

Sumber: Tukimin *et al.* (2008)

Soetopo (2008) mengutarakan bahwa, pengujian pada hama *Helicoverpha armigera*, *Pectinophora gossypeilla* dan *A. lata* diketahui bahwa minyak biji jarak pagar memiliki sifat seperti *juvenil hormone* yang mempengaruhi pergantian kulit serangga. Untung (2006) mengatakan, hormon juvenil yang diaplikasikan pada serangga sasaran akan menghambat proses metamorfosis serangga sehingga terjadi kekacauan fisiologis. Insektisida penghambat khitin seperti buprofezin menghambat proses pergantian kulit karena kulit baru tidak terbentuk secara normal dan kulit lama tidak dapat ditanggalkan sehingga mengakibatkan serangga mati sebelum memasuki instar berikutnya.

Hasil penelitian Aida dan Morallo (1992) dalam Tukimin (2008), menunjukkan bahwa zat kimia dalam biji jarak pagar dapat mengakibatkan pertumbuhan abnormal larva *H. armigera*, baik pada telur, saat pergantian kulit, dan dewasa/ imago, karena adanya sejenis hormon pengatur tumbuh.

Komposisi kandungan bahan toksik/aktif pestisida nabati mungkin berbeda bergantung pada spesies, varietas, klon, dan strain atau lokasi. Di Mexico terdapat jarak pagar yang tidak mengandung bahan kimia yang bersifat toksik, sedangkan di Indonesia belum banyak dilakukan penelitian komposisi bahan kimia jarak pagar berdasarkan varietas, strain, maupun lokasi (Soetopo, 2008).

Allah yang telah menciptakan bumi dan menjaga keseimbangannya dengan gunung-gunung yang kokoh ditempatnya. Juga mengirimkan air hujan ke tanah. Maka, terbukalah kehidupan tanah dengan tanaman yang seimbang secara tepat dan teliti. Ilmu pengetahuan yang modern menetapkan bahwa setiap tumbuh-tumbuhan telah terukur unsur-unsurnya dalam kadar tertentu. Suatu unsur selalu berbeda antara satu tanaman dengan tanaman yang lain dengan cara penyerapan nutrisi akar yang terhujam ke tanah. Kemudian dibawa ke batang, daun, dahan, dan bunga.

Allah SWT. Juga berfirman dalam QS. Ar Ra'd (4):

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَبَّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ وَصِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَلُ بَعْضُهَا
عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya: "Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.

Berdasarkan ayat Al Qur'an tersebut, dapat diketahui bahwa ciptaan Allah SWT. yang bermacam-macam itu mempunyai manfaat yang berbeda-beda, meskipun mendapatkan perlakuan yang sama misalnya sama-sama mendapatkan penyiraman atau pupuk yang sama, bahkan pada tumbuh-tumbuhan yang jenisnya sama, kandungan yang ada didalamnya dapat berbeda kadarnya, hal tersebut membuktikan betapa besar kekuasaan Allah SWT. atas apa yang telah diciptakannya. Adanya perbedaan kadar bahan-bahan aktif yang terdapat pada tumbuhan dapat pula disebabkan oleh adanya perbedaan tekstur tanah habitat tumbuhan tersebut, sehingga penyerapan yang dilakukan oleh akar kadarnya juga berbeda. Seperti halnya pada penelitian ini yang menggunakan bahan minyak biji jarak pagar dari dua aksesori yang berbeda, yaitu IP 2M dan IP 2A. Pada kedua aksesori tersebut memiliki kandungan senyawa aktif yang kadarnya berbeda.

2.5 Morfologi Jarak Pagar (*J. curcas*)

Jika dilihat dari segi morfologi, jarak pagar (*J. curcas*) sama halnya dengan tanaman lainnya yang mempunyai daun, biji, buah yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan kita sehari-hari. Namun pemanfaatannya mungkin sedikit berbeda dengan tumbuhan pada umumnya yang buahnya

dapat dikonsumsi. Pada jarak pagar kita bisa memanfaatkan bijinya sebagai bahan pembuatan insektisida nabati. Allah SWT. berfirman dalam QS. An Nuur: 35 yang berbunyi:

﴿ اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مِثْلُ نُورِهِ ۚ كَمَشْكُوتٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ ۗ مَنْ يَشَاءُ ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

Artinya: "Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus[1039], yang di dalamnya ada pelita besar. pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya)[1040], yang minyaknya (saja) Hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang Dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu" (QS. An Nuur: 35).

[1039] Yang dimaksud lubang yang tidak tembus (misykat) ialah suatu lobang di dinding rumah yang tidak tembus sampai ke sebelahnya, biasanya digunakan untuk tempat lampu, atau barang-barang lain.

[1040] Maksudnya: pohon zaitun itu tumbuh di puncak bukit ia dapat sinar matahari baik di waktu matahari terbit maupun di waktu matahari akan terbenam, sehingga pohonnya subur dan buahnya menghasilkan minyak yang baik.

Dari ayat tersebut dapat diketahui bahwasannya Allah SWT. menciptakan suatu tumbuhan yang banyak sekali manfaatnya. Sebagian besar manfaat tumbuhan adalah diambil buahnya, pada tumbuhan tertentu bisa digunakan untuk ramuan tradisional misalnya sebagai obat berbagai macam penyakit. Tumbuhan jarak pagar (*J. curcas*) awalnya dikenal manusia sebagai tumbuhan yang digunakan untuk pembatas pekarangan rumah (pagar), namun lambat laun dengan munculnya berbagai macam ilmu pengetahuan, banyak manusia yang meneliti tentang kandungan tumbuhan tersebut, sehingga dapat meningkatkan kegunaan/manfaat tumbuhan yang selama ini dikesampingkan. Ayat tersebut dapat menjadi inspirasi tentang pemanfaatan minyak biji jarak

pagar (*J. curcas*), yang didalamnya mengandung bahan-bahan kimia yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama tanaman.

Jarak pagar merupakan tumbuhan semak berupa perdu dengan tinggi 1-7 m berkayu, silindris bila terluka mengeluarkan getah dan banyak ditemukan di daerah tropik. Tumbuhan ini dikenal sangat tahan kekeringan dan mudah diperbanyak dengan stek dan bijinya menghasilkan minyak campuran untuk pelumas (Siswadi, 2006).

Pada musim kemarau yang panjang, tanaman jarak pagar menggugurkan daunnya. Umumnya, seluruh bagian tanaman beracun sehingga tanaman ini hampir tidak memiliki hama. Tanaman ini mulai berbuah pada umur 5 bulan, dan mencapai produktivitas penuh pada umur 5 tahun. Umur jarak pagar bisa mencapai 50 tahun.

2.5.1 Daun Jarak Pagar (*J. curcas*)

Daun tanaman jarak pagar yakni memiliki daun tunggal yang berlekuk, bersudut 3 atau 5, daun tersebar di sepanjang batang, permukaan atas dan bawah daun berwarna hijau dengan bagian bawah lebih pucat dibanding permukaan atas. Daunnya lebar dan berbentuk seperti jantung atau bulat telur melebar dengan panjang 5-15 cm. Helai daunnya bertoreh, berlekuk dan ujungnya meruncing. Tulang daunnya menjari dengan 5-7 tulang daun utama. Daunnya dengan tangkai daun, panjang tangkai daun antara 4-15 cm (Siswadi, 2006). Seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Daun Jarak Pagar (*J. curcas*) (Foto hasil penelitian).

2.5.2 Bunga Jarak Pagar (*J. curcas*)

Bunga tanaman jarak pagar adalah bunga majemuk berbentuk malai, berwarna kuning kehijauan, berkelamin tunggal dan berumah satu. Bunga betina 4-5 kali lebih banyak dari bunga jantan. Bunga jantan maupun bunga betina tersusun dalam rangkaian berbentuk cawan yang tumbuh diujung batang atau ketiak daun (Hambali, 2007).

Bunganya memiliki lima kelopak berbentuk bulat telur dengan panjang kurang lebih 4 mm. Benang sari mengumpul pada pangkal dan berwarna kuning. Tangkai putik pendek, berwarna hijau dan kepala putik melengkung keluar berwarna kuning. Bunganya memiliki lima mahkota berwarna keunguan, setiap tandan terdapat lebih dari lima belas bunga. Jarak pagar termasuk tanaman monoecious dan bunganya uniseksual, kadang muncul bunga hermaphrodit yang berbentuk cawan berwarna hijau kekuningan. Bunga betina ukurannya lebih besar daripada bunga jantan (Nurcholis dan Sumarsih, 2007)



Gambar 2.5 Bunga Jarak Pagar (*J. curcas*), (Foto hasil penelitian).

2.5.3 Buah dan Biji Jarak Pagar (*J. curcas*)

Buah tanaman jarak pagar berupa buah kotak berbentuk bulat telur dengan diameter 2-4 cm. Panjang buah 2 cm dengan ketebalan sekitar 1 cm, buah berwarna hijau ketika masih muda serta abu-abu kecoklatan atau kehitaman ketika masak. Buah jarak terbagi atas tiga ruang, masing-masing ruang berisi satu biji sehingga dalam satu buah terdapat tiga biji (Siswadi, 2006).



Gambar 2.6 Buah Jarak Pagar (*J. curcas*), (Foto hasil pengamatan).

Bagian-bagian tumbuhan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, secara tersirat telah disebutkan dalam Al Qur'an, seperti pada ayat berikut.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنْ
النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ
وَيَنْعِمَ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: "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'am:99)".

Ayat suci tersebut mengingatkan kita akan adanya tanda-tanda kekuasaan Allah dalam dunia tumbuh-tumbuhan yang memang penuh dengan tanda-tanda yang menunjukkan keagungan dan keperkasaan-Nya. Morfologi tumbuhan terdiri dari batang, daun, tangkai, bunga, buah, biji, dll. yang telah disebutkan dalam Al Qur'an secara tersirat. Kelompok tumbuhan itu sebagian besar adalah tumbuhan yang produktif, seperti kacang-kacangan, kapas, gandum dan jagung (Pasya, 2004). Sebagian besar manusia memanfaatkan bagian dari tumbuhan tersebut, yaitu buahnya, di

dalam buah terdapat biji yang seringkali diabaikan oleh manusia, karena dianggap kurang bermanfaat. Lain halnya dengan biji jarak pagar, tumbuhan ini dikenal sebagai tumbuhan beracun, buah yang sudah matang berwarna kuning dan biji berwarna hitam, dalam biji jarak pagar terdapat senyawa kimia yaitu kursin, forbol ester, trigliserida, dll. yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan insektisida nabati.

Biji berbentuk bulat lonjong dan berwarna coklat kehitaman. Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30%-50% dan mengandung toksin sehingga tidak dapat dimakan (Siswadi, 2006).

Biji yang sudah tua berbentuk bulat panjang, ukuran panjang rata-rata 18 mm dan lebar 10 mm. Biji jarak bercangkang tipis, kulit biji yang sudah tua berwarna hitam. Jika belum tua warna biji lebih cerah atau kecoklatan dengan permukaan halus (Nurcholis dan Sumarsih, 2007).



Gambar 2.7 Biji Jarak Pagar (*J. curcas*) (Soerawidjaja, 2005)

2.6 Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jarak Pagar

Meskipun terdapat beberapa laporan dalam literatur tentang penggunaan minyak jarak pagar untuk merebus atau memasak, tetapi minyak jarak pagar secara umum tidak digunakan sebagai bahan nutrisi manusia karena komponennya beracun (Syah, 2006).

Kandungan asam lemak esensial dalam minyak jarak pagar tinggi sehingga dapat dikonsumsi sebagai minyak makan, asalkan toksin berupa forbol ester dan kursin dapat

dihilangkan. Minyak jarak tidak lebih kental dibandingkan minyak nabati lainnya. Komponen terbesar minyak jarak adalah trigliserida yang mengandung asam lemak oleat dan linoleat (Hambali, 2007). Kandungan senyawa yang terdapat pada jarak pagar dicantumkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Senyawa dalam Daging Biji Jarak Pagar

Senyawa	Kandungan (%)
Minyak/lemak	38
Protein	18
Serat	15,5
Air	6,2
Abu	5,3
Karbohidrat	17

Nurcholis dan Sumarsih (2007).

Soerawidjaja (2005) menyebutkan, sekalipun kadar protein jarak pagar sangat tinggi, bungkil sangat beracun, karena antara lain mengandung zat racun kurcin (*curcin*) dan porbol ester. Tak bisa dijadikan pakan ternak tanpa diolah lebih dahulu, tetapi dapat dijadikan bahan mentah pembangkitan biogas dan merupakan pupuk yang baik karena mengandung kalium dan fosfat. forbol ester merupakan golongan polycyclic yang terdapat dalam dua kelompok hidroksil yang saling berdekatan.

2.7 Proses Pembuatan Minyak Biji Jarak Pagar

Syah (2006), menyebutkan bahwa ada dua metode dasar untuk memperoleh minyak jarak pagar dari biji, yaitu pengepresan dan ekstraksi pelarut. Proses pengepresan biasanya dilakukan

dengan pengepres hidrolis atau ulir yang digerakkan secara manual atau dengan mesin. Proses pengepresan biasanya meninggalkan ampas yang masih mengandung 7-10 % minyak. Sedangkan pada proses ekstraksi pelarut, mampu mengambil minyak optimal, sehingga ampasnya hanya kurang dari 0,1 % dari berat keringnya. Cairan pelarut yang paling populer digunakan dalam praktik komersial pembuatan minyak jarak pagar adalah heksana teknis atau eter minyak bumi dengan rentang didih 60-70°C.

Bungkil atau biji giling tidak dapat diekstraksi secara langsung karena partikel-partikelnya yang halus sering kompak sehingga mengakibatkan penyumbatan di dalam bejana ekstraksi (cairan pengestrak tidak bisa menerobos diantara partikel-partikel padat yang diekstrak). Berdasarkan hal ini, sebelum proses ekstraksi bungkil atau biji giling harus diubah bentuknya menjadi serpihan (flake) agar proses ekstraksinya berlangsung lancar, karena bentuk serpihan membuat padatan yang diekstrak stabil dan mudah diterobos cairan pengestrak (Syah, 2006).

2.8 Cara Insektisida Masuk Ke Dalam Tubuh Serangga

Menurut Pracaya (1995), pengendalian hama dapat dilakukan melalui kontak langsung maupun stomach. Pengendalian hama melalui stomach disebut juga racun perut. Racun ini terutama digunakan untuk mengendalikan serangga yang mempunyai tipe alat mulut pengunyah (ulat, belalang dan kumbang), namun bahan ini dapat pula digunakan terhadap hama yang menyerang tanaman dengan cara menghisap dan menjilat. Bahan insektisida ini disemprotkan pada bagian yang dimakan serangga sehingga racun tersebut akan tertelan masuk ke dalam usus, dan di sinilah terjadi peracunan dalam jumlah besar. Pengendalian hama secara langsung dengan cara insektisida ini masuk ke dalam tubuh serangga melalui permukaan tubuh khususnya bagian kutikula yang tipis, misal pada bagian daerah perhubungan antara segmen, lekukan-lekukan yang terbentuk dari lempengan tubuh, pada bagian pangkal rambut dan pada saluran pernafasan

(spirakulum). Racun kontak itu dapat diaplikasikan langsung tertuju pada jasad sasaran atau pada permukaan tanaman atau pada tempat-tempat tertentu yang biasa dikunjungi serangga. Racun kontak mungkin diformulasikan sebagai cairan semprot atau sebagai serbuk.

Hal senada juga disampaikan oleh Isnaini (2006), insektisida dapat membunuh serangga dengan meracuni perut (racun lambung, *stomach poisons*) karena serangga tersebut memakan insektisida yang melekat pada makanannya. Hal ini menimbulkan peracunan fisik dengan keluarnya cairan dari dalam tubuh sehingga menimbulkan dehidrasi dan kematian atau dengan menggumpalkan atau mengendapkan protein dalam protoplasma. Insektisida juga dapat membunuh serangga karena kontak langsung (*contact poisons*) sehingga insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui pori-pori kulitnya. Ada juga yang masuk tubuh serangga melalui pernapasan sehingga menghambat aktivitas enzim pernapasan, ini biasanya untuk jenis insektisida yang penggunaannya dengan fumigasi atau pengasapan.

2.9 Klasifikasi

2.9.1 Klasifikasi *S. litura*

Kingdom : Animalia

Divisi : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Lepidoptera

Famili : Noctuidae

Genus : Spodoptera

Spesies: *Spodoptera litura* (Kalshoven, 1981).

2.9.2 Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar (*J. curcas*)

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : *Jatropha*

Spesies : *Jatropha curcas* (Nurcholis dan Sumarsih, 2007).

