



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Musuh Alami

Musuh alami dikelompokkan sebagai predator, parasitoid dan patogen serangga. Musuh alami berfungsi sebagai penekan dan penyeimbang alamiah populasi hama kedelai di ekosistem alami. Pada ekosistem dengan keragaman hayati (biodiversitas) tinggi, biasanya populasi hama dapat dipertahankan berada di bawah populasi ambang kendali. Ekosistem pertanian termasuk dalam ekosistem dengan keragaman hayati rendah, sehingga pendekatan pertanian masa depan diarahkan pada pertanian berkelanjutan yang berbasis pada ekologi. Penerapan PHT selama tiga tahun di Tongas-Probolinggo untuk mengendalikan tanaman kedelai terbukti dapat meningkatkan indeks keragaman jenis serangga (Baliadi *et al.*, 2008), salah satu faktor penyebabnya adalah pengurangan penggunaan insektisida kimia sebanyak 92,8%. Pada Tabel 1 dijelaskan jenis hama kedelai dan musuh alaminya yang umum ditemukan di pertanaman kedelai pada umur 51-70 HST, dengan rincian 17 jenis predator, 28 parasitoid dan 10 patogen serangga.

Dalam Al-Qur'an disebutkan nama-nama serangga, di antaranya semut (*An-Naml*), belalang (*Al-jarad*), kutu (*Al-qummal*), lebah (*An-Nahl*), lalat (*Dzubab*), rayap (*Dabbah*) dan nyamuk (*Ba'udloh*). Dua serangga yang diberi kehormatan oleh Allah yaitu An-Naml dan An-Nahl.

Firman Allah SWT dalam surat Al-Baqarah ayat 26.

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا الَّذِينَ فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

Artinya:

Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu[33]. adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan Ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah[34], dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik.(Q.S Al-Baqarah / 2: 26)

Kata (بغوضة) mempunyai arti nyamuk. Nyamuk dalam ilmu entomologi termasuk dalam kelompok serangga dan nyamuk ini mudah ditemukan di sekitar kita. Lanjutan ayat (فما فوقها), menurut tafsir Ibnu Katsir mempunyai dua arti. *Pertama*, menurut pendapat Abu 'Ubaid mempunyai arti "lebah kecil dan hina". *Kedua*, menurut Qatadah Ibn Da'amah : lebih besar darinya". Pendapat pertama yang lebih sering digunakan. Jika kita kolaborasikan dengan ilmu entomologi, ukuran serangga ada yang lebih kecil daripada nyamuk dan ada juga yang lebih besar darinya (Suherianto, 2008).

Al-Qur'an juga menyebutkan beberapa serangga yang berpotensi menyebabkan kerusakan, seperti rayap (QS Saba': 14), belalang dan kutu (QS Al-A'raf: 133). Rayap berpotensi menyebabkan kerusakan di perumahan, sedangkan belalang dan kutu berpotensi menyebabkan kerusakan tanaman yang dibudidayakan oleh manusia. Kutu tanaman dapat terbawa oleh angin yang kencang, sehingga dapat pindah ke tempat yang jauh. Jika jumlah kutu tersebut banyak maka tempat yang disinggahi seperti mendapatkan kiriman hama dari tempat lain (Suherianto, 2008).

Menurut Darwis (2004), semua jenis kutu tergolong dalam bangsa serangga. Kutu jenisnya sangat banyak dan berbahaya pada semua jenis tanaman. Hal ini disebutkan dalam surat Al-A'raf 133

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالْدَّمَ ءآيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا مُّجْرِمِينَ



“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” (Q.S Al-A'raf (7): 133).

Kata (الجراد) mempunyai makna belalang yang sudah biasa dikenal dan masyur, termasuk binatang yang dimakan. Sedangkan (القمل) yaitu binatang yang serupa dengan kutu yang memakan unta. Shihab (2003) menafsirkan ayat tersebut sebagai berikut: karena kerusakan dan kedurhakaan mereka telah melampui 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 ditimpunya. Selanjutnya karena siksaan itu boleh jadi diduga akan menyuburkan tanah, maka Allah mengirimkan belalang dan kutu yang dapat merusak tanaman. Selanjutnya karena ada persediaan makanan di gudang-gudang mereka, maka kami

kiripkan katak yang sangat banyak sehingga tersebar sampai ke tempat makan mereka dan melompat pada hidangan-hidangan mereka.

2.1.1. Parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*

Klasifikasi parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* menurut Kalshoven (1981) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Animalia

Phillum: Arthropoda

Kelas: Insekta

Ordo: Hymenoptera

Subordo: Clistrogastra

Family: Trichogrammatidae

Genus: *Trichogrammatoidea*

Spesies: *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*

Serangga ini merupakan parasitoid yang utama pada telur penggerek tanaman padi dan tebu, di antaranya *Chilooryze* B.FI., *Scirpophaga incertulas* Walker., dan *Tryporiza* Fr.

2.1.2 Morfologi *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*

T. bactrae-bactrae memiliki panjang tubuh 0,75 mm dengan tubuh berwarna hitam dan mata merah yang khas (Darmadi, 2008). Tarsus dengan tiga ruas. Sayap depan sangat lebar dengan rambut-rambut yang membentuk garis, vena marginal dan stigmal membentuk kurva tunggal. Sayap belakang sempit dan berambut apabila dipelihara pada suhu 30° C dan kelembapan 80% tubuh berwarna cokelat kehitaman, rambut-rambut pada sayap depan panjang, ovipositor keluar di ujung abdomen. Imago jantan mempunyai antena berbentuk clavus dengan

30-40 rambut, tiap rambut panjangnya 3 kali lebar antena (Nishida dan Torii, 1970). Ovipositor pada betina hampir satu setengah kali lebih panjang daripada tibia belakang yang memungkinkan betina untuk meletakkan telur ke dalam telur yang tertutup bulu. Ukuran telur sekitar 0,31mm. Rasio jenis kelamin dewasa jantan dan betina adalah 1:2,3. Parasitoid ini merupakan parasitoid yang hidup berkelompok (Canama, 2002).

2.1.3 Daur Hidup *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*

Larva *Trichogrammatoidea* terdiri dari tiga instar. Setelah mencapai instar 3 (3-4 hari setelah telur terparasit), telur penggerek batang berubah warnanya menjadi gelap atau hitam. Larva kemudian berkembang menjadi pupa. Setelah 4-5 hari, pupa berubah menjadi imago, dan keluar dari telur inang dengan membuat lubang bulat pada kulit telur. Daur hidup sejak telur diletakkan hingga imago muncul sekitar 8 hari (Burhanudin, 2004). Setiap betina biasa menghasilkan telur sebanyak 50 butir. Perkembangbiakan dengan perkawinan atau parthenogenesis (Pracaya, 2007). Parasitoid betina yang kawin menghasilkan keturunan betina dan jantan, sedangkan yang tidak kawin akan menghasilkan jantan saja (Burhanudin, 2004).

Pada saat pemasitan, parasitoid *Trichogrammatoidea* betina akan menguji telur dengan memukulnya menggunakan antenna, menggerek masuk ke dalam telur inang dengan ovipositornya dan meletakkan satu atau lebih telur tergantung ukuran telur inang. Pada saat *Trichogrammatoidea* betina menemukan inangnya, biasanya akan tinggal dekat atau menetap pada inangnya untuk periode yang panjang selama terjadinya pemasitan (Hassan, 1994).

Populasi parasitoid dipengaruhi oleh keberadaan inang dan kondisi lingkungan. Populasi inang yang rendah menyebabkan parasitoid tidak berkembang. Parasitoid dewasa aktif pada siang hari dan terbang menuju ke arah sumber cahaya. Tingkat pemasitan di lapangan berkisar antara 40% (Darmadi, 2008).

2.1.4 Perbanyak *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*

T. bactrae-bactrae merupakan parasitoid telur yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai musuh alami hama penggerek polong, termasuk *E. zinckenella* (Gambar 1). Selain memparasit telur penggerek polong, *T. bactrae-bactrae* juga memparasit telur *S. litura*, *H. armigera*, *N. viridula* dan *P. hybneri*. Keunggulannya sebagai parasitoid karena mudah diperbanyak secara massal dengan menggunakan inang pengganti, yaitu telur *C. cephalonica* (Brower, 1983; Li, 1994). Oleh karena itu, produksi massal *T. bactrae-bactrae* diawali dengan perbanyak inang *C. cephalonica* untuk memperoleh jumlah telur yang banyak (stok telur).

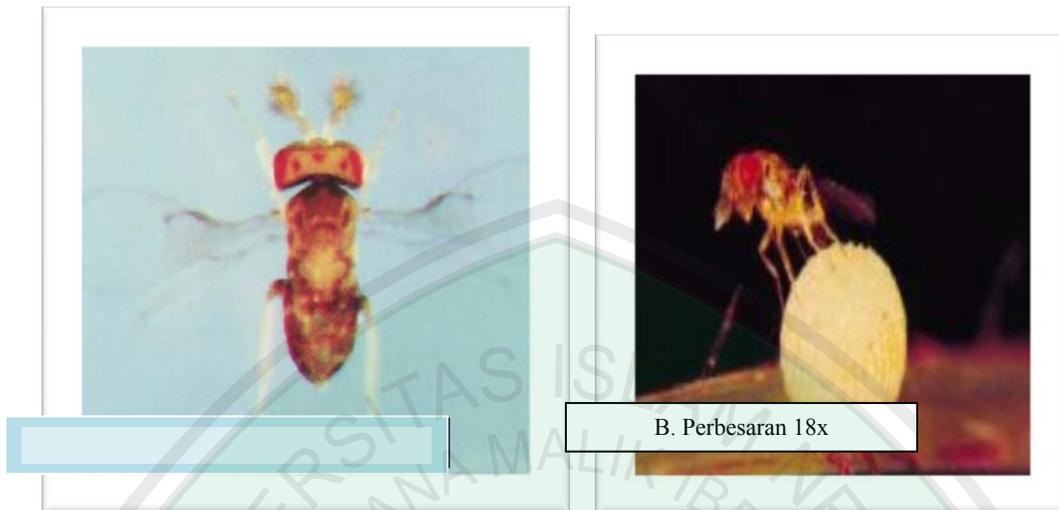
Telur *C. cephalonica* hasil perbanyak direkatkan pada kertas karton manila (pias) berukuran 2 cm x 8 cm dengan menggunakan lem gum Arab. Selebar pias dapat menampung sekitar 2500 butir telur.

Tabel 1. Jenis hama dan musuh alami yang umum dijumpai di pertanaman kedelai pada umur 51-70 hari setelah tanam

Jenis Hama	Musuh Alami		
	Predator	Parasitoid	Patogen Serangga
A. Hama Utama	- <i>Lycosa</i> sp.	A. Parasitoid hama daun	A. Virus
- <i>Phaedonia inclusa</i> (l+i)	- <i>Oxyopes</i> sp.	- Tachinidae	- <i>SI-NPV</i>
- <i>Spodoptera litura</i> (l)	- <i>Coccinella</i> sp.	- <i>Snellenius</i> sp.	- <i>Ha-NPV</i>
- <i>Chrysodeixis chalcites</i> (l)	- <i>Paederus</i> sp.	- <i>T. spodopterae</i>	B. Cendawan
- <i>Helicoverpa armigera</i> (l)	- Carabidae		- <i>Metarhizium</i> sp.
- <i>Etiella zinckenella</i> (i)	- Vespidae	B. Parasitoid penggerek Polong	- <i>Beauveria</i> sp.
- <i>Nezara viridula</i> (n+i)	- <i>Andrallus</i> sp.	- <i>Antrocephalus</i> sp.	- <i>Nomuraea riley</i>
- <i>Piezodorus hybneri</i> (n+i)	- <i>Rhinocoris</i> sp.	- <i>Prismerus naitoi</i>	- <i>Verticillium</i> sp.
- <i>Riptortus linearis</i> (n+i)	- Odonata	- <i>Temelucha etiellae</i>	- <i>Entomophthora</i>
- <i>Riptortus annulicornis</i> (n+i)	- <i>Micrasphis</i> sp.	- <i>Temelucha</i> sp.	C. Bakteri
- <i>Bemisia tabaci</i> (n+i)	- <i>Coranus</i> sp.	- <i>Trathala</i> sp.	- <i>B. thuringiensis</i>
- <i>Aphis glycines</i>	- Cycindelidae	- <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	D. Nematoda
B. Hama Kurang Penting	- <i>Conocephalus longipennis</i>	- <i>Agathis</i> sp.	- <i>Steinernema</i> sp.
- <i>Melanacanthus</i> sp (n+i)	- Semut merah	- <i>Apanteles</i> sp.	- <i>Heterorhabditis</i> sp.
- <i>Heliothis asulta</i> (i)	- Asilidae	- <i>Bracon</i> sp. A	
- <i>Trichoplusia orichalcea</i> (l)	- Syrphidae	- <i>Bracon</i> sp. B	
- <i>Lamprosema indicata</i> (l)		- <i>Microbracon</i> sp.	
- <i>A. privatana</i> (l)		- <i>Phanerotoma</i> sp.	
- <i>Striglina</i> sp (l)		C. Parasitoid telur pengisap polong	
- <i>Homana</i> sp. (l)		- <i>Anastatus</i> sp.	
- Ulat genit (l)		- <i>Ooencyrtus</i> sp.	
- <i>Plautia</i> sp.		- <i>Trisolcus</i> sp.	
C. Jenis Serangga Lain		- <i>Telenomus</i> sp.	
- <i>Mocis undata</i>		- <i>Gryon</i> sp. A	
- <i>Pagria</i> sp.		- <i>Gryon</i> sp. B	
- Spingidae		- <i>Gryon</i> sp. C	
- Ulat bulu		- <i>Gryon</i> sp. D	
- <i>Heliothis</i> sp.		D. Parasitoid imago	
- Serangga penyerbuk		- <i>P. hybneri</i> dan <i>R. linearis</i>	
D. Vektor Virus		- <i>Conopid</i> sp.	
<i>A. glycines</i>		- Nematoda	
<i>B. tabaci</i>		E. parasitoid Aspondylia	
<i>O. argentatus</i>		- <i>Eurytoma</i> sp.	
<i>Pagria</i> sp.		- Eupelmidae	
		F. Parasitoid <i>B. tabaci</i>	
		- <i>Encarsia</i> sp.	

Keterangan: l = larva n = nimfa i = imago

Sumber: Baliadi *at al.* 2008



Gambar 1. Imago *T. bactrae-bactrae* (A) dan imago *T. bactrae-bactrae* sedang memarasit telur *C. cephalonica*

Pias yang berisi telur *C. cephalonica* tersebut lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi, imago *T. bactrae-bactrae* diinfestasikan agar memparasit telur-telur *C. cephalonica*, kemudian tabung reaksi ditutup dengan kain kasa berwarna hitam. Rasio yang ideal untuk mencapai tingkat parasitasi 90% adalah 1:6 (1 imago *T. bactrae-bactrae* dan 6 butir telur *C. cephalonica*) (Alba, 1982), namun dengan perbandingan 1:5 pun tingkat parasitasi di laboratorium dapat mencapai 89% (Pabbage dan Nonci, 2000). Empat hari setelah infestasi (HSI) telur-telur *C. cephalonica* warnanya berubah menjadi hitam dan pada 7 HSI akan muncul generasi baru *T. bactrae-bactrae*. Populasi baru ini dapat digunakan untuk pembiakan massal parasitoid pada generasi berikutnya. Apabila pembiakan di laboratorium telah mencapai 20 generasi, generasi koloni *T. bactrae-bactrae* tersebut harus dikawinkan dengan jenis *T. bactrae-bactrae* liar hasil koleksi dari lapang untuk mencegah penurunan daya parasitasinya akibat terjadinya *inbreeding*. Pelepasan terbaik parasitoid ke lapangan dilakukan pada hari ke 4-5 HSI di laboratorium.

2.1.5 Peranan *T. bactrae-bactrae*

Peranan *T. bactrae-bactrae* dapat dilihat dari kemampuannya memparasit telur serangga hama. Seekor *T. bactrae-bactrae* betina mampu memarasit 35% telur penggerek batang jagung dan 43% telur *C. cephalonica*. Perbedaan kemampuan tersebut diduga disebabkan adanya selaput tipis yang melindungi kelompok telur penggerek batang jagung dan selaput tersebut tidak terdapat pada telur *C. cephalonica*.

Baliadi (2010) melaporkan bahwa *T. bactrae-bactrae* pada kondisi laboratorium efektif memarasit telur *E. zinckenella* berumur 1 hari dan *C. cephalonica* berumur 3 hari dengan tingkat parasitasi telur masing-masing sebesar 92,4% dan 86,6%. Penetasan telur terparasit masing-masing sebesar 86,2% pada *E. zinckenella* dan 82,6% *C. cephalonica* atau ada beberapa parasitoid yang tidak lahir dari telur serangga inangnya. Pelepasan *T. bactrae-bactrae* di lapang menurunkan efektifitas parasitasinya, hingga 78,4%. Penurunan persentase telur terparasit mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: senyawa insektisida menyebabkan kematian pada beberapa imago parasitoid dan telur penggerek polong yang terkena insektisida menjadi kurang disukai oleh parasitoid untuk diparasitasi.

Peranan *T. bactrae-bactrae* yang paling menonjol disebabkan parasitoid tersebut memparasit stadia telur atau stadia penggerek polong yang bukan stadia merusak. Hal tersebut akan menyebabkan penurunan populasi stadia larva penggerek polong, sehingga diharapkan populasinya tidak mencapai ambang kendalinya.

2.1.6 Waktu dan Titik Pelepasan *T. bactrae-bactrae*

Waktu dan titik pelepasan parasitoid *T. bactrae-bactrae* merupakan aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam pengendalian *E. zinckenella* karena akan menentukan tingkat parasitasi telur. Pelepasan parasitoid pada pagi hari sekitar pukul 06.00 menghasilkan daya

parasitisasi telur inang paling tinggi. Daya parasitasi semakin menurun bila pelepasan parasitoid dilakukan pada siang atau sore hari. Pelepasan parasitoid pada ketinggian 20 cm di atas permukaan daun dapat meningkatkan daya parasitasi. Daya parasitasi menurun bila parasitoid dilepaskan pada permukaan daun atau 15 cm di bawah permukaan daun (Marwoto *at al.*, 2003).

Kombinasi antara waktu pelepasan parasitoid pada pagi hari dengan titik pelepasan 20 cm di atas permukaan daun merupakan cara yang terbaik. Daya parasitasi parasitoid yang dilepas pada siang dan sore hari pada berbagai titik pelepasan makin menurun. Pelepasan dilakukan dengan memasang pias-pias yang berisi parasitoid di ajir bambu pada ketinggian 20 cm dari daun tanaman kedelai. Kebutuhan imago *T. bactrae-bactrae* per hektar sebanyak 3.000.000 ekor yang dilepaskan sebanyak tiga kali yaitu pada 49, 56 dan 63 HST atau di setiap waktu pelepasan dibutuhkan sebanyak 1.000.000 ekor atau 800 pias. Jarak antara titik pelepasan sejauh 10 m. Selama pelepasan parasitoid tidak boleh dilakukan aplikasi insektisida kimia dan nabati.

2.1.7 Peluang *T. bactrae-bactrae*

Pada habitat alami sudah terdapat populasi parasitoid *T. bactrae-bactrae*. Persentase telur penggerek polong terparasit masih rendah, yaitu berkisar antara 0,2% - 0,4%. Hal tersebut mendukung pernyataan bahwa populasi parasitoid di habitat alami walaupun ada tetapi populasinya sangat rendah.

Sebagai salah satu contoh pertanian berkelanjutan terapan, PHT lebih mengutamakan peningkatan peran dan fungsi musuh alami untuk mengendalikan hama kedelai. Parasitoid *T. bactrae-bactrae* berpeluang untuk digunakan atau diintegrasikan ke dalam PHT kedelai. Berdasarkan fakta bahwa populasinya di alam rendah, tetapi memiliki tingkat parasitasi yang tinggi, maka peluangnya potensial untuk ditingkatkan dengan cara melakukan pelepasan parasitoid hasil perbanyakan di laboratorium.

Pelepasan parasitoid *T. bactrae-bactrae* bukan satu kendala karena: (1) teknologi perbanyakannya telah diketahui dan mudah untuk dilakukan di tingkat kelompok tani menggunakan telur *C. cephalonica* sebagai inang pengganti dan (2) inang pengganti, *C. cephalonica* mudah dibiakkan pada media pakan beras jagung dan pakan ayam 521.

2.2. *Corcyra cephalonica* Stainton

Klasifikasi *Corcyra cephalonica* Stainton menurut Borror *at al.* (1996), adalah:

Kingdom: Animalia

Phillum: Arthropoda

Kelas: Insekta

Ordo: Lepidoptera

Subordo: Mikrolepidoptera

Family: Pyralididae

Genus: *Corcyra*

Spesies: *Corcyra cephalonica* Stainton

2.2.1 Daur Hidup

Ngengat *C. cephalonica* merupakan salah satu hama penting pada penggilingan beras dan tepung sering pula disebut *tawny*. Serangga ini toleran pada kelembapan tinggi dan ditemukan di seluruh dunia, terutama di daerah tropika. Walaupun mampu memakan biji utuh, hama ini lebih sering ditemukan cepat berbiak sebagai hama sekunder. Daur hidup optimum selama 26-27 hari pada 30-32,5 °C dengan kelembapan 70% (Tripod, 2009). Imago berwarna coklat agak pucat dengan ukuran panjang tubuhnya sekitar 11-12 mm. Panjang sayap apabila direntangkan sekitar

11-15 mm. Tepi bagian atas dari sayapnya ini sama sekali tidak ada bercak tetapi mempunyai vena yang berwarna agak gelap. Tepi atas bagian sayap yang belakang dari kupu-kupu jantan dapat dikatakan berwarna agak gelap. (Kartasaputra, 1987). Serangga biasanya terbang pada malam hari atau nokturnal (Pracaya, 2007).

Hama ini bertelur sebanyak 400 butir (Pracaya, 2007). Warna telur putih dan bertekstur halus. Bentuknya lonjong dengan panjang sekitar 0,3 x 0,5 mm, menempel pada bahan pangan atau serat karung di penyimpanan. Setelah 10 hari, telur akan menetas dan menjadi larva. Larva berwarna krem sampai putih kecuali bagian kapsul kepala dan protoraks berwarna coklat (Tripod, 2009). Panjang tubuh lebih kurang 17 mm. Biasanya larva membuat pintalan yang mengandung kotoran dan sisa-sisa makanan. Warna pintalan tersebut sesuai dengan objek yang diserangnya, apabila yang diserangnya beras putih, warna pintalannya juga putih. Selanjutnya, ulat tersebut menjadi kepompong setelah 9 hari. Kepompongnya berwarna kuning coklat, panjangnya sekitar 8 mm. Kepompong terletak dalam kokon yang warnanya putih. Kepompong kemudian akan menjadi ngengat setelah 7 hari (Pracaya, 2007).

2.2.2 Perbanyakan Telur *Corcyra cephalonica* Sebagai Inang Pengganti

Bahan yang digunakan dalam perbanyakan massal *Corcyra* adalah campuran beras jagung dan konsentrat pakan ayam dengan perbandingan 1:1, dimasukkan kedalam stoples plastik dengan ukuran tinggi 14 cm dan berdiameter 24 cm dengan ketebalan 2,5 cm. Menurut Alba (1989), ketebalan media makanan berpengaruh terhadap persentase kemunculan imago. Pada ketebalan 2,5 cm persentase kemunculan imago lebih tinggi bila dibandingkan dengan ketebalan lebih dari 2,5 cm. Hal ini karena pada media makanan yang tebal, pupa yang terletak lebih dalam dari 2,5 cm gagal untuk menjadi imago. Setelah penyiapan media dilakukan, maka telur-telur *Corcyra* yang diperoleh dari hasil biakan sebelumnya disebarakan pada permukaan

media makanan. Penebaran 100 butir per 2,5 cm² rata-rata imago yang muncul hanya 15%, sedangkan bila padat penebaran 16 butir per 2,5 cm² rata-rata imago yang muncul dapat mencapai 78% (Alba, 1989). Empat puluh lima hari setelah investasi (HSI), imago mulai muncul dan kemudian dipindahkan pada tabung silinder yang terbuat dari paralon dengan ukuran panjang 18 cm dan berdiameter 9,5 cm kemudian ditutup dengan kawat kasa dan kain hitam pada kedua ujungnya. Setiap tabung silinder berisi 50 ekor imago. Keesokan hari pada permukaan tutup silinder akan diperoleh telur. Telur diambil dan dibersihkan dari berbagai kotoran. Untuk selanjutnya agar telur *Corcyra* tidak cepat menetas, disinari dengan lampu neon ultra violet 15 watt selama 15 menit (Djuwarso dan Naito 1994).



Gambar 2. *Corcyra cephalonica* (Anonymous, 2009)

2.3 Pestisida Nabati

Indonesia memiliki flora yang sangat beragam, mengandung cukup banyak jenis tumbuh-tumbuhan yang merupakan sumber bahan insektisida yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama. Lebih dari 1500 jenis tumbuhan di dunia telah dilaporkan berpengaruh buruk terhadap serangga. Tumbuhan yang potensial sebagai sumber insektisida nabati berasal

dari famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae dan Rutaceae. Empat di antara tumbuhan sumber insektisida nabati adalah mimba, bengkuang, srikaya dan daun pacar cina dari jenis tumbuh-tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan biji dan daunnya sebagai bahan insektisida nabati.

Alam semesta dan segala isinya diciptakan oleh Allah hanya untuk kepentingan makhluk hidup termasuk tumbuh-tumbuhan, dan sebagaimana Allah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang berasal dari butir dan buah-buahan. Biji-bijian yang kecil tersebut akan tumbuh menjadi berbagai macam jenis dan buah-buahan dalam segala bentuk, warna, bau dan rasa, dan Allah menunjukkan kekuasaannya melalui suatu tanda kebesaran yakni bumi yang mati, kering kerontang lalu kami menghidupkannya dengan menurunkan air dan menumbuhkan tumbuhan dan kami keluarkan darinya biji-bijian. seperti pada Al – Qur'an surat Yasin ayat 33 dan surat al-An'am ayat 99.

وَأَيُّهُمْ الْأَرْضُ الْأَمْيَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka daripadanya mereka makan. (Yasin ayat 33)

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَىٰ

ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

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. (al-An'am ayat 99)

Allah telah menciptakan biji-bijian dari berbagai jenis tanaman, biji dalam al-Quran merupakan biji-bijian yang ditumbuhkan di tanah dengan berbagai macam bentuk dan manfaatnya bagi manusia sebagai sumber makan ataupun diambil manfaat lainnya seperti digunakan sebagai insektisida nabati. Sebagaimana Allah berfirman dalam Qs 'abasa 27-32

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۖ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۖ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۖ وَحَدَآئِقَ غُلْبًا ۖ وَفَيْكِهَةً وَآبَآءًا ۖ مَتَعًا لَكُمْ ۗ وَلَا تَعْمِكُمْ ۗ

27. Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, 28. Anggur dan sayur-sayuran, 29. Zaitun dan kurma, 30. Kebun-kebun (yang) lebat, 31. Dan buah-buahan serta rumput-rumputan, 32. Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu. (Qs 'abasa 27-32)

Ayat tersebut menyebutkan bahwa Allah telah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan agar dapat diambil manfaatnya untuk kemaslahatan makhluknya (Cahyadi (2007). Jenis-jenis biji tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati dijelaskan sebagai berikut

2.3.1. Tanaman Mimba

Tanaman mimba (Gambar 3) termasuk dalam famili Meliaceae, berasal dari Afrika. Di Asia mimba terdapat di India, Burma, Cina Selatan dan Indonesia. Di Indonesia mimba dijumpai di Jawa dan Bali, terutama di sepanjang pantai utara pulau Jawa seperti Subang, Cirebon, dan Indramayu, Tegal, Banjarsari, dan Kranggan, Tuban, Lamongan, Gresik, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo, Asembagus dan Banyuwangi dan di pulau Bali seperti Gilimanuk dan Singaraja. Di daerah Asembagus pohon mimba telah berumur di atas 50 tahun, sedangkan di daerah lain umumnya masih di bawah 10 tahun (Sastrodihardjo and Aditya, 1992).

Mimba dapat dimanfaatkan sebagai insektisida, sabun, pupuk, pakan ternak, obat dan cat. Kandungan bahan aktif insektisida mimba lebih banyak di biji (Gambar 3) dibandingkan di daun. Komponen bahan aktif yang dikandung biji mimba adalah azadirachtin, salannin, azadiradion,

salannol, salanolacetate, 3-acetyl salannin, 14-epoxyazadiradion, gedunin, nimbenin dan deacetyl nimbinen (Schmutterer, 1990). Empat di antaranya diketahui sebagai pestisida yaitu azadirachtin, salannin, nimbinen dan meliantriol (Anonymous, 1992).



Gambar 3. Tanaman mimba dan biji mimba

Ekstrak biji mimba dapat menimbulkan berbagai pengaruh pada serangga, seperti hambatan aktifitas makan, gangguan perkembangan dan ketahanan hidup serta hambatan aktifitas peletakan telur (Schmutterer, 1990). Sebanyak 200 jenis serangga yang aktifitas hidup atau perkembangannya dapat dihambat oleh ekstrak mimba (Jacobson, 1986; Saxena, 1989; Warthen, 1989).

Bagian tumbuhan yang digunakan sebagai insektisida nabati adalah biji dan daun Biji mengandung 25 senyawa limonoid dan daun mengandung 57 senyawa limonoid dengan zat bioaktif utama azadirachtin ($C_{35}H_{44}O_{16}$). Zat bioaktif ini bekerja sebagai zat penolak, pencegah nafsu makan, penghambat tumbuh, larvasida (untuk mengendalikan larva), bakterisida (mencegah aflatoksin), mitisida (obat kudis), virisida (mengendalikan virus mosaik pada tembakau), rodentisida, ovisida, spermatisida, fungisida, nematisida dan moluskisida. Bahan

aktif ini terdapat di semua bagian tanaman, tetapi yang paling tinggi terdapat pada biji. Biji mengandung minyak 35-45%.

Di samping itu kandungan senyawa kimia lainnya, ekstrak biji dan daun mimba terdapat 3 golongan penting yaitu : azadirachtin, salanin, dan meliantriol, dan lain-lain. Ketiga senyawa tersebut digolongkan ke dalam kelompok Tripernoid yang merupakan bahan pestisida alami, tetapi yang paling efektif adalah azadirachtin (Kubo dan Klocke, 1981; Paropuro, 1989).

Sinar matahari dapat menguraikan minyak mimba yang disemprotkan pada tanaman dalam waktu seminggu. Namun pengaruh sistemiknya dapat diperpanjang sampai lebih dari satu bulan dengan mengaplikasikan azadirachtin ke dalam tanah. Kematian hama sebagai akibat perlakuan mimba terjadi pada pergantian instar-instar atau pada proses metamorfosis. Mimba tidak membunuh hama secara cepat tetapi berpengaruh terhadap daya makan, pertumbuhan, reproduksi, proses ganti kulit, menghambat perkawinan dan komunikasi seksual, penurunan daya tetas telur, dan menghambat pembentukan kitin. Mimba mampu mengendalikan sekitar 127 jenis hama dan mampu berperan sebagai fungisida, bakterisida, nematisida, serta moluskisida.

2.3.1.1 Cara Kerja

Senyawa aktif tanaman mimba tidak membunuh hama secara cepat, tapi berpengaruh terhadap daya makan, pertumbuhan, daya reproduksi, proses ganti kulit, menghambat perkawinan dan komunikasi seksual, penurunan daya tetas telur, dan menghambat pembentukan kitin. Selain itu juga berperan sebagai pemandul. Selain bersifat sebagai insektisida, tumbuhan tersebut juga memiliki sifat sebagai fungisida, virusida, nematisida, dan bakterisida,

2.3.1.2 Keunggulan

Pengendalian hama dengan menggunakan mimba sebagai insektisida nabati mempunyai beberapa keunggulan dikarenakan di alam senyawa aktifnya mudah terurai, sehingga kadar

residu relatif kecil, peluang untuk membunuh serangga bukan sasaran rendah dan dapat digunakan beberapa saat menjelang panen. Cara kerja spesifik, sehingga aman terhadap vertebrata (manusia dan ternak) tidak mudah menimbulkan resistensi, karena jumlah senyawa aktif lebih dari satu. Dengan keunggulan di atas, maka akan dihasilkan produk pertanian dengan kualitas yang prima dan kelestarian ekosistem tetap terpelihara.

2.3.1.3 Kelemahan

Persitensi insektisida yang singkat kadang kurang menguntungkan dari segi ekonomis, karena pada populasi yang tinggi diperlukan aplikasi yang berulang-ulang agar mencapai keefektifan pengendalian yang maksimal. Biaya produksi lebih mahal, sehingga harga jualnya belum tentu lebih murah dari insektisida sintetik.

Berdasarkan hasil penelitian telah diperoleh bahwa ekstrak air biji mimba 50 g/l yang diaplikasikan pada umur 8 hari efektif menekan serangan hama lalat kacang pada tanaman kedelai setara Karbofuran (Curater 3 G-6 kg/ha), Fipronil (Regent 50 EC-2 ml/l), dan Klorfirifos (Petroban200 EC-2 ml/l) dengan memberikan nilai tambah sebesar Rp 80 400,- per hektar, dibanding dengan tanpa pengendalian. Biji mimba yang diekstrak dengan pelarut air (50 g/l) ditambah 0,5 ml perata/ha juga efektif menekan serangan tungau merah pada ubikayu dengan mortalitas 70 %.

Pada tanaman kacang hijau ekstrak air biji mimba 50 g/l dapat menekan kehilangan hasil 13-45% terhadap hama penggerek polong *Maruca testulalis*, dan sebesar 21,5 % terhadap hama *Thrips* bila dibanding tanpa pengendalian. Hasil pengamatan di KP Kendalpayak pada musuh tanaman 2007 menunjukkan bahwa populasi ulat grayak dan kutu kebul cukup tinggi. Rata-rata populasi ulat grayak adalah 6 ekor ulat/6 ayunan, sedang populasi kutu kebul mencapai 1300-1500 ekor /6 ayunan, pada varietas Burangrang, Kaba, Ijen, yang disemprot insektisida kimia,

dibanding 1 ekor ulat/6 ayunan dan 100-700 ekor kutu kebul/6 ayunan pada varietas yang sama yang disemprot dengan serbuk biji mimba 50 g/l air. Pada perlakuan penyemprotan serbuk biji mimba 50 g/l air, predator laba-laba masih dijumpai, sedangkan pada perlakuan insektisida kimia, tidak ditemukan adanya predator laba-laba. Penampilan tanaman yang diaplikasi dengan serbuk biji mimba juga baik.

Hasil uji laboratorium terhadap ulat grayak *Spodoptera litura*. diperoleh bahwa ekstrak air daun mimba dan ekstrak air biji mimba efektif menekan populasi larva ulat grayak dan kutu kebul, masing-masing 83 % dan 93 %. Mortalitas larva pada perlakuan biji lebih tinggi bila dibanding dengan perlakuan daun. Penggunaan daun mimba dengan konsentrasi 10 % (100 g/l) secara statistik tidak berbeda nyata dengan penggunaan biji mimba sebanyak 50 g/l. Semakin tinggi konsentrasi biji maupun daun yang digunakan semakin efektif / manjur dalam mematikan larva

2.3.2 Bengkuang

Tanaman bengkuang termasuk dalam famili Leguminosae, berasal dari Meksiko dan Amerika Tengah bagian Utara. Bangsa Spanyol membawanya ke Filipina yang kemudian menyebar ke berbagai negara di Asia Tenggara termasuk Indonesia (Tindal, 1983; Purseglove, 1987). Saat ini bengkuang banyak diusahakan di negara-negara beriklim tropis. Bengkuang merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber insektisida nabati yang berspektrum luas (Grainge and Ahmed, 1988). Semua bagian tanaman bengkuang kecuali umbi mengandung rotenone dengan kandungan tertinggi pada bagian biji (Gambar 4). Berdasarkan bobot kering, kandungan rotenon pada batang adalah 0,03%, daun 0,11%, polong 0,02%, dan biji 0,66% (Duke, 1981).



Gambar 4. Umbi (a) dan biji bengkuang (b)

Menurut Syakir *at al.* (2007) terdapat 4 kelompok insektisida nabati yang telah lama dikenal yaitu

1. Golongan nikotin dan alkaloid lainnya, bekerja sebagai insektisida kontak, fumigan atau racun perut, terbatasnya pada serangga yang kecil dan bertubuh lunak
2. Piretrin, berasal dari *Chrysanthemum cinerarifolium*, bekerja menyerang urat syaraf pusat, dicampur dengan minyak wijen, talk atau tanah lempung digunakan untuk lalat, minyak, kecoa, hama gudang dan hama penyerang daun
3. Rotenone dan rotenoid, berasal dari tanaman *Derris* sp dan bengkuang (*Pachyrizus erosus*) aktif sebagai racun kontak dan racun perut untuk berbagai serangga hama, tapi bekerja sangat lambat
4. *Azadirachtin* bekerja sebagai "antifeedant" dan selektif untuk serangga pengisap sejenis wereng dan penggulung daun, baru terurai setelah satu minggu.

Kandungan rotenon murni pada biji yang telah masak berkisar 0,5-1,0% (Sorensen, 1996). Serbuk atau tepung biji bengkuang dapat digunakan untuk melindungi benih tanaman dari gangguan hama gudang (Kardinan, 1999), hama utama kacang hijau dan kacang tunggak, yaitu

Callosobruchus maculatus (Ibadurrahman, 1993), serta kepik *Lophobaris serratipes* Marsh., salah satu hama utama tanaman lada (Mustikawati dan Martono, 1993). Serbuk atau tepung biji bengkang dapat digunakan untuk melindungi benih tanaman dari serangan hama gudang. Serangga yang teracuni akan mati kelaparan yang disebabkan oleh kelumpuhan alat-alat mulut.

2.3.3 Srikaya

Tanaman srikaya (Gambar 5) berasal dari Amerika, tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m di atas permukaan laut, terutama pada tanah pasiran sampai pasiran lempung dan dengan sistem drainase yang baik pada pH 5,5-7,4. Tumbuhan ini menyukai iklim panas, tidak terlalu dingin atau banyak hujan. Tumbuh baik pada berbagai kondisi tanah yang tergenang dan beradaptasi baik terhadap iklim lembap dan panas (Anonymous, 2009).

Tumbuhan ini tahan kekeringan dan akan tumbuh subur bila mendapatkan pengairan yang cukup. Di Jawa di tanam sebagai tanaman buah. Perbanyakkan dapat dengan biji dan pencangkakan. Kelebatan pertumbuhan dan hasil buah dapat dijaga dengan pengaturan pengairan, pemupukan dan pemangkasan yang baik. Tanaman mulai berbuah pada umur 1-2 tahun dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal tidak dilakukan pemangkasan. Buah lebat dicapai setelah tanaman berumur 3-4 tahun. Pemanenan dilakukan pada saat buah berwarna kekuningan atau sekitar 110-120 hari setelah berbunga (Anonymous, 2009).

Tanaman srikaya merupakan perdu hingga pohon, berumah satu, berkelamin banci, tinggi 2-7 m. Batang gilik, percabangan simpodial, ujung rebah, kulit batang coklat muda. Daun tunggal, berseling, helaian bentuk elips memanjang sampai bentuk lanset, ujung tumpul, sampai meruncing pendek, panjang 6-17 cm, lebar 2,5-7,5 cm, tepi rata, gundul, dan hijau mengkilat. Bunga tunggal, dalam berkas, 1-2 berhadapan atau di samping daun.



Gambar 5. Tanaman (a) dan biji srikaya (b)

Daun kelopak segitiga, waktu kuncup bersambung seperti katup kecil. Mahkota daun mahkota segitiga, yang terluar berdaging tebal, panjang 2-2,5 cm, putih kekuningan, dengan pangkal yang berongga berubah ungu, daun mahkota yang terdalam sangat kecil atau mereduksi. Dasar bunga bentuk tugu. Benang sari berjumlah banyak, putih, kepala sari bentuk topi, penghubung ruang sari melebar dan menutup ruang sari. Putik banyak, setiap putik tersusun dari satu daun buah, ungu tua, kepala putik duduk, rekat menjadi satu, mudah rontok. Buah majemuk agregat, berbentuk bulat membengkok di ujung, garis tengah 5-10 cm, permukaan berduri, berlilin, bagian buah dengan ujung yang melengkung, pada waktu masak sedikit atau banyak melepaskan diri satu dengan yang lain, daging buah putih keabu-abuan. Biji dalam satu buah agregat banyak hitam mengkilat.

Infusa biji srikaya berefek larvasida terhadap *Aedes aegypti*, sedangkan ekstrak biji berefek larvasida terhadap *Culex quinquefasciatus*, tetapi tidak berpengaruh pada kemampuan bertelur dan daya tetas nyamuk. Ekstrak biji srikaya yang larut dalam air pada konsentrasi 1,0%-2,0% dan juga minyak yang diperoleh dari hasil pengepresan langsung biji menyebabkan

kematian serangga uji. Isolasi senyawa asetogenin dari ekstrak yang larut dalam metanol biji sirsak dan *A. cherimola* mempunyai aktifitas penting pada infeksi larva *Molinema dessetae*. Ekstrak daun srikaya mampu membunuh *Ascaridia galli*, sebaliknya infusa daunnya tidak mempunyai kemampuan membunuh *A. galli*. Daun srikaya mempunyai efek antifertilitas dan embriotoksik pada tikus betina serta berpengaruh pada daya reproduksi *Sitophilus oryzae*. Senyawa insektisida yang terdapat dalam biji srikaya mempunyai daya bunuh ektoparasit (Anonymous, 2009).

Senyawa aktif utama biji srikaya bersifat menekan nafsu makan (*antifeedan*) dan insektisida yaitu asimisin dan squamosin (golongan acetogenin. Family Annonaceae mengandung alkaloid, karbohidrat, lemak (42-45 %), asam amino, protein, polifenol, minyak atsiri, terpen, dan senyawa-senyawa aromatik seperti tumbuhan pada umumnya. Senyawa-senyawa yang bersifat bioaktif dari kelompok tumbuhan Annonaceae dikenal dengan acetogenin (Anonymous, 2009).

Selain bijinya, buah mentah, daun, dan akar juga mengandung bahan aktif yang efektif sebagai biopestisida. Kandungan aktif bekerja sebagai racun kontak, racun perut, penolak (*repellent*), dan penekan nafsu makan.

Biji/kulit kayu dikeringkan dan ditumbuk. Biji yang sudah berupa tepung direndam dengan pelarut aquades atau etanol dalam alat ekstraksi. Kemudian disaring, untuk memperoleh ekstrak biji 4,5 l diperlukan 7,5 kg biji. Pelarut eter atau petroleum eter dapat meningkatkan tingkat racunnya sampai 50-1000 kali. Selain untuk ulat daun kubis, biji dan daun tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan *Aphis gosypii*, *Epilachna varivestris*, *Acalymma vittatum*, *Drosophila melanogaster* dan *Collosabruhchus analis*.

2.3.4 Tanaman Pacar Cina

Pacar cina (Gambar 6) merupakan tanaman perdu dari famili Meliaceae dengan tinggi 2 – 5 m, berakar tunggang dan dapat tumbuh hampir di semua ketinggian tempat. Daun majemuk, anak daun berjumlah 3–5 helai per tangkai, tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, panjang 3–6 cm, dan lebar 1-3,5 cm. Bunga berwarna kuning kehijauan. Buah berbentuk bulat, kecil, berbulu, dan berwarna merah kehitaman. Perbanyakan tanaman dapat dilakukan dengan cangkokan atau biji.



Gambar 6. Pacar cina

Daun, kulit batang, biji, ranting, dan bunga bertindak sebagai biopestisida karena mengandung *rokaglamida* dan 10 jenis turunannya. Senyawa efektif sebagai racun perut, memiliki sifat sebagai racun kontak dan dapat menghambat proses makan serangga. Empat turunan *rokaglamida* di ekstrak dari daun. Bunganya mengandung enam senyawa, demikian juga rantingnya mengandung enam turunan *rokaglamida*. Beberapa senyawa lainnya seperti turunan *benzopyran*, *aminopirolidin odorin*, dan *odorinol*, *syringaresinol* dan beberapa turunan flavonoid telah berhasil diisolasi, namun senyawa-senyawa ini tidak aktif (Nugroho, 1999).

C. binotalis pada kubis dapat dikendalikan dengan cara: daun dihaluskan lalu dicampur dengan pelarut etanol (fase etil asetat). Pada konsentrasi larutan 0,25 % (2,5 daun muda/ranting per 1 air) dengan konsentrasi perlakuan 135 ppm mampu mengakibatkan kematian 100 % ulat kubis (Syahputra *et al.*, 1999). Ekstrak daun pacar cina dengan konsentrasi 25-50 /1 air efektif mengendalikan *E. zinckenella* dan *H. armigera* (Baliadi, 2010)

Ekstrak biji dapat diperoleh dengan cara menumbuk atau menghancurkannya, kemudian dicampur dengan air. Pada konsentrasi 10 % (100 gram biji per 1 air) dapat menghambat perkembangan larva ulat pada krop kubis (Syahputra, *et al.*, 1999).

