J. II. Pert. Indon. Vol. 10(1). 2001

BIOAKTIVITAS EKSTRAK BIJI *Aglaia harmsiana* TERHADAP ULAT KROP KUBIS, *Crocidolomia binotalis*

Oleh :
Wiyantono*, Djoko Prijono**, dan Syafrida Manuwoto**

ABSTRACT

BIOACTIVITY OF *Aglaia harmsiana* SEED EXTRACT AGAINST THE CABBAGE HEAD CATERPILLAR, *Crocidolomia binotalis*

*The seed extract of **Aglaia harmsiana** Perkins (Meliaceae) was evaluated in laboratory for its effects on biological attributes of the cabbage head caterpillar, **Crocidolomia binotalis** Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). In a leaf-residual bioassay, the treatment with the acetone seed extract at 0.019-0.135% on the third-instar larvae inhibited feeding by 60.3-96.2%, exerted 8.3-96.7% larval mortality (LC_{50} = 0.048%), and prolonged mean time to pupation by 1.6-8.7 days as compared to controls. LD_{50} of CH_2Cl_2 fraction of the extract against the third instar by topical application was 9.3 µg/larva. Sublethal treatments by topical application with the CH_2Cl_2 fraction at LD_{25} on the third instar reduced relative growth rate, efficiency of conversion of ingested food and efficiency of conversion of digested food by 60%, 54% and 61%, respectively, irrespective of the change in relative consumption rate and food digestibility. Total egg production by the adults emerging from larvae fed leaves treated with the extract at LC_{50} was reduced by 69.3% as compared to controls. In a choice test, oviposition by the adults in the treatment with the extract at 0.15% was inhibited by 44%. Combination of all the above effects could give substantial suppression of **C. binotalis** population if **A. harmsiana** extract is used in the field.*

ABSTRAK

Pengujian laboratorium dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak biji *Aglaia harmsiana* terhadap sifat-sifat biologi ulat krop kubis, *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Pada pengujian dengan metode residu pada daun, perlakuan dengan ekstrak 0,019-0,135% terhadap larva instar 3 menghambat aktivitas makan sebesar 60,3-96,2%, mengakibatkan kematian 8,3-96,7% (LC_{50} = 0,048%), dan memperpanjang lama perkembangan menjadi kepompong selama 1,6-8,7 hari. LD_{50} kontak fraksi CH_2Cl_2 terhadap instar 3 adalah 9,3 µg/larva. Perlakuan subletal secara kontak dengan fraksi CH_2Cl_2 pada LD_{25} terhadap instar 3 menurunkan laju pertumbuhan relatif, efisiensi konversi makanan dikonsumsi dan efisiensi konversi makanan dicerna berturut-turut sebesar 60%, 54% dan 61%, tanpa tergantung pada perubahan laju konsumsi relatif dan ketercernaan makanan. Produksi total telur oleh imago betina yang berkembang dari larva yang diberi makan daun dengan perlakuan ekstrak pada LC_{50} berkurang sebesar 69,3%. Pada uji dengan metode pilihan, jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina pada tanaman brokoli yang diberi perlakuan ekstrak 0,15% lebih rendah dibandingkan kontrol dengan indeks penghambatan 44%. Kombinasi berbagai pengaruh tersebut dapat mengakibatkan penekanan populasi hama *C. binotalis* yang cukup besar bila ekstrak *A. harmsiana* digunakan di lapangan.

Kata kunci: *Aglaia harmsiana*, ekstrak biji, bioaktivitas, *Crocidolomia binotalis*.

PENDAHULUAN

Dorongan untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan telah meningkatkan upaya pencarian kembali bahan insektisida dari alam, termasuk tumbuhan, sebagai alternatif dari insektisida sintetik berdampak luas. Salah satu marga tumbuhan yang sifat insektisidanya sering diteliti selama dekade terakhir adalah *Aglaia* (Meliaceae) (Satasook *et al.*, 1994; Nugroho dan Proksch 1999; Prijono *et al.*, 2001), yang merupakan komponen penting hutan hujan tropik di wilayah Indo-Malesia (Pannell, 1992).

Perhatian para peneliti insektisida botani terhadap *Aglaia* spp. makin meningkat setelah sifat insektisida rokaglamida (golongan benzofuran) dari kemuning cina *Aglaia odorata* dilaporkan pertama kali pada tahun 1993 (Janprasert *et al.*, 1993). Kini lebih dari 40 senyawa turunan rokaglamida dengan aktivitas insektisida yang kuat telah diisolasi dari beberapa jenis *Aglaia*, termasuk *A. argentea*, *A. duperreana*, *A. elliptica*, *A. elliptifolia*, *A. forbesii*, *A. harmsiana* and *A. odorata* (King *et al.*, 1982; Ishibashi *et al.*, 1993; Janprasert *et al.*, 1993; Dumontet *et al.*, 1996; Nugroho *et al.*, 1997a, 1997b; Nugroho dan Proksch, 1999, 2000). Rokaglamida memiliki aktivitas insektisida yang sebanding dengan azadirakhtin (Ewete *et al.*, 1996; Nugroho *et al.*, 1997b), insektisida botani dari tanaman mimba (*Azadirachta indica*) yang telah dikenal luas di dunia (Schmutterer, 1995).

A. harmsiana merupakan salah satu jenis *Aglaia* yang menjadi pusat perhatian peneliti insektisida botani selama dekade terakhir. Sifat insektisida daun tumbuhan tersebut dilaporkan pertama kali pada tahun 1994 oleh Satasook *et al.* (1994) dan 3 tahun kemudian Nugroho *et al.* (1997a) mengisolasi senyawa aktif rokaglaol glikosida dari daun tumbuhan tersebut. Baru-baru ini, Nugroho dan Proksch (2000) melaporkan isolasi dua senyawa turunan rokaglamida glikosida lainnya dari bagian biji.

Hasil pengujian pendahuluan oleh Prijono (1998) menunjukkan bahwa ekstrak aseton biji *A. harmsiana*

* Staf Pengajar pada Politeknik Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Penfui, Kupang.
** Staf Pengajar pada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian IPB.

memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap ulat krop kubis *Crocidolomia binotalis* Zeller dan sebanding dengan aktivitas ekstrak biji mimba. Pada penelitian lebih lanjut diketahui bahwa LC_{50} (konsentrasi letal median) ekstrak tersebut terhadap larva instar-1 dan instar-2 *C. binotalis* masing-masing 0,089% dan 0,055% (Danar dan Prijono, 1998), dan ekstrak tersebut tidak berpengaruh buruk terhadap parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Danar *et al.*, 1998), sehingga dapat memenuhi salah satu sifat ramah lingkungan. Namun demikian, pengaruh ekstrak tersebut terhadap berbagai sifat biologi yang mendukung perkembangan populasi hama di alam sampai sekarang belum pernah dilaporkan.

Makalah ini melaporkan hasil penelitian mengenai pengaruh ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap sifat-sifat biologi *C. binotalis*. Serangga tersebut merupakan hama penting pada tanaman kubis-kubisan (Brassicaceae) di Indonesia dan beberapa negara lain seperti Afrika Selatan, India, negara-negara Asia Tenggara lain, Australia bagian utara, dan Kepulauan Pasifik (Kalshoven, 1981). Sampai sekarang petani masih mengandalkan insektisida sintetik untuk mengendalikan hama tersebut akibat keterbatasan cara-cara non-kimiawi yang efektif di lapangan. Dengan demikian, ketersediaan insektisida botani yang efektif akan memperluas pilihan cara pengendalian hama ramah lingkungan di tingkat petani.

BAHAN DAN METODE

Serangga Uji

Larva *C. binotalis* diperoleh dari biakan serangga tersebut di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Institut Pertanian Bogor (IPB). Koloni serangga tersebut dipelihara dengan cara seperti yang diuraikan oleh Prijono dan Hassan (1992). Larva diberi makan daun brokoli bebas pestisida dan imagonya diberi makan cairan madu 10% yang diserapkan pada segumpal kapas.

Ekstrak Uji

Dalam penelitian ini digunakan ekstrak aseton biji *A. harmsiana* (ekstrak kasar) dan fraksi CH_2Cl_2 dari ekstrak aseton tersebut. Ekstraksi dan pemisahan fraksi tersebut mengikuti cara yang diuraikan oleh Danar dan Prijono (1998). Secara singkat, biji *A. harmsiana* kering udara yang diperoleh dari Kebun Raya Bogor diekstrak dengan aseton. Setelah aseton diuapkan, sebagian ekstrak yang diperoleh dipisahkan dalam campuran CH_2Cl_2 – air. Fase CH_2Cl_2 dan fase air dipisahkan, kemudian pelarut dalam fase CH_2Cl_2 diuapkan, meninggalkan residu yang disebut fraksi CH_2Cl_2.

Metode Pengujian

Toksisitas residu. Pengujian dilakukan dengan metode residu pada daun brokoli terhadap larva instar 3. Ekstrak kasar diuji pada enam taraf konsentrasi (dalam kisaran 0,019-0,135%) yang diharapkan dapat memberikan kematian antara 0% dan 100% (ditentukan berdasarkan uji pendahuluan). Ekstrak tersebut dilarutkan dalam campuran aseton dan metanol (3:1) untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan, lalu larutan ekstrak yang diperoleh disebarkan secara merata menggunakan sonde mikro (*microsyringe*) pada kedua permukaan bundaran daun brokoli (diameter 3 cm), masing-masing 17,5 µl per sisi. Daun kontrol diberi perlakuan dengan campuran pelarut saja. Setelah pelarutnya menguap, satu bundaran daun perlakuan atau kontrol diletakkan secara terpisah dalam cawan petri (diameter 9 cm) yang dialasi tisu, kemudian ke dalamnya dimasukkan 10 larva instar 3. Larva dibiarkan memakan daun perlakuan selama 48 jam, lalu daun perlakuan diganti dengan daun tanpa perlakuan. Untuk setiap perlakuan dan kontrol digunakan enam ulangan. Setelah mencapai instar-4, larva dipindahkan ke wadah plastik (diameter 11 cm, tinggi 6 cm) dan pengamatan dilanjutkan hingga larva berkepompong. Data yang dicatat adalah luas daun yang dimakan, jumlah larva yang mati, dan waktu ganti kulit untuk larva yang bertahan hidup. Data persentase kematian larva diolah dengan analisis probit (Finney, 1971).

Persentase hambatan makan (selama periode larva instar 3) dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Hambatan makan (\%)} = [(L\ \text{kontrol} - L\ \text{perlakuan})/L\ \text{kontrol}] \times 100\%$$

L = luas daun (cm^2) yang dimakan setelah 48 jam perlakuan.

Toksisitas kontak. Dalam pengujian ini digunakan fraksi CH_2Cl_2 karena ekstrak kasar tidak larut dengan sempurna dalam aseton atau metanol atau campurannya pada konsentrasi tertinggi yang diperlukan, yaitu 1,35% (pada pengujian dengan metode residu pada daun di atas, konsentrasi yang diperlukan hanya 0,019-0,135%). Fraksi CH_2Cl_2 dilarutkan dalam campuran aseton dan metanol (3:1) untuk memperoleh konsentrasi yang diinginkan (0,27-1,35%). Larutan fraksi tersebut (1 µl) diteteskan di bagian dorsum toraks larva instar 3 (bobot 3,1 mg ± 10%) menggunakan sonde mikro. Larva kontrol ditetesi pelarut saja. Untuk setiap perlakuan digunakan 60 larva yang dibagi dalam enam kelompok, masing-masing 10 larva. Setiap kelompok larva diletakkan dalam cawan petri (diameter 9 cm) yang dialasi tisu. Larva tersebut diberi makan daun brokoli tanpa perlakuan secukupnya. Jumlah larva yang mati dicatat tiap hari hingga hari ke-6 dan data kematian larva diolah dengan analisis probit (Finney, 1971).

Pengaruh terhadap indeks pemanfaatan makanan. Larva instar 3 diberi perlakuan fraksi CH_2Cl_2 pada konsentrasi LC_5 dan LC_{25} berdasarkan hasil pengujian toksisitas kontak di atas. Sebelum perlakuan, larva ditimbang satu per satu. Larva yang telah diberi perlakuan dan larva kontrol dimasukkan satu per satu ke dalam gelas plastik (isi 125 ml) yang berisi daun brokoli yang telah ditimbang. Untuk setiap perlakuan digunakan 30 larva instar 3. Pengamatan dihentikan saat larva berganti kulit ke instar-4. Larva tersebut, daun yang tersisa dan kotoran larva dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai bobotnya konstan. Untuk memperkirakan bobot kering awal, 10 larva dan 10 potongan daun (dengan ukuran yang sama seperti yang digunakan dalam perlakuan) masing-masing ditimbang, kemudian langsung dikeringkan sampai bobotnya konstan dan ditimbang lagi. Perbandingan bobot larva atau daun sesudah dan sebelum pengeringan merupakan proporsi bobot kering terhadap bobot basah.

Parameter efisiensi pemanfaatan makanan, yaitu laju konsumsi (LK), laju kon-sumsi relatif (LKR), laju pertumbuhan (LP), laju pertumbuhan relatif (LPR), ketercernaan makanan (CM), efisiensi konversi makanan dikonsumsi (EMK), dan efisiensi konversi makanan dicerna (EMC) dihitung berdasarkan metode gravimetri (Waldbauer, 1968). Data setiap parameter tersebut diolah dengan sidik ragam dan pembandingan nilai tengah antar dosis dilakukan dengan uji LSD (Steel dan Torrie, 1980).

Pengaruh terhadap reproduksi. Larva instar 3 diberi makan daun brokoli yang telah diberi perlakuan ekstrak *A. harmsiana* pada LC_5, LC_{20} dan LC_{50}. Cara perlakuan seperti pada percobaan toksisitas residu di atas (metode residu pada daun). Larva kontrol diberi makan daun yang diberi perlakuan dengan pelarut saja. Jumlah larva yang digunakan diatur sedemikian rupa sehingga pada tiap perlakuan dapat diperoleh sekurang-kurangnya 15 pasang imago, dengan asumsi nisbah kelamin jantan dan betina 1:1 (Prijono dan Hassan, 1992). Pemberian pakan perlakuan dihentikan setelah 48 jam, kemudian larva diberi makan daun tanpa perlakuan sampai menjadi kepompong, dan kepompong yang terbentuk tetap dipelihara sampai menjadi imago. Imago yang baru muncul dipasangkan hingga diperoleh 15 pasang untuk setiap perlakuan dan kontrol. Pasangan imago tersebut dikurung dalam kurungan plastik (diameter 10 cm, tinggi 25 cm) dan diberi makan cairan madu 10%. Serangga uji diamati setiap hari, jumlah telur yang diletakkan dan jumlah serangga yang mati dicatat. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan 15 ulangan. Data jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina dan lama hidup imago diolah dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji LSD (Steel & Torrie, 1980).

Pengaruh terhadap peletakan telur (oviposisi). Pengujian dilakukan dengan metode pilihan. Ekstrak *A. harmsiana* dicampur dengan Triton X-100 sebagai pengemulsi kemudian diencerkan dengan air. Konsentrasi akhir pengemulsi dalam suspensi ekstrak adalah 0,4%. Tanaman brokoli berumur 7-9 minggu dalam pot dirampingkan sehingga tiap tanaman tinggal memiliki enam daun. Tanaman disemprot suspensi ekstrak 0,15% menggunakan *hand-sprayer* hingga basah. Tanaman kontrol disemprot campuran air dan pengemulsi. Dua tanaman perlakuan dan dua tanaman kontrol diletakkan secara berselang-seling dalam kurungan kawat kasa halus (1 m x 1m x 1m) yang diletakkan di luar ruangan di bawah naungan plastik semi-transparan. Ke dalam kurungan dimasukkan 20 pasang imago *C. binotalis* (umur 4 hari) dan dibiarkan meletakkan telur selama 4 hari. Jumlah telur yang diletakkan pada tanaman perlakuan dan kontrol dibandingkan dengan uji *t* berpasangan (Steel & Torrie, 1980), dan indeks penghambatan oviposisi.dihitung dengan rumus berikut (diadaptasi dari Renwick dan Radke , 1988):

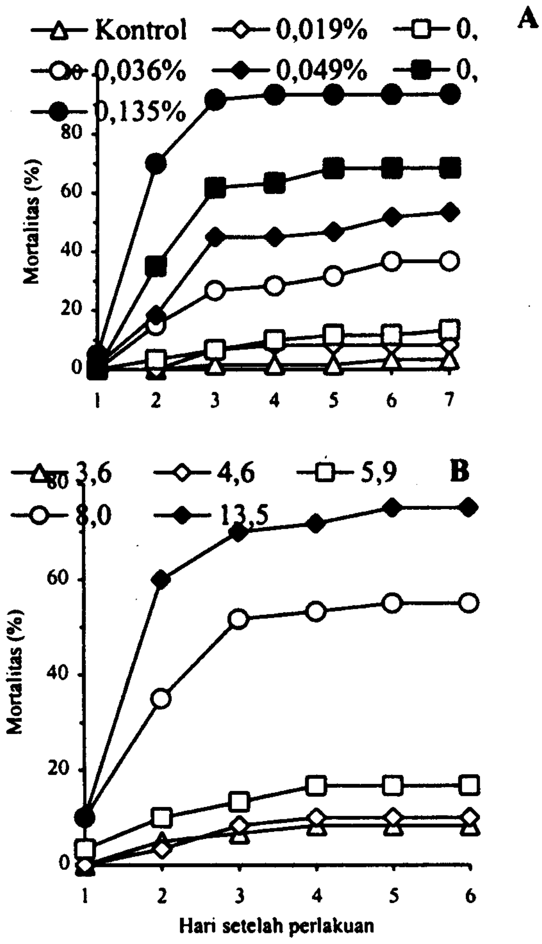
Indeks penghambatan oviposisi = (K - P)/(K + P)

K dan P masing-masing jumlah telur yang diletakkan pada tanaman kontrol dan perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Insektisida

Perkembangan mortalitas larva *C. binotalis*, baik pada pengujian dengan metode residu maupun dengan metode kontak menunjukkan pola yang serupa (Gambar 1A dan 1B). Pada kisaran konsentrasi yang diuji, tingkat kematian larva pada hari pertama setelah perlakuan masih rendah bahkan pada beberapa perlakuan belum ada larva yang mati. Tingkat kematian larva mulai tampak nyata pada 2 hari setelah perlakuan (HSP), kemudian terus meningkat hingga mendekati konstan pada 4 HSP. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak biji *A. harmsiana* bekerja lambat.



Gambar 1. Perkembangan mortalitas larva instar 3 *C. binotalis* akibat perlakuan dengan ekstrak aseton biji *A. harmsiana* (A, dalam %) dan fraksi CH_2Cl_2-nya (B, dalam µg/larva).

Pada akhir waktu pengamatan, yaitu 7 HSP untuk metode residu dan 6 HSP untuk metode kontak, tingkat kematian larva meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Pada pengujian dengan metode residu, larva uji memakan daun perlakuan lebih sedikit dibandingkan dengan daun tanpa perlakuan. Penghambatan aktivitas makan ini dapat memberikan sumbangan pada terjadinya kematian larva, namun bukan merupakan penyebab utama, karena ekstrak biji *A. harmsiana* juga dapat mematikan larva uji secara kontak.

Pada pengujian dengan metode residu, perlakuan dengan ekstrak uji pada konsentrasi tertinggi (0,135%) mengakibatkan kematian larva uji > 90% pada 4 HSP, dan pada konsentrasi di bawahnya (0,019 - 0,071%) kematian larva berkisar dari sekitar 8% hingga 60%, dengan kematian kontrol kurang dari 2% (Gambar 1A). Pada pengujian dengan metode kontak, perlakuan dengan fraksi CH_2Cl_2 dosis 3,6 – 13,5 µg/larva mengakibatkan kematian sekitar 8 – 72% pada 4 HSP (kematian kontrol 0%, Gambar 1B).

Berdasarkan sifat data yang diperoleh, analisis probit dilakukan terhadap data kematian pada 2 – 5 HSP baik pada metode residu maupun kontak. Hasil analisis probit tersebut mencerminkan pola perkembangan tingkat kematian larva seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1A, yaitu LC_{50} maupun LC_{95} pada 4 HSP lebih rendah dibandingkan dengan nilainya pada 2 HSP dan nilai LC_{50} dan LC_{95} tersebut mendekati konstan setelah hari ke-4 (Tabel 1 dan 2). Dengan memperhatikan nilai LC_{95} yang relatif rendah (Tabel 1), dibandingkan konsentrasi pengenceran formulasi insektisida yang umum digunakan (0,2%), dapat dikemukakan bahwa ekstrak biji *A. harmsiana* memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva *C. binotalis*.

Tabel 1. Ukuran toksisitas ekstrak biji *A. harmsiana* pada pengujian dengan metode residu pada daun terhadap larva instar 3 *C. binotalis*

Waktu penilaian (HSP)[1]	b ± GB[1]	LC_{50} (SK 95%)[1] (%)	LC_{95} (SK 95%)[1] (%)
2	3,21 ± 0,34	0,092 (0,080 – 0,109)	0,30 (0,22 – 0,46)
3	3,76 ± 0,37	0,058 (0,052 – 0,064)	0,16 (0,13 – 0,21)
4	3,66 ± 0,36	0,055 (0,050 – 0,062)	0,16 (0,13 – 0,21)
5	3,65 ± 0,35	0,053 (0,048 – 0,059)	0,15 (0,12 – 0,20)

[1] HSP: hari setelah perlakuan; b: kemiringan regresi probit; GB: galat baku; SK: selang kepercayaan.

Selain mengakibatkan kematian larva, perlakuan dengan ekstrak aseton *A. harmsiana* dan fraksi CH_2Cl_2-nya juga menghambat aktivitas makan dan memperpanjang lama perkembangan larva yang bertahan hidup (Tabel 3 dan 4). Pada pengujian dengan metode residu pada daun, perlakuan dengan ekstrak 0,027 – 0,135% menghambat aktivitas makan sekitar 73 – 96% dan memperpanjang lama perkembangan dari instar-3 ke pupa selama 2 – 8,7 hari (Tabel 3). Hambatan aktivitas makan ini dapat mengakibatkan hambatan perkembangan, namun hambatan perkembangan juga dapat disebabkan oleh pengaruh ekstrak secara langsung pada sistem perkembangan serangga (toksisitas intrinsik) karena pada perlakuan kontak lama stadium instar 3 yang diberi perlakuan juga lebih panjang daripada kontrol (Tabel 4).

Tabel 2. Ukuran toksisitas fraksi CH_2Cl_2 dari ekstrak biji *A. harmsiana* pada pengujian dengan metode kontak terhadap larva instar 3 *C. binotalis*[1]

Waktu penilaian (HSP)	b ± GB	LC_{50} (SK 95%) (µg/larva)	LC_{95} (SK 95%) (µg/larva)
2	3,99 ± 0,45	11,2 (10,0 – 13,2)	28,9 (22,3 – 43,3)
3	4,20 ± 0,43	9,3 (8,5 – 10,6)	23,1 (18,6 – 31,7)
4	4,07 ± 0,41	9,0 (8,2 – 10,2)	22,8 (18,4 – 31,4)
5	4,27 ± 0,43	8,7 (7,9 – 9,8)	21,2 (17,3 – 28,5)

[1] Bobot larva yang digunakan: 3,1 mg ± 10%; keterangan lain seperti Tabel 1.

Tabel 3. Pengaruh ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap aktivitas makan dan lama perkembangan larva *C. binotalis* (metode residu pada daun)

Konsentrasi ekstrak (%, w/v)	Hambatan aktivitas makan (%)[1]	Lama perkembangan ± SB[1] (hari)	N[1]
0 (Kontrol)	-	5,3 ± 0,7	58
0,019	60,3	6,9 ± 1,4	55
0,027	72,9	7,3 ± 1,8	52
0,036	85,5	8,3 ± 1,9	37
0,049	92,7	8,1 ± 1,8	27
0,071	94,3	8,7 ± 1,2	17
0,135	96,2	14,0 ± 0,0	2

[1] Lama perkembangan dari instar 3 menjadi kepompong; SB : simpangan baku; N: jumlah larva yang berhasil berkepompong.

Tabel 4. Pengaruh fraksi CH_2Cl_2 ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap lama stadium instar 3 *C. binotalis* (metode kontak)

Dosis ekstrak (µg/larva)	Lama stadium ± SB (hari)	N
0 (Kontrol)	2,0 ± 0,0 (60)	60
2,7	2,4 ± 0,6 (60)	60
3,6	2,4 ± 0,6 (57)	57
4,6	2,7 ± 0,6 (54)	54
5,9	2,8 ± 0,8 (50)	50
8,0	3,2 ± 0,7 (30)	30
13,5	3,2 ± 1,1 (18)	18

[1] N: jumlah larva yang berhasil menjadi instar 4.

Pengaruh terhadap Indeks Pemanfaaatan Makanan

Perlakuan kontak dengan fraksi CH_2Cl_2 pada dosis 3,5 dan 6,0 µg/larva (LC_5 dan LC_{25}) terhadap larva instar 3 menurunkan secara nyata laju konsumsi (LK), laju pertumbuhan (LP), LP relatif (LPR), serta efisiensi konversi makanan dikonsumsi (EKK) dan efisiensi konversi makanan dicerna (EKC) bila dibandingkan kontrol (Tabel 5). Perlakuan tersebut juga menurunkan laju pertumbuhan larva instar 3 masing-masing sebesar 65,5% dan 87,8%. Laju konsumsi relatif (LKR) tidak terpengaruh oleh perlakuan ekstrak, sementara ketercernaan makanan (CM) pada perlakuan justru lebih besar daripada kontrol. Penurunan laju konsumsi akibat perlakuan kontak dengan fraksi CH_2Cl_2 menunjukkan bahwa komponen ekstrak *A. harmsiana* menekan aktivitas makan larva *C. binotalis* bukan hanya melalui pengaruhnya terhadap sistem indera yang berfungsi mengenali zat penghambat makan (efek *antifeedant* primer), tetapi kemungkinan juga melalui pengaruhnya terhadap pusat syaraf yang mengatur proses makan (efek *antifeedant* sekunder). Penurunan secara nyata LPR pada perlakuan yang tidak tergantung pada perubahan nilai LKR dan CM disebabkan oleh penurunan EKC yang mengisyaratkan terjadinya peracunan dalam tubuh larva oleh komponen ekstrak setelah makanan dicerna.

Tabel 5. Pengaruh fraksi CH_2Cl_2 ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap indeks pemnafaatan makanan pada larva *C. binotalis* selama stadium instar 3

Dosis (µg/larva)	N	LK[1] (mg/hari)	LKR[1] (mg/mg/hari)	LP[1] (mg/hari)	LPR[1] (mg/mg/hari)	CM[1] (%)	EKC[1] (%)	EKK[1] (%)
0 (kontrol)	28	7,83 a	2,92 a	1,97 a	0,67 a	34,8 a	68,0 a	25,4 a
3,5 (LC_5)	23	4,50 b	3,48 a	0,68 b	0,45 b	39,3 a	38,4 b	13,9 b
6,0 (LC_{25})	21	2,32 c	2,90 a	0,24 b	0,27 c	49,5 b	26,7 c	11,6 b

[1] Rataan selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (uji LSD, $\alpha = 0,05$).

Pengaruh terhadap Reproduksi

Perlakuan dengan ekstrak biji *A. harmsiana* pada LC_5, LC_{20} dan LC_{50} terhadap larva instar 3 (metode residu pada daun) menurunkan produksi telur total oleh imago betina yang berkembang dari larva tersebut berturut-turut sebesar 38,4%, 22,3% dan 69,3% (Tabel 6). Penurunan keperidian ini bukan hanya disebabkan oleh lebih singkatnya lama hidup imago, tetapi juga disebabkan karena lebih rendahnya produksi telur per betina per hari pada perlakuan dibandingkan kontrol. Produksi telur per hari pada perlakuan LC_{50} hanya sekitar separuh produksi telur pada kontrol. Hanya perlakuan LC_{50} yang secara nyata memperpendek lama hidup imago, baik betina maupun jantan, bila dibandingkan kontrol. Pada perlakuan tersebut, lama hidup imago betina dan jantan lebih singkat masing-masing 51,5% dan 42,6% dibandingkan lama hidup imago kontrol (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap reproduksi dan lama hidup imago *C. binotalis* yang berkembang dari larva yang diberi perlakuan pada saat instar 3

Konsentrasi (%, w/v)	Jumlah total telur per betina[1]	Jumlah telur per betina per hari[1]	Lama hidup (hari)[1]	
			Betina	Jantan
0 (kontrol)	536,6 a	40,8 a	13,4 a	12,9 a
0,0188 (LC_5)	330,8 b	27,7 bc	12,1 a	10,9 ab
0,0298 (LC_{20})	416,7 b	34,8 ab	12,3 a	11,3 a
0,0484 (LC_{50})	164,7 c	20,6 c	6,5 b	7,4 b

[1] Rataan selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (uji LSD, $\alpha = 0,05$).
Untuk tiap perlakuan digunakan 15 pasang imago.

Pengaruh terhadap reproduksi dan lama hidup imago yang teramati pada percobaan ini kemungkinan disebabkan gangguan oleh komponen ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap proses pembentukan organ reproduksi dan organ tubuh lainnya pada masa pradewasa. Gangguan ini mungkin diakibatkan oleh kombinasi pengaruh hambatan makan dan toksisitas intrinsik terhadap sistem yang terlibat dalam proses perkembangan serangga.

Pengaruh terhadap Peletakan Telur

Perlakuan dengan ekstrak *A. harmsiana* berpengaruh nyata terhadap peletakan telur (oviposisi) oleh imago betina *C. binotalis*. Jumlah telur yang diletakkan pada tanaman brokoli yang disemprot ekstrak 0,15% nyata lebih rendah dibandingkan kontrol dengan indeks hambatan oviposisi 44% (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh ekstrak biji *A. harmsiana* 0,15% terhadap oviposisi oleh imago betina *C. binotalis* (metode pilihan)

Rataan jumlah telur ± SB		p[1]	Indeks hambatan oviposisi
Perlakuan	Kontrol		
198,6 ± 135,1	511,0 ± 230,4	0,005	0,44

[1] Nilai p untuk perbedaan antara perlakuan dan kontrol menurut uji t berpasangan.

Penerimaan tanaman untuk peletakan telur merupakan hasil akhir dari pengolahan oleh sistem syaraf pusat terhadap berbagai faktor yang bersifat positif (perangsang) dan negatif (penghambat) (Miller dan Strickler, 1984). Dalam percobaan ini komponen penghambat yang terdapat dalam ekstrak *A. harmsiana* tampaknya cukup mampu mengatasi pengaruh faktor perangsang yang terdapat dalam atau dilepaskan oleh tanaman brokoli sehingga jumlah telur yang diletakkan pada tanaman brokoli perlakuan berkurang. Pada tanaman famili Brassicaceae, glukosinolat dan hasil hidrolisisnya yang dikenal sebagai minyak mostar dapat berperan sebagai perangsang peletakan telur bagi imago betina (Louda dan Mole, 1991). Glukosinolat merupakan padatan sementara komponen minyak mostar bersifat volatil sehingga faktor perangsang peletakan telur akan dideteksi oleh imago betina melalui kemoreseptor kontak (untuk glukosinolat) dan olfaktori (untuk komponen volatil). Dalam percobaan ini, cara pendeteksian faktor penghambat peletakan telur dalam ekstrak *A. harmsiana* oleh imago betina *C. binotalis* tidak dapat ditentukan dengan pasti, apakah melalui tanggap kemoreseptor kontak atau melalui tanggap olfaktori, berhubung sifat senyawa penghambatnya juga belum diketahui, apakah berupa padatan atau zat volatil.

Pembahasan Umum

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa ekstrak biji *A. harmsiana* berpengaruh negatif pada semua sifat biologi *C. binotalis* yang diamati. Ekstrak *A. harmsiana* bekerja lambat baik pada perlakuan melalui makanan maupun secara kontak. Gejala peracunan yang cepat seperti yang diakibatkan oleh insektisida racun syaraf tidak teramati pada larva yang diberi perlakuan. Analisis efisiensi pemanfaatan makanan menunjukkan bahwa perlakuan kontak dengan fraksi CH_2Cl_2 menurunkan EKC (efisiensi konversi makanan dicerna) pada larva instar 3 tanpa tergantung pada perubahan LKR (laju konsumsi relatif). Hal ini mencerminkan terjadinya peracunan oleh komponen ekstrak pada proses pasca pencernaan. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa penghambatan pertumbuhan dan perkembangan larva *C. binotalis* yang teramati pada percobaan ini bukan akibat penurunan aktivitas makan sebagai penyebab utama, tetapi lebih disebabkan oleh toksisitas intrinsik dari komponen aktif ekstrak *A. harmsiana*. Penurunan EKC juga telah dilaporkan oleh Satasook *et al.* (1992) pada larva *Peridroma saucia* yang diberi perlakuan kontak dengan rokaglamida.

Produksi telur pada serangga dikendalikan oleh beberapa jenis hormon melalui mekanisme yang cukup kompleks. Pengaturan reproduksi oleh hormon pada *C. binotalis* tidak diketahui dengan pasti mengingat proses tersebut belum pernah diteliti secara khusus pada *C. binotalis*. Pada beberapa jenis serangga lain, hormon juvenil dan ekdison terlibat dalam pengaturan reproduksi (Chapman, 1998). Bila penghambatan perkembangan larva *C. binotalis* oleh ekstrak *A. harmsiana* melibatkan gangguan terhadap fungsi kedua jenis hormon tersebut dan kedua jenis hormon tersebut juga berperan dalam pengaturan reproduksi *C. binotalis*, gangguan hormonal tersebut akan mengakibatkan penurunan keperidian pada imago yang muncul dari larva yang diberi perlakuan ekstrak *A. harmsiana*.

Sampai sekarang baru tiga senyawa aktif dalam biji *A. harmsiana* yang telah diisolasi dan diidentifikasi, yang semuanya merupakan turunan rokaglamida glikosida (Nugroho dan Proksch, 2000). Jumlah tersebut baru sebagian kecil dari senyawa aktif yang mungkin terkandung dalam biji *A. harmsiana*, karena kandungan lebih dari 10 jenis turunan roklamida dalam satu spesies *Aglaia* bukanlah merupakan hal yang jarang dijumpai (Nugroho dan Proksch, pers. comm.). Dengan demikian penelitian lebih lanjut untuk mengisolasi dan mengidentifiaksi kandungan senyawa aktif dalam biji *A. harmsiana* secara lebih lengkap masih perlu dilakukan.

Dengan memperhatikan pengaruh ekstrak *A. harmsiana* terhadap berbagai aspek biologi *C. binotalis*, tampaknya komponen aktif ekstrak tersebut meracuni proses fisiologi serangga. Sampai sekarang penelitian mengenai cara kerja komponen aktif *Aglaia* spp. pada tingkat fisiologi serangga masih sangat terbatas. Ewete *et al.* (1996) melaporkan bahwa rokaglamida 12 µmol tidak berpengaruh nyata terhadap respirasi seluler dalam mitokondria larva *Manduca sexta*. Rokaglamida dan beberapa senyawa turunannya dari *Aglaia* spp. telah dilaporkan bersifat toksik terhadap sel kanker tertentu (King *et al.*, 1982; Dumontet *et al.*, 1996; Cui *et al.*, 1997). Sifat sitotoksisitas tersebut dapat membantu menerangkan pengaruh negatif ekstrak biji *A. harmsiana* terhadap berbagai aspek biologi *C. binotalis*. Misalnya peracunan pada sel-sel dalam organ yang mengatur proses makan, perkembangan, dan reproduksi dapat mengakibatkan penghambatan aktivitas makan dan perkembangan serta penurunan kemampuan reproduksi seperti yang teramati pada percobaan ini. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengetahui cara kerja yang tepat dari komponen ekstrak *A. harmsiana* pada tingkat seluler serangga.

KESIMPULAN

Ekstrak aseton biji *A. harmsiana* memiliki aktivitas insektisida yang menjanjikan dengan pengaruh yang luas terhadap sifat-sifat biologi hama *C. binotalis*, yaitu menghambat aktivitas makan, pertumbuhan dan perkembangan larva, menekan kelangsungan hidup larva, serta menekan kemampuan reproduksi dan peletakan telur oleh imago betina. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengisolasi senyawa aktif dalam biji *A. harmsiana* secara lebih lengkap dan menguji aktivitasnya terhadap hama-hama lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian penelitian yang dibiayai oleh Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Dasar, Direktorat Binlitabmas, Ditjen Dikti, Depdikbud, Kontrak No. 17/PPIPD/1997/PPIPD/1997. Tim penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Sdr. Sabur dan Sdr. Agus Sudrajat atas bantuannya serta kepada Sdr. Danar Dono atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

Cui, B., H. Chai, T. Santisuk, V. Reutrakul, N.R. Farnsworth, G.A. Cordell, J.M. Pezzuto, and A.D. Kinghorn. 1997. Novel cytotoxic 1*H*-

cyclopenta[*b*]benzofuran lignans from *Aglaia elliptica*. Tetrahedron 35:17625-17632.

Danar Dono dan D. Prijono. 1998. Aktivitas insektisida ekstrak biji *Aglaia harmsiana* (Meliaceae) dan fraksinya terhadap larva *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Bul. HPT 10 :19-28.

Danar Dono, D. Prijono, S. Manuwoto, dan D. Buchori. 1998. Pengaruh ekstrak biji *Aglaia harmsiana* (Meliaceae) terhadap interaksi antara larva *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dan parasitoidnya, *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Bul. HPT 10 :38-46.

Dumontet, V., O. Thoison, O.R. Omobuwajo, M.T. Martin, G. Perromat, A. Chiaroni, C. Riche, M. Pais, and T. Sévenet. 1996. New nitrogenous and aromatic derivatives from *Aglaia argentea* and *A. forbesii*. Tetrahedron 52:6931-6942.

Ewete, F., R.W. Nicol, V. Hengsawad, P. Sukumalanand, C. Satasook, P. Wiriyachitra, M.B. Isman, Y. Kahn, F. Duval, B.J.R. Philogene, and J.T. Arnason. 1996. Insecticidal activity of *Aglaia odorata* and the active principle, rocaglamide, to the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübn. (Lep., Pyralidae). J. Appl. Ent. 120:483-488.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed. The University Press, Cambridge, England.

Ishibashi, F., C. Satasook, M.B. Isman, and G.H.N. Towers. 1993. Insecticidal 1*H*-cyclopentatetrahydro [b]benzofurans from *Aglaia odorata* Lour. (Meliaceae). Phytochemistry 32:307-310.

Janprasert, J., C. Satasook, P. Sukumalanand, D.E. Champagne, M.B. Isman, P. Wiriyachitra, and G.H.N. Towers. 1993. Rocaglamide, a natural benzofuran insecticide from *Aglaia odorata*. Phytochemistry 32:67-69.

Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Tranl. and rev. by P.A. van der Laan. PT Ichtiar Baru - van Hoeve, Jakarta.

King, M.L., C.C. Chiang, H.C. Ling, E. Fujita, M. Ochiai, and A.T. McPhail. 1982. X-ray crystal structure of rocaglamide, a novel antileukemic 1*H*-cyclopenta[b]benzofuran from *Aglaia elliptifolia*. J.C.S. Chem. Commun. 1982:1150-1151.

Louda, S. and S. Mole. 1991. Glucosinolates: chemistry and ecology, pp. 123-164. *In* G.A. Rosenthal and M.R. Berenbaum (ed.), Herbivores, Their Interactions with Secondary Plant Metabolites, 2nd ed. Vol. I: The Chemical Participants. Academic Press, San Diego.

Miller, J.R. and K.L. Strickler. 1984. Finding and accepting host plants, pp. 127-157. *In* W.J. Bell and R.T. Cardé (eds.), Chemical Ecology of Insects. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.

Nugroho, B.W. dan P. Proksch. 1999. Isolasi senyawa aktif insektisida botani dari tumbuhan *Aglaia* spp. (Meliaceae), hal. 63-69. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam '99, Universitas Indonesia, Depok, 16-17 Nopember 1999. Pusat Penelitian Sains dan Teknologi, UI, Depok.

Nugroho, B.W. and P. Proksch. 2000. Insecticidal rocaglamide derivatives and related compounds from *Aglaia* species (Meliaceae). Presented at International Seminar on the Role of Chemistry in Industry and Environment, Padang, 30-31 August, 2000.

Nugroho, B.W., B. Güssregen, V. Wray, L. Witte, G. Bringmann, and P. Proksch. 1997a. Insecticidal rocaglamide derivatives from *Aglaia elliptica* and *A. harmsiana*. Phytochemistry 45:1579-1585.

Nugroho, B.W., R.A. Edrada, B. Güssregen, V. Wray, L. Witte, and P. Proksch. 1997b. New insecticidal rocaglamide derivatives from *Aglaia duperreana* (Meliaceae). Phytochemistry 44:1455-1461.

Pannell, C.M. 1992. A Taxonomic Monograph of the Genus *Aglaia* Lour. (Meliaceae). Kew Bulletin Additional Series XVI. HMSO, London.

Prijono, D. 1998. Insecticidal activity of meliaceous seed extracts against *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Bul. HPT 10:1-7.

Prijono, D. and E. Hassan. 1992. Life cycle and demography of *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on broccoli in the laboratory. Indon. J. Trop. Agric. 4:18-24.

Prijono, D., P. Simanjuntak, B.W. Nugroho, Sudarmo, and S. Puspitasari. 2001. Insecticidal activity of extracts of *Aglaia* spp. (Meliaceae) against the cabbage cluster caterpillar, *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Submitted to Indon. J. Plant Prot.

Renwick, J.A.A. and C.D. Radke. 1988. Sensory cues in host selection for oviposition by the cabbage butterfly, *Pieris brassicae*. J. Insect Physiol. 34:251-257.

Satasook, C., M.B. Isman, and P. Wiriyachitra. 1992. Toxicity of rocaglamide, an insecticidal natural product, to the variegated cutworm, *Peridroma saucia* (Lepidoptera: Noctuidae). Pestic. Sci. 36:53-58.

Satasook, C., M.B. Isman, F. Ishibasi, S. Medbury, P. Wiriyachitra, and G.H.N. Towers. 1994. Insecticidal bioactivity of crude extracts of *Aglaia* species (Meliaceae). Biochem. System. Ecol. 22:121-127.

Schmutterer, H. (ed.). 1995. The Neem Tree, *Azadirachta indica* A. Juss., and Other Meliaceous Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, Weinheim, Germany.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach, 2nd ed. McGraw-Hill, New York.

Waldbauer, G.P. 1968. The consumption and utilization of food by insect. Rec. Adv. Insect Physiol. 5:229-288.