

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Mortalitas Larva *S. litura* Akibat Perlakuan Insektisida Nabati Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*)

Pada penelitian ini minyak biji jarak pagar digunakan sebagai insektisida nabati yang digunakan sebagai bahan alternatif pengganti insektisida kimia. Data yang diperoleh yaitu berupa persentase mortalitas larva kemudian ditransformasi kedalam transformasi Arcsin dan dianalisis menggunakan ANAVA ganda. Yang pertama dilakukan yaitu analisis mortalitas larva *S. litura* per jam pengamatan, dan yang kedua dicari interaksi antara aksesori dan konsentrasi. Hasil analisis rata-rata mortalitas larva *S. litura* akibat pemberian insektisida minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) dapat dilihat pada tabel 4.1.

Berdasarkan hasil Analisis Varian ganda pada aksesori IP 2M dan IP 2A untuk semua jam pengamatan menunjukkan ada perbedaan antara perlakuan menggunakan minyak biji jarak pagar dengan kontrol, baik kontrol air maupun kontrol air+detergen (lampiran 5).

Pada pengamatan 24 jam setelah penyemprotan, pada konsentrasi 40 ml dan 80 ml berbeda nyata dengan kontrol, namun pada konsentrasi 5 ml, 10 ml, dan 20 ml tidak berbeda nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen). Sedangkan pada aksesori IP 2A konsentrasi 20 ml, 40 ml dan 80 ml sudah menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol air dan kontrol air+detergen, pada konsentrasi 5 ml dan 10 ml tidak berbeda nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen). Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan bahan aktif dalam minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) secara perlahan/ tidak langsung dapat membunuh serangga, beda dengan insektisida kimia yang mempunyai kontak langsung.

Tabel 4.1 Rata-rata Mortalitas Larva *S. litura* (Dalam transformasi Arc Sin)

No	Aksesi	Perlakuan Konsentrasi	Mortalitas				
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam	120 jam
1	IP 2M	Kontrol air	0.4000 a	0.4000 a	0.4000 a	2.9767 a	5.5533 a
2		Kontrol air+det.	0.4000 a	0.4000 a	2.9767 a	2.9767 a	5.5533 a
3		5 ml MJP	0.4000 a	0.4000 a	10.4033 b	17.1000 b	22.3233 b
4		10 ml MJP	0.4000 a	6.6900 b	12.7033 b	19.2400 bc	29.2467 c
5		20 ml MJP	0.4000 a	11.5400 c	17.7700 c	24.5433 c	33.1500 c
6		40 ml MJP	11.2833 b	20.7933 d	31.9100 d	41.9267 d	53.1733 d
7		80 ml MJP	17.7700 c	28.8500 e	35.5867 d	51.5933 e	63.4567 e
1	IP 2A	Kontrol air	0.4000 a	0.4000 a	0.4000 a	2.9767 a	5.5533 a
2		Kontrol air+det.	0.4000 a	0.4000 a	2.9767 a	2.9767 a	5.5533 a
3		5 ml MJP	0.4000 a	6.6900 ab	16.4300 b	23.5500 b	31.4800 b
4		10 ml MJP	0.4000 a	6.6900 ab	17.7100 b	23.4700 b	31.8767 b
5		20 ml MJP	6.6900 b	11.2833 b	21.1667 b	29.2133 b	40.7800 c
6		40 ml MJP	14.0500 c	18.8067 c	28.8267 c	39.2033 c	54.3533 d
7		80 ml MJP	17.7700 c	22.3733 c	38.8167 d	50.3967 d	68.6700 e

Keterangan: MJP : minyak biji jarak pagar; Det. : detergen.  
 Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf signifikansi 0.05

Pada pengamatan 48 jam setelah penyemprotan pada aksesi IP 2M konsentrasi 10 ml, 20 ml, 40 ml, dan 80 ml berbeda nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen), pada aksesi IP 2A konsentrasi 5 ml dan 10 ml tidak berbeda nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen), sedangkan konsentrasi 20 ml, 40 ml, dan 80 ml berbeda nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen).

Pada pengamatan 72 jam setelah penyemprotan, aksesi IP 2M dengan konsentrasi 5 ml sudah menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen), pada aksesi IP 2A dengan konsentrasi 5 ml juga sudah menunjukkan perbedaan yang nyata dengan

kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen). Pada pengamatan 72 jam setelah penyemprotan ini mortalitas yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 80 ml dengan rata-rata mortalitas IP 2M = 35.58 dan IP 2A = 38.81 dalam transformasi Arc Sin (Tabel 4.1).

Pada pengamatan 96 jam setelah penyemprotan aksesori IP 2M pada konsentrasi 80 ml memiliki nilai mortalitas (dalam transformasi Arc Sin) sebesar 51.59 (Tabel 4.1). Pada aksesori IP 2A mortalitas larva mencapai 50.39 (Tabel 4.1). Penambahan mortalitas disebabkan sudah terakumulasinya senyawa kimia di dalam tubuh larva, sehingga kehidupannya terganggu bahkan menyebabkan kematian.

Aksesori IP 2M pengamatan 120 jam setelah penyemprotan pada konsentrasi 80 ml mampu mengakibatkan mortalitas larva hingga mencapai 63.45 dalam transformasi Arc Sin (Tabel 4.1). Aksesori IP 2A pengamatan 120 jam mengakibatkan mortalitas larva sebesar 68.67 dalam transformasi Arc Sin (Tabel 4.1).

Meskipun pada konsentrasi 80 ml angka mortalitasnya paling tinggi namun pada konsentrasi tersebut kurang efektif dikarenakan butuh lebih banyak bahan untuk pembuatan insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*).

Pada kedua aksesori (IP 2M dan IP 2A) tersebut memiliki kandungan forbol ester yang berbeda, aksesori IP 2M memiliki kandungan forbol ester sebesar 10.86 µg/ml sedangkan IP 2A memiliki kandungan forbol ester sebesar 11.08 µg/ml.

Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT. dalam Q.S. al-Hijr 19:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ ﴿١٩﴾

Artinya: "Dan kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran.

Dalam ayat tersebut Allah menjelaskan pada manusia bahwa, segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT. sudah terukur baik itu gunung-gunung yang berdiri kokoh maupun hewan atau tumbuhan yang berada di bumi, semuanya terbentuk dengan ukuran yang sesuai, misalnya pada kadar yang rendah manfaatnya relatif rendah dan pada kadar yang lebih tinggi manfaatnya juga lebih banyak namun menimbulkan efek samping. Begitu juga dengan insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) memberikan gambaran bahwa bahan yang digunakan mengandung bahan kimia/racun bersifat toksik terhadap serangga.

Allah SWT. juga berfirman dalam ayat lain:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمَلِكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿١٠٥٣﴾

Artinya: "yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya [1053] (QS. Al Furqaan :2)

[1053] Maksudnya: segala sesuatu yang dijadikan Tuhan diberi-Nya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup.

Ayat tersebut memiliki makna yaitu segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT. Sudah terukur sesuai fungsinya. "Allah menetapkan suatu ukuran dan memberikan petunjuk terhadap semua makhluk kepada ketetapan tersebut" (Tafsir Ibnu Katsir). Bila dihubungkan dengan hasil analisis LC<sub>50</sub> pada penelitian ini, menunjukkan penggunaan konsentrasi awal lebih tinggi pada awal pengamatan dan semakin rendah pada kurun waktu yang lebih lama. Semakin lama pengamatan mortalitas larva, konsentrasi insektisida yang dibutuhkan semakin sedikit/rendah

Selain forbol ester minyak biji jarak pagar juga memiliki senyawa aktif lainnya yang dapat mempengaruhi kehidupan serangga seperti kursin dan trigliserida yang belum dianalisa dalam penelitian ini. Tukimin *et al.* (2008) dalam Yuliasuti (2010) mengutarakan, minyak jarak pagar dan ekstrak biji diketahui mengandung bahan kimia yang berpengaruh terhadap kehidupan serangga yakni kursin, forbol ester dan trigliserida. Senyawa forbol masuk ke dalam tubuh larva kemudian

terakumulasi dalam tubuh dan dapat mengakibatkan terganggunya proses pencernaan. Selain menyerang sistem pencernaan, senyawa forbol ester juga menyerang sistem saraf. Kraus *et al* (1987) dalam Sunarto, (2005) menyebutkan bahwa, di dalam tubuh serangga, senyawa toksik insektisida minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) mengganggu pembentukan hormon otak yang bersumber dari sel-sel neurosecretory dalam otak sehingga tidak menghasilkan ecdison. Ecdison berfungsi membantu pembentukan kutikula baru serta enzim yang berpengaruh terhadap pengelupasan kulit. Pada stadia larva, senyawa kimia tersebut menghambat proses pengelupasan kulit sehingga waktu yang diperlukan larva untuk berganti kulit menjadi lebih panjang. Dengan demikian, umur ulat menjadi lebih panjang dan pertumbuhannya terhambat.

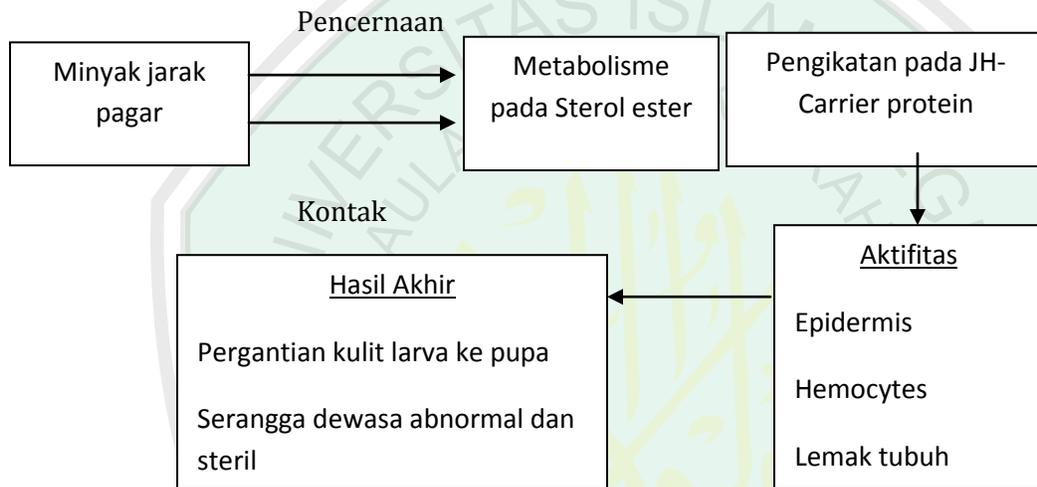
Campbell *et al* (2004) mengutarakan, pada serangga ecdison disekresi dari sepasang kelenjar endokrin, yang disebut sebagai kelenjar protoraks, terletak persis di belakang kepala. Produksi ecdison itu sendiri diontrol oleh hormon kedua yang disebut sebagai hormon otak (*brain hormone*). Hormon tersebut mendorong perkembangan dengan cara merangsang kelenjar protoraks untuk mensekresikan ecdison.

Solsoloy dan Morallo (1993) dalam Soetopo (2008) mengatakan bahwa, pengujian pada *H. armigera*, *P. gossypiella*, dan *A. latta* diketahui bahwa minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) memiliki sifat seperti juvenil hormon yang mempengaruhi pergantian kulit serangga. Nofyan (2009) menyebutkan, hormon sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan.

Sebagian besar hewan invertebrata seperti ulat mempunyai sistem saraf yang lebih terpusat dengan dua tali saraf longitudinal yang menyatu pada ujung anterior, tali saraf ventral (bercabang-cabang) dan menuju ke atas di sekeliling saluran pencernaan untuk menyatu dengan otak. Karena itu, jika sistem pencernaan telah terganggu, maka mengakibatkan larva tidak melakukan kegiatan makan dan akhirnya mati (Soewolo, 2000 dalam Syatila 2010).

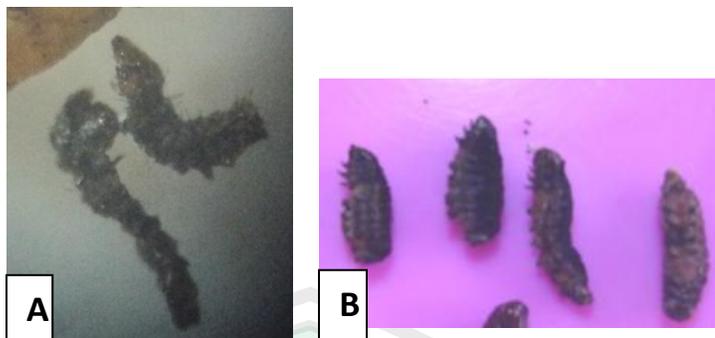
Melanie (2004) dalam Chalista (2010) menjelaskan, aktivitas makan serangga berkurang atau terhenti terjadi akibat masuknya senyawa kimia tertentu yang menstimulasi kemoreseptor untuk dilanjutkan ke sistem saraf serangga, selanjutnya senyawa kimia tersebut dapat merusak jaringan tertentu seperti rusaknya organ pencernaan

Menurut Solsoloy dan Morallo (1993), cara kerja bahan aktif insektisida nabati asal *J. curcas* ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Cara Kerja Bahan Aktif Insektisida Minyak Biji Jarak Pagar (Solsoloy dan Morallo (1993) dalam Soetopo (2008))

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa larva yang mati tubuhnya mengering dan berwarna sedikit lebih hitam (Gambar 4.2). Isnaini (2006) menyatakan, insektisida yang bersifat stomach/racun perut dapat membunuh serangga dengan cara masuk ke dalam tubuh serangga dan merusak sistem pencernaan (racun lambung), karena serangga tersebut memakan makanan yang mengandung insektisida/racun. Sehingga menimbulkan peracunan fisik yang ditandai dengan keluarnya cairan dari dalam tubuh serangga sehingga menimbulkan dehidrasi dan kematian atau dengan menggumpalkan atau mengendapkan protein dalam protoplasma.



Gambar 4.2 Mortalitas larva, (A) larva mati menjelang pre pupa, (B) pre pupa mati sebelum menjadi pupa.

Interaksi antara aksesori dan konsentrasi insektisida minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) pada setiap jam pengamatan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata. Kandungan forbol dalam minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) aksesori IP 2M = 10.86  $\mu\text{g/ml}$  dan IP 2A = 11.08  $\mu\text{g/ml}$ . Kandungan forbol dalam kedua aksesori tersebut berbeda namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas larva, karena kandungan bahan kimia yang lain juga berpengaruh terhadap mortalitas larva.

Tukimin (2008) mengutarakan bahwa, mortalitas larva tidak hanya disebabkan oleh toksisitas forbol ester, melainkan juga oleh senyawa kimia yang lain seperti kursin, trigliserida, senyawa flavonoid, alkaloid, saponin yang keberadaannya dapat meningkatkan mortalitas larva (sinergis).

#### **4.2 Pengaruh Efek Lanjutan Insektisida Minyak Biji Jarak Pagar Terhadap Berat Pre Pupa dan Pupa *S. litura***

Kandungan senyawa toksik dalam minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) mengakibatkan efek lanjutan terhadap pertumbuhan larva, yaitu berat larva instar akhir (pre pupa), pupa, dan imago. Rata-rata berat pre pupa dan pupa dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Rata-rata Berat Pre pupa dan Pupa *S. litura* pada Perlakuan Insektisida Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*) Aksesori IP 2M

No	Konsentrasi	Berat Pre Pupa (gram)	Berat Pupa (gram)
1.	Kontrol air	0.5700 d	0.2733 a
2.	Kontrol air+det.	0.4833 cd	0.2833 a
3.	5 ml MJP + 1g det./1L air	0.3933 c	0.1600 a
4.	10 ml MJP + 1g det./1L air	0.4333 cd	0.1700 a
5.	20 ml MJP + 1g det./1L air	0.3133 bc	0.1333 a
6.	40 ml MJP + 1g det./1L air	0.1767 ab	0.1067 a
7.	80 ml MJP + 1g det./1L air	0.1133 a	0.0800 a

Keterangan: MJP : minyak biji jarak pagar; Det. : detergen.  
 Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf signifikansi 0.05

Tabel 4.3 Rata-rata Berat Pre pupa dan Pupa *S. litura* pada Perlakuan Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*) Aksesori IP 2A

No	Konsentrasi	Berat Pre Pupa (gram)	Berat Pupa (gram)
1.	Kontrol air	0.5700 c	0.2733 c
2.	Kontrol air+det.	0.4833 bc	0.2833 c
3.	5 ml MJP + 1g det./1L air	0.3733 b	0.2200 c
4.	10 ml MJP + 1g det./1L air	0.4667 bc	0.2400 c
5.	20 ml MJP + 1g det./1L air	0.4067 b	0.1200 b
6.	40 ml MJP + 1g det./1L air	0.2100 a	0.0367 ab
7.	80 ml MJP + 1g det./1L air	0.0967 a	0.0000 a

Keterangan: MJP : minyak biji jarak pagar; Det. : detergen  
 Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf signifikansi 0.05

Insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) berpengaruh terhadap perkembangan hidup *S. litura*. Berat larva instra akhir (pre pupa) pada aksesori IP 2M dengan konsentrasi 40 ml dan

80 ml berbeda nyata dengan kontrol air maupun kontrol air+detergen dengan berat masing-masing 0.17 g dan 0.11 g. Sedangkan berat pupa tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan minyak biji jarak pagar dengan perlakuan kontrol air dan kontrol air+detergen (Tabel 4.2).

Efek lanjutan dari penggunaan insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) aksesori IP 2A mengakibatkan pertumbuhan larva instar akhir (pre pupa) dan pupa pada semua konsentrasi yang diuji berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air maupun kontrol air+detergen. Berat pre pupa pada perlakuan kontrol air 0.57 g, perlakuan kontrol air+detergen 0.48 g, berbeda nyata dengan konsentrasi 5 ml/L air, 10 ml/L air, 20 ml/L air, 40 ml/L air, dan 80 ml/L air masing-masing dengan berat 0.37 g, 0.46 g, 0.40 g, 0.21 g, 0.09 g. Berat pupa pada perlakuan kontrol air dan kontrol air+detergen masing-masing dengan berat 0.27 g dan 0.28 g berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 80 ml/L air, karena tidak ada pre pupa yang berhasil hidup sampai stadium pupa (Tabel 4.3).

Allah SWT. Berfirman dalam QS. Al Qamar:49.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: "Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran" (QS. Al Qamar: 49).

Berdasarkan ayat tersebut dapat difahami bahwa, ciptaan Allah SWT. sudah terukur menurut fungsi maupun manfaatnya. Seperti halnya efek yang ditimbulkan oleh insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) ini, pada konsentrasi yang rendah memang dapat menimbulkan mortalitas pada *S. litura* namun kurang memberikan efek lanjutan bagi *S. litura* tersebut, misalnya berat tubuhnya tidak berbeda dengan kondisi normal (kontrol). Penggunaan konsentrasi insektisida minyak biji jarak pagar yang lebih tinggi dapat mengakibatkan kematian dan penurunan berat larva instar akhir (pre pupa) dan berat pupa.

Fauzi (1995) dalam Yuliasuti (2010) mengemukakan, jika senyawa toksik pada minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) sudah masuk dalam tubuh maka senyawa toksik tersebut mempengaruhi metabolisme tubuh, yang mengakibatkan larva tidak melakukan kegiatan makan sehingga berpengaruh terhadap perkembangan berat pre pupa maupun pupa. Slansky dan Scriber (1985) dalam Chalista (2010) juga menyebutkan, terganggunya pertumbuhan serangga disebabkan pakan yang dikonsumsi tidak semuanya digunakan untuk pertumbuhan, tetapi juga digunakan untuk detoksifikasi senyawa toksik.

Bobot yang semakin rendah kemungkinan juga disebabkan karena dehidrasi. Cairan di dalam tubuh banyak yang keluar karena diare yang disebabkan senyawa toksik yang terdapat pada insektisida nabati minyak biji jarak pagar, sehingga tubuh kekurangan cairan. Ahmed dan Salimon (2009) mengutarakan, senyawa kimia beracun yang diisolasi dari minyak biji jarak pagar tidak hanya memiliki efek iritasi setelah aplikasi tetapi juga menyebabkan diare dan kematian pada hewan.

Efek lanjutan lain dari penggunaan insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) yaitu mempengaruhi siklus hidup larva. Masa stadia larva maupun pupa menjadi lebih panjang, dan adanya gangguan pada morfologi serangga. Larva yang seharusnya berkembang menjadi pupa, justru mati dalam keadaan kering, mengkerut, dan lebih hitam, serta beberapa pupa cacat.

Insektisida minyak biji jarak pagar mengandung senyawa kimia yang bersifat seperti *juvenil hormone* (Solsoloy dan Morallo, 1993 dalam Soetopo, 2008). *Juvenil hormone* disekresikan oleh sepasang kelenjar kecil persis di belakang otak yaitu korpora allata. *Juvenil hormone* menyebabkan karakteristik larva tetap dipertahankan. Dengan konsentrasi *Juvenil hormone* yang relatif tinggi, pergantian kulit yang dirangsang oleh ecdison akan menghasilkan pergantian kulit sekali lagi. Dengan demikian *juvenil hormone* kerjanya adalah menghambat metamorfosis. Konsentrasi *juvenil hormone* semakin berkurang, maka pergantian kulit yang diinduksi oleh ecdison baru dapat menghasilkan suatu tahapan perkembangan yang disebut pupa (Campbell *et al*, 2004).

Bahkan pada saat menjadi imago ada bagian tubuh yang tidak terbentuk misalnya sayap lebih kecil dari ukuran normal (kontrol) (Gambar 4.3), dan lebih banyak individu yang berkelamin jantan (steril). Jumar (2000) mengatakan, apabila kondisi makanan yang dikonsumsi serangga kurang, bisa terjadi keturunannya hampir 90 % terdiri atas jantan, sehingga populasi selanjutnya menurun.



Gambar 4.3 Imago *S. litura* abnormal.

Tukimin (2007) menyebutkan bahwa, perkembangan sayap serangga dipengaruhi oleh hemolympha (sistem peredaran darah), melalui transportasi zat makanan dan hormon-hormon sesudah pergantian kulit terakhir. Setelah pergantian kulit, kantong sayap membesar, tekanan darah juga meningkat dan menghasilkan perkembangan sayap sempurna pada serangga dewasa. Selama perluasan ini, epidermis akan merenggang dan menjadi tidak teratur dan ada kemungkinan kutikula menyatu sehingga terjadi sklerotisasi dan terbentuklah pembuluh membujur dan melintang pada sayap sebagai penguat kerangka sayap. Dengan demikian kemungkinan kandungan minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) ini mempengaruhi sistem peredaran darah (hemolympha) melalui transportasi zat makanan dan hormon-hormon.

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.

#### 4.3 Pengaruh Efek Lanjutan Insektisida Minyak Biji Jarak Pagar Terhadap Jumlah Telur dan Persentase Telur Tetas *S. litura*

Larva *S. litura* yang masih hidup sampai stadia imago, kemudian dilakukan perkawinan/kopulasi dengan perlakuan yang sama akan diperoleh jumlah telur dan telur tetas yang berbeda dibandingkan dengan perlakuan kontrol, baik kontrol air maupun kontrol detergen. Pada konsentrasi minyak biji jarak pagar yang tinggi akan diperoleh jumlah telur dan telur tetas yang lebih rendah. Senyawa kimia yang terdapat pada minyak biji jarak pagar pada konsentrasi yang tinggi kadarnya lebih banyak daripada konsentrasi yang rendah. Sesuai dengan firman Allah SWT. dalam QS. Al Fushilat: 10.

وَجَعَلَ فِيهَا رَوْسِيَٰ مِنْ فَوْقِهَا وَبَرَكَ فِيهَا وَقَدَّرَ فِيهَا أَقْوَاتَهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ سَوَاءً لِّلسَّائِلِينَ ﴿١٠﴾

Artinya: “dan Dia menciptakan di bumi itu gunung-gunung yang kokoh di atasnya. Dia memberkahinya dan Dia menentukan padanya kadar makanan-makanan (penghuni)nya dalam empat masa. (Penjelasan itu sebagai jawaban) bagi orang-orang yang bertanya” (QS. Al Fushilat: 10).

Menurut Shihab (2002), kata (قَدَّرَ) qodharo dapat berarti memberikan kadar, yakni kualitas, kuantitas, cara dan sifat-sifat tertentu sehingga dapat berfungsi dengan baik. Kata qadharo juga dapat berarti memberinya potensi untuk menjalankan fungsi yang ditetapkan Allah bagi masing-masing makhluk. Sedangkan kata (أَقْوَاتٍ) aqwat adalah bentuk jamak dari kata (قَوَاتٍ) qut ia terambil dari kata yang rangkaian hurufnya mengandung arti genggam, pemeliharaan dan kekuasaan serta kemampuan.

Berdasarkan uraian tersebut, kita memahami bahwa kadar yang diberikan Allah atas ciptaannya, disesuaikan dengan sifat maupun fungsinya. Manfaat ciptaan Allah yang bermacam-macam sudah ditetapkan pada masing-masing makhluk. Seperti halnya tanaman jarak pagar (*J.*

*curcas*) yang mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan, misalnya sebagai insektisida nabati. Pada konsentrasi tertentu insektisida nabati minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) mampu mengakibatkan mortalitas pada larva *S. litura*. Selain itu kandungan senyawa kimia yang terdapat di dalamnya juga memiliki fungsi sebagai antioviposisi dan ovisidal.

Pada penelitian ini serangga uji yang masih hidup dan bertahan sampai stadia pupa, kemudian dikawinkan pada setiap ulangan untuk mengetahui jumlah telur dan telur tetas yang dihasilkan imago. Senyawa toksik yang terkandung dalam insektisida nabati minyak biji jarak pagar aksesori IP 2M mempengaruhi jumlah telur dan telur tetas yang dihasilkan oleh imago *S. litura*. Pada aksesori IP 2A, jumlah telur dan telur tetas yang dihasilkan relatif rendah jika dibandingkan dengan kontrol baik kontrol air maupun kontrol detergen. Rata-rata jumlah telur, telur tetas, dan prosentase telur tetas dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.5.

Tabel 4.4 Rata-rata Jumlah Telur (butir), Jumlah Telur Tetas (ekor) dan persentase telur tetas (%) larva *S. litura* pada Perlakuan Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*) Aksesori IP 2M

No	Konsentrasi	Jumlah telur	Telur tetas	Persentase Telur tetas
1	Kontrol air	1071.33 b	865.67	80.70 e
2	Kontrol air+det.	1137.00 b	909.33	79.97 e
3	5 ml MJP + 1g det./1L air	307.00 a	235.33	76.65 d
4	10 ml MJP + 1g det./1L air	21.00 a	8.00	38.09 c
5	20 ml MJP + 1g det./1L air	16.33 a	4.33	26.51 b
6	40 ml MJP + 1g det./1L air	0.00 a	0.00	0.00 a
7	80 ml MJP + 1g det./1L air	0.00 a	0.00	0.00 a

Keterangan: MJP : minyak biji jarak pagar; Det. : detergen.  
 Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf signifikansi 0.05

Tabel 4.5 Rata-rata Jumlah Telur (butir), Jumlah Telur Tetas (ekor) dan persentase telur tetas (%) larva *S. litura* pada Perlakuan Minyak Biji Jarak Pagar (*J. curcas*) Aksesori IP 2A

No	Konsentrasi	Jumlah telur	Telur tetas	Persentase Telur tetas
1	Kontrol air	1071.33 c	865.67	80.70 e
2	Kontrol air+det.	1137.00 c	909.33	79.97 e
3	5 ml MJP + 1g det./1L air	558.67 b	423.33	75.77 d
4	10 ml MJP + 1g det./1L air	359.33 ab	213.33	59.36 c
5	20 ml MJP + 1g det./1L air	29.00 a	11.33	39.06 b
6	40 ml MJP + 1g det./1L air	0.00 a	0.00	0.00 a
7	80 ml MJP + 1g det./1L air	0.00 a	0.00	0.00 a

Keterangan: MJP : minyak biji jarak pagar; Det. : detergen.  
Angka yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf signifikansi 0.05

Efek lanjutan yang terjadi pada *S. litura* akibat perlakuan insektisida minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) dapat mengakibatkan penurunan jumlah telur maupun persentase telur tetas yang dihasilkan oleh imago *S. litura*. Pada konsentrasi 40 ml/L air aksaesi IP 2M maupun IP 2A sudah cukup mempengaruhi jumlah produksi telur seekor imago betina. Pada konsentrasi 40 ml/L air dan 80 ml/L air tidak diperoleh telur (Tabel 4.4 dan 4.5), karena imago tidak terbentuk. Adebowale dan Adedire (2006) dalam Syatila (2010) menjelaskan bahwa, bahan kimia yang terdapat dalam minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) akan mempengaruhi/mengganggu saluran dan alat peletakan telur (ovipositor).

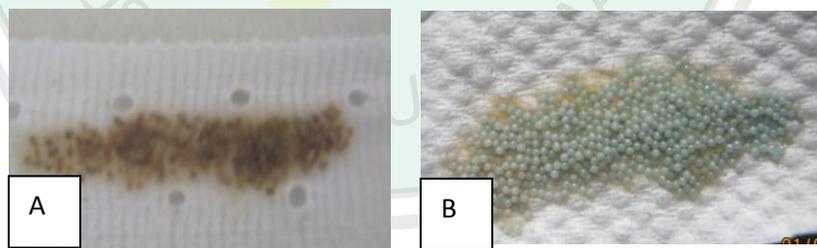
Pada aksesori IP 2M dengan perlakuan minyak biji jarak pagar konsentrasi 5 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml berbeda nyata dengan perlakuan kontrol air maupun kontrol air+detergen, bahkan pada konsentrasi 40 ml dan 80 ml tidak menghasilkan telur.

Pada aksesori IP 2A semua perlakuan minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) berbeda nyata dengan kontrol air dan kontrol air+detergen. Pada konsentrasi 5 ml menghasilkan rata-rata telur  $\pm 558.67$  butir, lebih rendah dibanding kontrol air dan kontrol air+detergen, pada konsentrasi 40 ml tidak menghasilkan telur karena kandungan bahan kimia yang terdapat dalam minyak biji jarak pagar (*J.*

*curcas*) terakumulasi dalam tubuh *S. litura* sejak masih stadia larva, sehingga mengakibatkan terganggunya fisiologis serangga, produksi telur yang dihasilkan imago dan daya tetas telur. Pada konsentrasi 80 ml tidak ada larva yang berhasil mencapai stadia pupa dan imago. Telur tetas pada konsentrasi 5 ml, 10 ml, 40 ml dan 80 ml berbeda nyata dengan kontrol air maupun kontrol air+detergen.

Selain mempengaruhi berat pre pupa dan pupa, ternyata insektisida minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) juga dapat menurunkan jumlah telur yang dihasilkan imago *S. litura* dan daya tetas telur. Banyak ditemukan telur yang tidak menetas akibat insektisida nabati minyak biji jarak pagar (Gambar 4.4). Tukimin (2007) menyebutkan bahwa, jumlah rata-rata produksi telur imago *S. litura* betina berkisar antara 1305 butir selama hidupnya dalam keadaan normal.

Enzim fosfofruktokinase berfungsi mengkatalis perubahan fruktosa-6-fosfat menjadi fruktosa-1,6-difosfat pada jalur glikolitik protein dan glukosa, karena berikatan secara kovalen dengan senyawa kimia pada minyak biji jarak pagar menyebabkan perubahan fruktosa-6-fosfat tidak terjadi dan pada akhirnya ATP tidak terbentuk. Tidak terbentuknya ATP menyebabkan pembelahan sel di dalam telur tidak akan berlangsung sehingga pada akhirnya embrio tidak terbentuk (Komara, 2008).



Gambar 4.4. Telur *S. litura*, (A) telur abnormal (tidak dapat menetas), (B) telur normal.

Proshold *et al.* (1982) dalam Sunarto (2004) menyatakan bahwa, ukuran pupa berkorelasi positif dengan jumlah telur yang dihasilkan oleh imago. Selain jumlah telur yang sedikit dibanding kontrol (kontrol air dan kontrol air+detergen), telur yang menetas juga sedikit.

Peletakan telur (*oviposition*) terjadi setelah telur matang dan terjadi ovulasi. Telur umumnya diletakkan di tempat-tempat yang sesuai untuk kehidupan keturunan. Telur dapat diletakkan dalam kelompok atau satu-satu, tergantung spesiesnya. Organ atau struktur untuk peletakan telur dapat terdiri dari embelan-embelan khusus yang membentuk alat peletak telur atau ovipositor, atau abdomen dimodifikasi demikian rupa sehingga dapat dijulurkan seperti tabung sehingga berfungsi sebagai ovipositor.

Soetopo (2008) mengutarakan bahwa, minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) bersifat antioviposisi dan ovisidal pada *Callosobruchus maculatus*. Adebowale dan Adedire (2006) dalam Syatila (2010) menyebutkan, bahan kimia minyak biji jarak pagar (*J. curcas*) mengganggu alat peletakan telur (ovipositor) pada serangga, sehingga produksi telur yang dihasilkan imago betina *S. litura* menurun.

