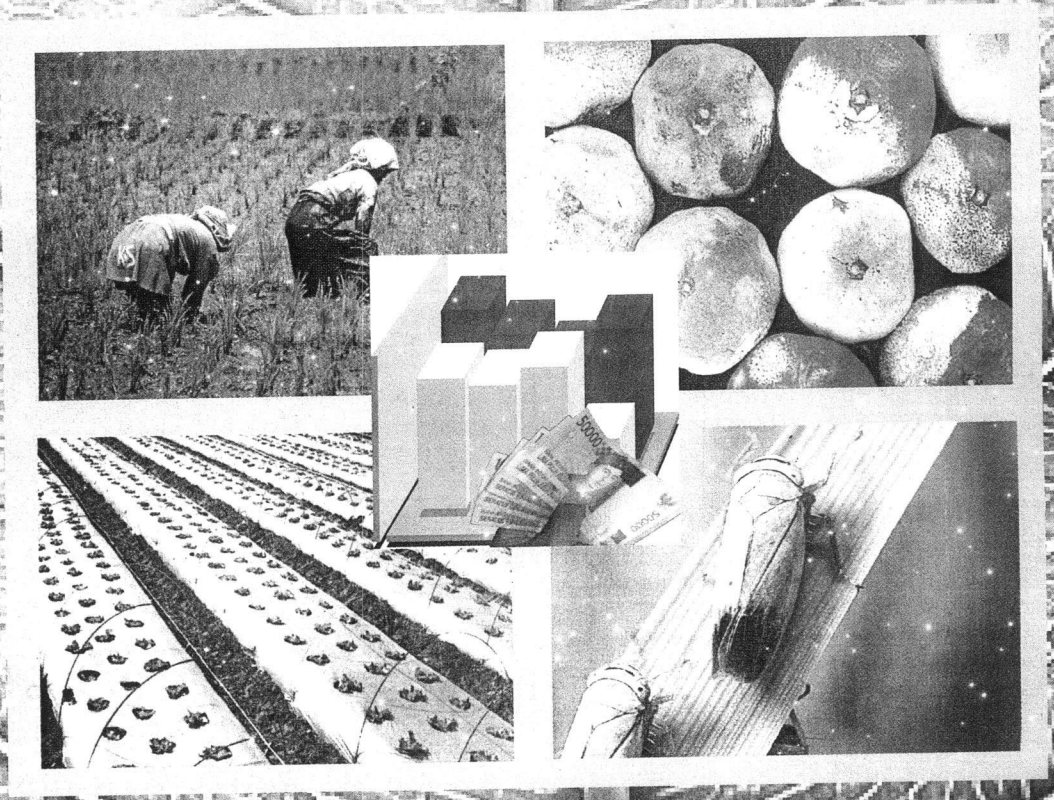
ISSN 0853-2634

Jurnal Agrikultura

Volume 17, Nomor 1, April 2006



Terakreditasi oleh Direktorat Jenderal
Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jatinangor, Bandung 40600

Fitotoksisitas Rokaglamida dan Ekstrak Ranting *Aglaia odorata* (Meliaceae) terhadap Tanaman Brokoli dan Kedelai

Danar Dono*, Djoko Prijono**, Syafrida Manuwoto**,
Damayanti Buchori**, Dadang**, dan Hasim***
*Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,Universitas Padjadjaran
**Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
***Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Dono, D, D Prijono, S Manuwoto, D Buchori, Dadang, and Hasim. 2006. Insecticidal compound of rocaglamide and twig extract of *Aglaia odorata* (Meliaceae) on broccoli and soybean. Agrikultura 17: 7-14.

The use of plant's secondary metabolite substances become one of the choices in the exploration of insecticide compounds due to their safety effects to the environment as problems arise from the use synthetic insecticide. However, most of secondary metabolites were phytotoxic. This research was conducted to study the toxicity of rocaglamide and fractions of twig extract of *Aglaia odorata* on *Crocidolomia pavonana*; phytotoxicity of rocaglamide and those fractions on broccoli and soybean. Result of the research with leaf residual method indicated that 0,008% rocaglamide and 0,1% dichloromethane-isoprophanol (9:1) fraction of twig *A. odorata* methanolic extract were the most toxic concentrations on *Crocidolomia pavonana* and caused mortality of the larvae more than 90%. Result of phytotoxicity study with leaf spraying method indicated that rocaglamide at the concentration of 0,03% was not toxic to broccoli and soybean but effective to *C. pavonana*. At the concentration of 0,42%, a severe phytotoxicity of fraction on broccoli was shown by the fraction of dichloromethane, dichloromethane-isoprophanol (9:1) (result of fractionation with vacuum liquid chromatography), and ethyl acetate phase (result of partition in separator funnel), respectively. Hexane, ethyl acetate, and methanol fraction were not phytotoxic to broccoli, while on soybean phytotoxic from severe to moderate symptoms were shown by dichloromethane, dichloromethane-isoprophanol (9:1) fraction, ethyl acetate phase, and hexane fraction. Rocaglamide has a prospect to be applied for controlling pest of cabbages crop and soybean since did not phytotoxic. Since the active fraction of *A. odorata* was phytotoxic, therefore the use of this active fraction needs to be evaluated. Technology to reduce the level of phytotoxicity of twig extract of *A. odorata* needs to be developed. The technologies are including the fractination techniques of active fraction, formulation, and solubility improvement of active fraction by using emulsifier and solvent that safe to crop.

Key words: *Aglaia odorata*, extract, rocaglamide, phytotoxic

ABSTRAK

Metabolit sekunder asal tanaman merupakan salah satu pilihan dalam eksplorasi senyawa insektisida mengingat beberapa kelebihan yang dimilikinya dan banyaknya masalah yang ditimbulkan oleh senyawa insektisida sintetik. Namun, kebanyakan senyawa sekunder asal tanaman bersifat fitotoksik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari toksisitas senyawa murni rokaglamida dan fraksi-fraksi ekstrak ranting *Aglaia odorata* terhadap larva *Crocidolomia pavonana* serta mengetahui sifat fitotoksik senyawa atau fraksi tersebut pada tanaman brokoli dan kedelai. Hasil penelitian dengan metode residu pada daun menunjukkan bahwa rokaglamida (0,008%) dan fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) (0,1%) ekstrak metanol ranting *A. odorata* paling toksik terhadap larva *C. pavonana* dan mengakibatkan mortalitas larva lebih dari 90%. Hasil studi fitotoksisitas dengan metode penyemprotan daun menunjukkan bahwa rokaglamida pada konsentrasi 0,03% tidak menimbulkan gejala fitotoksik terhadap tanaman brokoli dan kedelai. Pada konsentrasi 0,42%, sifat fitotoksik fraksi terhadap tanaman brokoli yang paling kuat ditunjukkan oleh berturut-turut fraksi diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1) (hasil fraksinasi dengan *vacuum liquid chromatography*) dan fase etil asetat hasil partisi dalam corong pemisah. Fraksi heksana, etil asetat dan fraksi metanol tidak bersifat

fitotoksik terhadap tanaman brokoli, sedangkan pada tanaman kedelai fraksi yang menunjukkan gejala fitotoksik dari yang terparah berturut-turut yaitu fraksi diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1), fase etil asetat dan fraksi heksana. Rokaglamida berpeluang diterapkan untuk pengendalian hama pada tanaman kubis-kubisan dan kedelai karena tidak fitotoksik. Fraksi aktif ekstrak ranting *A. odorata* bersifat fitotoksik sehingga peluangnya untuk digunakan sebagai insektisida masih perlu dievaluasi. Teknologi untuk mengurangi atau meniadakan pengaruh fitotoksik ekstrak ranting *A. odorata* perlu dikembangkan. Teknologi yang perlu dievaluasi di antaranya adalah teknik pemisahan senyawa atau fraksi aktifnya, formulasi dan peningkatan kelarutan fraksi aktif dengan menggunakan pelarut dan pengemulsi yang aman terhadap tanaman.

Kata kunci: *Aglaia odorata*, ekstrak, rokaglamida, fitotoksik

PENDAHULUAN

Senyawa aktif asal tanaman *Aglaia odorata* Lour (Meliaceae) yang bersifat insektisidal terhadap beberapa spesies serangga hama telah berhasil diisolasi oleh beberapa peneliti. Ishibashi *et al.* (1993) dan Janprasert *et al.* (1993) telah mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa rokaglamida yang termasuk golongan benzofuran berasal dari daun dan ranting *A. odorata* yang mempunyai aktivitas insektisidal dan menghambat pertumbuhan larva *Peridroma saucia* (Hubner) dan *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Nugroho *et al.* (1997a, 1997b, 1999) dan Gussregen *et al.* (1997) telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa rokaglamida dan turunannya dari daun, ranting dan bunga *A. odorata*, buah *A. elliptica*, dan ranting *A. duperreana*. Senyawa-senyawa tersebut mempunyai aktivitas insektisidal dan penghambat pertumbuhan larva *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). Hasil percobaan Dono dkk. (2004) menunjukkan bahwa rokaglamida efektif terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) dan relatif aman terhadap parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Walaupun senyawa rokaglamida telah sering diteliti pengaruhnya terhadap beberapa spesies serangga hama dan terbukti menunjukkan potensi yang menjanjikan, tetapi pengaruhnya terhadap tananaman secara langsung masih belum diteliti.

Hasil penelitian seperti yang diuraikan di atas menunjukkan potensi insektisidal botani asal tanaman *Aglaia* untuk pengendalian serangga hama sasaran. Namun demikian, banyak senyawa insektisida asal tumbuhan bersifat fitotoksik terhadap tanaman pertanian (Schoonhoven *et al.*, 1998; Prijono, 1999). Sebagai contoh ditunjukkan oleh hasil percobaan Jacobson (1987) bahwa ekstrak etanol biji *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) pada konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,4% menimbulkan gejala fitotoksik pada tanaman *Chrysantemum*. Locke *et al.* (1990) melaporkan minyak nimba (ekstrak biji *A. indica*) pada konsentrasi 3% menimbulkan gejala fitotoksik dan menyebabkan kematian tanaman kubis dan sawi.

Pengujian awal bahan insektisida dilakukan di laboratorium, sebelum digunakan di lapangan. Selain toksisitasnya terhadap hama sasaran, bila bahan tersebut akan digunakan di lapangan maka berbagai pertimbangan keamanan harus diuji, di antaranya keamanan terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan. Keamanan pertama yang harus diuji ialah sifat fitotoksisitas yang ditimbulkan oleh bahan tersebut. Oleh karena itu perlu diteliti sifat fitotoksik ekstrak tanaman *A. odorata* terhadap berbagai tanaman pertanian misalnya brokoli dan kedelai.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Insektisida Botani Uji

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui respon tanaman kubis-kubisan, dalam hal ini brokoli, dan kedelai terhadap sifat fitotoksik dari rokaglamida, fraksi heksana, diklorometana-isopropanol (9:1), diklorometana, etil asetat, dan fraksi metanol hasil *vacuum liquid chromatography* (VLC), serta fase etil asetat hasil pemisahan pada corong pemisah.

Senyawa rokaglamida yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari ekstrak daun dan ranting *A. odorata* yang dilakukankan oleh Nugroho *et al.* (1999). Fraksi yang diuji sifat fitotoksiknya ialah fraksi aktif ekstrak ranting *A. odorata* yang mengandung rokaglamida dan fraksi-fraksi lainnya yang disiapkan dengan metode menurut Nugroho *et al.* (1999). Ranting *A. odorata* diperoleh dari daerah sekitar Bogor. Ranting dikering-udarakan kemudian dipotong kecil-kecil dan selanjutnya diblender. Serbuk ranting diekstrak tuntas dengan metanol. Ekstrak disaring dan pelarutnya diuapkan dengan rotavapor pada suhu 50°C dan tekanan rendah.

Ekstrak kasar dipisahkan dalam sistem heksana-metanol (95%) (1 : 1) dalam corong pemisah hingga diperoleh fase metanol (polar) dan fase heksana (nonpolar) dengan perbandingan

ekstrak-pelarut ± 1 : 20 (w/v). Fase nonpolar dibilas dengan pelarut metanol sebanyak 3 kali, dan hasil bilasan disatukan kemudian diuapkan pelarutnya. Fase metanol pekat dipartisi dalam sistem pelarut etil asetat - air. Fase air dibilas 3 kali dengan etil asetat, kemudian hasil bilasan disatukan dan diuapkan pelarutnya. Fase etil asetat pekat dipartisi dalam corong *Buchner* dengan penjerap gel silika 60 G dan dielusi secara berurutan dengan heksana, diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1), etil asetat dan metanol. Volume elusi berturut-turut adalah 2200 ml, 4200 ml, 3000 ml, 2100 ml dan 2400 ml.

Konsentrasi untuk pengujian fitotoksik ditentukan berdasarkan hasil uji toksisitas pemandu fraksinasi terhadap larva *C. pavonana* instar 2 yang dilakukan menurut metode residu pada daun .

Pelaksanaan Percobaan

Uji hayati pemandu fraksinasi

Rokaglamida dilarutkan dalam aseton untuk memperoleh larutan dengan konsentrasi yang diinginkan. Larutan rokaglamida dengan konsentrasi 0,008% disebarkan secara merata sebanyak 25 µl pada setiap permukaan bundaran daun brokoli dan daun kedelai yang berdiameter 3 cm dengan sonde mikro (*microsyringe*). Daun kontrol diberi perlakuan aseton saja dengan volume yang sama. Dua bundaran daun perlakuan atau kontrol ditempatkan dalam cawan petri berdiameter 9 cm yang dialasi kertas isap. Ke dalam setiap cawan petri dimasukkan 15 ekor larva *C. pavonana* instar 2 berumur lebih kurang 1 jam setelah ganti kulit. Larva *C. pavonana* diberi makan daun perlakuan selama 48 jam, kemudian diberi makan daun brokoli segar tanpa perlakuan hingga larva berkepompong. Data yang dicatat adalah jumlah larva yang mati tiap hari hingga larva berkepompong. Data mortalitas dinyatakan dalam persen mortalitas.

Percobaan yang sama dilakukan terhadap fraksi heksana, diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1), etil asetat dan metanol dengan konsentrasi fraksi 0,1%. Kontrol menggunakan dua jenis pelarut yaitu aseton dan metanol yang didasarkan kelarutan fraksi-fraksi.

Uji fitotoksisitas

Sediaan senyawa atau ekstrak tanaman *A. odorata* yang diuji adalah rokaglamida, fase etil asetat hasil partisi dalam corong pemisah serta fraksi-fraksi hasil *vacuum liquid chromatography* (VLC) yang dielusi dengan heksana, diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1), etil asetat dan metanol.

Rokaglamida diuji pada konsentrasi 0,03% (setara 3,75 x 0,008% atau setara 4,3 x LC_{95} hasil uji lanjutan terhadap larva *C. pavonana* [Dono dkk., 2004]). Konsentrasi fraksi aktif ekstrak *A. odorata* yang diuji adalah 0,42% (setara 4,2 x 0,1% terhadap larva *C. pavonana*) yang ditentukan berdasarkan hasil percobaan laboratorium uji hayati pemandu fraksinasi seperti diuraikan terdahulu, sedangkan konsentrasi fraksi yang tidak aktif pengujiannya mengacu pada konsentrasi fraksi aktif ekstrak *A. odorata*

Sediaan ekstrak ranting *A. odorata* dibuat dengan cara sebagai berikut: ekstrak dengan bobot tertentu dicampur dengan metanol dan pengemulsi alkil gliserol ftalat (Latron 750 L), kemudian diencerkan dengan air untuk memperoleh konsentrasi yang diinginkan. Konsentrasi akhir metanol dan pengemulsi masing-masing 1% dan 0,3%. Aplikasi dilakukan satu kali dengan menggunakan *hand sprayer*. Aplikasi dilakukan pada saat tanaman berumur satu setengah bulan. Setelah penyemprotan, tanaman brokoli dan kedelai ditempatkan pada tempat terbuka di dalam rumah plastik agar terpapar sinar matahari tetapi terlindung dari air hujan.

Pengamatan dilakukan tiga hari setelah perlakuan ekstrak dengan melakukan pengamatan gejala dan pengukuran luasan bercak pada permukaan daun yang disebabkan oleh ekstrak. Pengukuran bercak nekrosis daun menggunakan kertas grafik transparan. Luas relatif bercak fitotoksik dinyatakan dalam %. Data persentase bercak fitotoksik ditransformasi ke $\sqrt{(y + 0,5)}$ yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Pembandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji Tukey (Steel & Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Hayati Pemandu Fraksinasi

Hasil pengujian toksisitas fraksi-fraksi yang diperoleh dari hasil fraksinasi dengan *vacum liquid chromatography* menunjukkan bahwa fraksi yang paling toksik pada konsentrasi 0,1% adalah fraksi diklorometana-isopropanol (9:1). Kematian larva *C. pavonana* pada perlakuan fraksi diklorometana-isopropanol sebesar 74,67% pada hari ke-2 setelah perlakuan dan meningkat tidak nyata sampai hari ke 8 (mortalitas 94,67%) (Tabel 1). Kematian serangga uji umumnya terjadi saat instar 2. Fraksi-fraksi lainnya relatif tidak toksik dengan kematian serangga uji kurang dari 2%. Kenyataan ini menunjukkan bahwa senyawa toksik ekstrak ranting *A. odorata* dominan terkandung dalam fraksi diklorometana-isopropanol (9:1). Telah diketahui bahwa senyawa toksik utama dari tanaman *A. odorata* adalah rokaglamida (Nugroho *et al.*, 1999).

Rokaglamida pada konsentrasi 0,008% mengakibatkan mortalitas 61,33% pada hari ke-2 dan 90,67% pada hari ke-8. Konsentrasi rokaglamida yang diuji tersebut 12,5 kali lebih rendah dari konsentrasi fraksi diklorometana-isopropanol (9:1).

Berdasarkan hasil uji toksisitas pemandu fraksinasi tersebut dilakukan uji lanjutan fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) terhadap larva *C pavonana* untuk menentukan nilai LC_{95}. Hasil uji lanjutan diperoleh nilai LC_{95} 0,14%. Berdasarkan nilai LC_{95} ini ditentukan konsentrasi sebesar 0,42% yang setara denga 3 x LC_{95}. Fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) pada konsentrasi 0,42% ini digunakan sebagai acuan untuk pengujian sifat fitotoksik terhadap tanaman brokoli dan kedelai. Fraksi heksana, diklorometana, etil asetat dan fraksi metanol hasil VLC serta fase etil asetat hasil pemisahan pada corang pemisah diuji sifat fitotoksiknya pada konsentrasi yang sama.

Tabel 1. Mortalitas larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan fraksi-fraksi dari ekstrak *A. odorata* pada konsentrasi 0,1% dan rokaglamida 0,008% saat instar 2.

Perlakuan	N	Mortalitas pada hari ke (%)					
		2	3	4	5	6	8
Kontrol aseton (Kas)	75	0	0	0	0	0	0
Kontrol metanol (Km)	75	0	0	0	0	0	0
Rokaglamida	75	61,33	88,0	88,0	89,33	89,33	90,67
Fraksi Heksana	74	0	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Fraksi diklorometana	74	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Fraksi diklorometana-isopropanol (9:1)	75	74,67	93,33	93,33	93,33	93,33	94,67
Fraksi etil asetat	75	0	0	0	0	0	0
Fraksi metanol	74	0	0	0	0	0	0

Keterangan: Kas = Kontrol dengan pelarut aseton untuk fraksi heksana, diklorometana dan fraksi diklorometana-isopropanol (9:1); Km: Kontrol dengan pelarut metanol untuk fraksi etil asetat dan fraksi metanol; N: jumlah serangga uji.

Uji Fitotoksisitas

Pada konsentrasi 0,42% gejala bercak fitotoksik pada daun tanaman brokoli terluas atau terparah diperlihatkan oleh perlakuan fraksi diklorometana, kemudian fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) dan fase etil asetat (Tabel 2). sedangkan pada tanaman kedelai fraksi yang menunjukkan gejala fitotoksik dari yang terparah berturut-turut fraksi diklorometanan, diklorometana-isopropanol (9:1), fase etil asetat dan fraksi heksana (Tabel 2).

Pengaruh fitotoksik ekstrak *A. odorata* dapat diakibatkan sifat intrinsik senyawa yang terkandung dalam ekstrak tersebut, konsentrasi dan kelarutan ekstrak serta faktor eksternal yang berupa interaksi dengan senyawa sekunder tanaman inang atau pengaruh sinar matahari (fotoaktivasi). Fotoaktivasi adalah peningkatan toksisitas senyawa karena adanya cahaya (Barembaum, 1995).

Senyawa yang bersifat fitotoksik dari ekstrak *A. odorata* diduga banyak larut dalam pelarut pengelusi diklorometana (proses VLC). Senyawa-senyawa turunan rokaglamida (siklopentatetrahidrobenzofuran) merupakan senyawa yang umum diperoleh dari ekstraksi tanaman *Aglaia* dilaporkan bersifat sitotoksik dan antiproliferasi sel kanker. Hasil percobaan Ohse *et al.* (1996) menunjukkan bahwa senyawa yang diisolasi dari ekstrak $CHCl_3$ dari *A. odorata* bersifat penghambat pertumbuhan sel K-*ras*-NKR dan menghambat sintesis protein. Cui *et al.* (1997) melaporkan bahwa metilrokaglat (1*H*-Cyclopenta[b]benzofuran) bersifat sitotoksik terhadap sel kanker KB (*human oralepidermoid carcinoma*). Bohnenstengel *et al.* (1999) melaporkan didesmetilrokaglamida merupakan senyawa yang paling aktif menghambat proliferasi sel kanker MONO-MAC-6 (*human acute monocytic leukimia cell line*) dan MEL-JUSO (*human melanoma cell line*). Tampaknya ada keterkaitan sifat sitotoksik senyawa yang terlarut dalam $CHCl_3$ dengan sifat fitotoksik senyawa yang terlarut dalam diklorometana (CH_2Cl_2).

Berdasarkan kenyataan tersebut teknik pemisahan senyawa, untuk keperluan yang lebih

praktis, diupayakan sebanyak mungkin memisahkan atau membuang senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut diklorometana. Telah diketahui bahwa senyawa yang paling aktif terhadap serangga ditemukan pada fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) jika dielusi secara berturut-turut dengan pelarut heksana, diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1), etil asetat dan metanol. Jika dielusi secara berurutan dengan heksana, diklorometana, etil asetat dan metanol maka fraksi yang paling aktif terhadap serangga adalah fraksi etil asetat. Senyawa yang paling aktif terhadap serangga yaitu fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) dan fraksi etil asetat dapat diproses lebih lanjut dengan teknik kromatografi untuk meminimalisasi atau meniadakan sifat fitotoksiknya.

Tabel 2. Bercak fitotoksik pada daun brokoli dan kedelai yang disemprot dengan larutan fraksi-fraksi ekstrak ranting *A. odorata* pada konsentrasi 0,42% dan rokaglamida 0,03%.

Perlakuan	Bercak fitotoksik (x ± SB) (%)			
	Brokoli		Kedelai	
Kontrol	0	a	0	a
Rokaglamida	0	a	0	a
Fase etilasetat	3,34±1,68	b	0,20±0,02	a
Fraksi heksana	0	a	0,06±0,10	a
Fraksi Diklorometana	12,0±2,26	d	7,46±0,47	c
Fraksi diklorometana : isopropanol (9:1)	7,23±0,65	c	0,94±0,66	b
Fraksi etilasetat	0	a	0	a
Fraksi metanol	0	a	0	a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (Uji Tukey α = 0,05). x: rata-rata, SB: simpangan baku.

Fotoaktivasi adalah peningkatan toksisitas senyawa karena adanya cahaya (Barembaum, 1995). Fenomena fotoaktivasi banyak mendapat perhatian berkaitan dengan pertahanan tumbuhan terhadap herbivora. Lebih lanjut dikemukakan bahwa pengaruh fototoksin terhadap serangga dapat berupa penipisan kutikula, kutikula menjadi kemerahan, dan tidak terjadinya sklerotisasi pada kutikula. Aucoin *et al.* (1995) mengemukakan bahwa pengaruh fototoksin terhadap serangga berupa kematian serangga, penghambatan makan dan pertumbuhan serangga, serta pupa yang salah bentuk. Kandungan senyawa dari tanaman *A. odorata* yang bersifat fototoksin belum pernah dilaporkan. Pengaruh senyawa fototoksin terhadap tanaman juga belum pernah dilaporkan, sehingga serangkaian pengujian perlu dilakukan.

Sifat fisik permukaan daun tanaman juga dapat mempengaruhi tingkat keparahan gejala fitotoksik. Tekstur permukaan daun brokoli dan kedelai berbeda. Trikoma yang rapat pada permukaan daun kedelai dapat mengurangi kontak permukaan daun dengan larutan ekstrak *A. odorata* sehingga mengurangi pengaruh fitotoksik ekstrak. Permukaan daun kubis-kubisan sedikit mempunyai trikoma sehingga lebih mudah dan lebih luas daerah kontaknya dengan ekstrak *A. odorata*. Hal ini memperparah gejala fitotoksik pada daun brokoli.

Kemungkinan lain yang mengakibatkan timbulnya gejala dan keparahan fitotoksik adalah adanya reaksi fraksi ekstrak ranting *A. odorata* dengan senyawa-senyawa pada permukaan daun tanaman. Lapisan lilin yang menutupi permukaan daun tanaman bervariasi antar tanaman. Senyawa-senyawa tersebut meliputi karbohidrat rantai panjang, alkilester, alkohol primer dan asam-asam lemak (Eigenbrode, 1995). Senyawa pada permukaan daun tanaman kubis diantaranya adalah lipid dan glukobrassisin (glukosinolat) (Renwick *et al.*, 1992; van Loon *et al.*, 1992). Gejala fitotoksik terutama teramati pada daun tanaman brokoli. Permukaan daun tanaman brokoli ditutupi oleh lapisan lilin (*wax*) sehingga ekstrak ranting *A. odorata* yang cukup nonpolar lebih mudah terserap melalui lapisan lilin sampai pada jaringan daun. Profil daun brokoli juga lebih tebal dan sekulen dibandingkan dengan daun kedelai sehingga lebih peka terhadap senyawa yang mempunyai efek fitotoksik. Loke *et al.* (1990) melaporkan bahwa penyemprotan minyak mimba (ekstrak biji tanaman *Azadirachta indica* A. Juss.) pada konsentrasi 0,5 hingga 4,0% menimbulkan gejala fitotoksik pada tanaman kubis, sawi dan padi berumur 4 minggu. Pada konsentrasi 3,0% atau lebih yang diaplikasikan seminggu sekali sebanyak 4 kali aplikasi mengakibatkan kematian seluruh tanaman kubis. Gejala fitotoksik mulai dari yang terparah hingga yang teringan diperlihatkan secara berturut-turut terjadi pada tanaman kubis, sawi dan padi. Tingginya tingkat keparahan nekrosis daun tanaman kubis dan sawi ini disebabkan karena daun tanaman ini memiliki jaringan yang sekulen. Jacobson (1987) melaporkan bahwa ekstrak etanol biji *A. Indica* pada konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,4% menimbulkan gejala fitotoksik pada tanaman *Chrysantemum*.

Selain sifat intrinsik fraksi aktif ekstrak *A. odorata* yang fitotoksik, faktor lainnya yang memperbesar/memperparah terjadinya fitotoksik adalah kelarutan fraksi aktif ekstrak *A. odorata*. Walaupun kelarutannya dalam metanol cukup baik tetapi kelarutan fraksi aktif (fase etil asetat atau fraksi diklorometana-isopropanol [9:1]) dalam larutan jadi siap semprot (setelah dicampur air) rendah. Ekstrak yang telah dicampur metanol dan pengemulsi jika ditambahkan air pengencer untuk mendapatkan konsentrasi aplikasi yang diinginkan akan terlihat memisah membentuk kelompok-kelompok ekstrak (butiran-butiran) yang menyebar tidak homogen dalam air. Kehomogenan larutan ekstrak dapat ditingkatkan dengan meningkatkan konsentrasi metanol dan pengemulsi. Dalam praktiknya, peningkatan konsentrasi metanol dan pengemulsi ini harus mempertimbangkan dampak samping terhadap tanaman dan organisme non-target lainnya serta aspek ekonomisnya. Selain dengan meningkatkan konsentrasi pengemulsi, untuk memperbesar kelarutan fraksi aktif ekstrak *A. odorata* dapat dilakukan dengan menggunakan pengemulsi lain yang mempunyai daya pengemulsi lebih kuat. Kehomogenan larutan ekstrak dalam pengencer air menentukan peluang terjadinya gejala fitotoksik pada daun brokoli. Semakin tidak homogen larutan ekstrak (ukuran butiran ekstrak makin besar) maka semakin besar peluang terjadinya dan keparahan gejala fitotoksik.

Dalam skala percobaan, untuk mengatasi kendala kelarutan ekstrak *A. odorata* dalam pengencer air yang rendah ini maka teknologi aplikasi yang mungkin diterapkan adalah dengan mengembangkan formulasi *ultra low volume* (ULV) karena kelarutan ekstrak dalam pelarut organik (misalnya metanol) cukup baik (ekstrak larut sempurna). Pada formulasi ULV volume semprot yang digunakan cukup rendah sehingga efisiensi penggunaan metanol sebagai pelarut ekstrak *A. odorata* masih layak dipertimbangkan. Selain itu karena butiran semprot dengan alat aplikasi formulasi ULV ini sangat kecil maka pelarut metanol yang jatuh di permukaan daun tanaman menjadi lebih cepat menguap dan ukuran partikel ekstrak lebih kecil dibandingkan jika dengan pelarut air dan alat semprot volume tinggi (misalnya *knapsack sprayer*) sehingga memperkecil peluang terjadinya gejala fitotoksik pada tanaman.

Teknologi untuk meminimalisasi efek fitotoksik senyawa insektisida yang berasal dari tanaman perlu dikembangkan mengingat potensi sifat insektisidanya. Sebagai pertimbangan pemikiran, adanya antagonisme pencampuran dua jenis senyawa yang dapat mengubah sifat toksik salah satu atau kedua senyawa campuran. Jika ekstrak *A. odorata* dicampur dengan senyawa sekunder dari tanaman lain kemungkinan dapat menurunkan atau bahkan meniadakan efek fitotoksiknya. Dalam melakukan pencampuran ekstrak ini diharapkan tidak mengakibatkan perubahan/ penurunan sifat insektisidanya (antagonisme) bahkan yang diharapkan adanya sinergisme senyawa-senyawa yang dicampur tersebut. Menurut Ginting (2003) pencampuran ekstrak *A. odorata* dengan ekstrak *Swietenia mahagoni* Jacq. (Meliaceae) dengan perbandingan tertentu dapat menurunkan pengaruh fitotoksik ekstrak *A. odorata* terhadap daun brokoli. Pada perbandingan ekstrak *A. odorata* dengan *S. mahagoni* pada rasio 3 : 7 dan 5 : 5 menimbulkan gejala fitotoksik parah terhadap tanaman brokoli, tetapi dengan perbandingan 7 : 3 hanya menimbulkan gejala fitotoksik ringan. Namun sejauh ini belum ada penelitian yang mendalam tentang hal tersebut, karena untuk melihat interaksi antar senyawa kimia yang dapat merubah sifat-sifat campuran senyawa harus menggunakan senyawa yang telah dimurnikan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Rokaglamida pada konsentrasi 0,03% (setara 3,75 x 0,008% atau setara 4,3 x LC_{95} terhadap larva *Crocidolomia pavonana*) tidak fitotoksik terhadap tanaman brokoli dan kedelai. Pada konsentrasi 0,008%, rokaglamida efektif terhadap larva *C. pavonana* dan mengakibatkan mortalitas sekitar 90%. Fraksi diklorometana-isopropanol (9:1) (hasil fraksinasi dengan *vacuum liquid chromatography*) pada konsentrasi 0,1% mengakibatkan mortalitas larva *C. pavonana* lebih dari 90% dan merupakan fraksi yang paling aktif dibandingkan dengan fraksi-fraksi lainnya. Pada konsentrasi 0,42% (3 x LC_{95} terhadap larva *C. pavonana*), sifat fitotoksik fraksi terhadap tanaman yang paling kuat ditunjukkan oleh berturut-turut fraksi diklorometana, diklorometana-isopropanol (9:1) dan fase etil asetat hasil partisi dalam corong pemisah. Fraksi heksana, etil asetat dan fraksi metanol tidak bersifat fitotoksik terhadap tanaman brokoli, sedangkan pada tanaman kedelai fraksi yang menunjukkan gejala fitotoksik dari yang terparah berturut-turut fraksi diklorometanan, diklorometana-isopropanol (9:1), fase etil asetat dan fraksi heksana.

Rokaglamida berpeluang digunakan sebagai insektisida untuk pengendalian hama pada tanaman kubis dan kedelai karena tidak fitotoksik dan efektif terhadap larva *C. pavonana*. Fraksi aktif insektisida (fraksi diklorometana-isopropanol [9:1]) dan fase etil asetat ekstrak

ranting *A. odorata* bersifat fitotoksik sehingga peluangnya untuk digunakan sebagai insektisida masih perlu dievaluasi.

Saran

Perlu penelitian lanjutan untuk meminimalisasi sifat fitotoksik ekstrak tanaman *A. odorata*. Teknologi yang perlu dievaluasi adalah teknik pemisahan senyawa atau fraksi aktifnya, formulasi dan peningkatan kelarutan fraksi aktif dengan menggunakan pelarut dan pengemulsi yang aman terhadap tanaman. Penelitian pencampuran ekstrak tanaman *A. odorata* dengan ekstrak tanaman lain yang dapat meminimalisasi efek fitotoksik tetapi tidak menurunkan sifat insektisidanya perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Dr. Bambang Wahyu Nugroho, Ir., MSc. (alm) disampaikan terima kasih atas penyediaan senyawa rokaglamidanya.

DAFTAR PUSTAKA

Aucoin, R, G Guillet, C Muraay, BJR Philogene, and JT Arnason. 1995. How do insect herbivores cope extreme oxidative stress of phototoxic host plants?. Arch Insect Biochem Physiol 29: 211-226.

Barembaum, M. 1995. Phototoxicity of plant secondary metabolites: insect and mammalian perspectives. Arch Insect Biochem Physiol 29: 119-134.

Bohnenstengel, FI, KG Steube, C Meyer, BW Nugroho, PD Hung, LC Kiet, and P. Procks. 1999. Structure activity relationships of antiproliferative rocakglamide derivatives from *Aglaia* ssp. (Meliaceae). J Biosciences (Z Naturforsch) 54C: 55.

Cui, B, H Chai, T Santisuk, V Reutrakul, NR Farnsworth, GA Cordell, JM Pezzuto, and AD Kinghorn. 1997. Novel cytotoxic 1*H*-cyclopenta[*b*]benzofuran lignans from *Aglaia elliptica*. Tetrahedron 35: 17625-17632.

Dono, D, D Prijono, S Manuwoto, D Buchori, Dadang, dan Hasim. 2004. Aktivitas insektisida rokaglamida terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (F.) dan imago betina parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron). Agrikultura 15(3): 178-184.

Eigenbrode, SD and KE Espelie. 1995. Effects of epicuticular lipids on insect herbivores. Annu. Rev. Entomol. 40: 171-194.

Ginting, R. 2003. Persistensi campuran empat ekstrak tanaman terhadap mortalitas dan perkembangan *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).

Gussregen, B, M Fuhr, BW Nugroho, V Wray, L Witte, and P Proksch. 1997. Newinsecticidal rocaglamide derivates from flower of *Aglaia odorata*. Z Naturforsch 52C: 339-344.

Ishibashi, F, C Satasook, MB Isman, and GHN Towers. 1993. Insecticidal 1 *H*-cyclopentatetrahydro[*b*]benzofurans from *Aglaia odorata*. Phytochemistry 32: 307-310.

Jacobson, M. 1987. Neem research and cultivation in western hemisphere. Pp. 33-44 *in* Natural Pesticides from The Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and Other Tropical Plants. (Schmutterer H, Ascher KRS, eds). Proceeding of The Third International Neem Confence. Nairobi, Kenya, 10 -15 July, 1986.

Janprasert, J, C Satasook, P Sukumalanand, DE Champagne, MB Isman, P Wiriyachitra, and GHN Towers. 1993. Rocaglamide, a natural benzofuran insecticide from *Aglaia odorata*. Phytochemistry 32: 67-69.

Locke, WH, CK Heng, N Basirun, and A Rejab. 1990. Non-target effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Apanatales plutellae* Kurdj., cabbage, sawi and padi. Pp. 108-110. Proceedings 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics. March 20-23, 1990. Genting highland, Pahang, Malaysia: Malaysian Plant Protection Society.

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

Nugroho, BW, B Gussregen, V Wry, L Witte, G Bringmann, and P Proksch. 1997b. New insecticidal rocaglamide derivatives from *Aglaia eliptica* and *Aglaia harmsiana* (Meliaceae). Phytochemistry 45: 1579-1585.

Nugroho, BW, RA Edrada, V Wry, L Witte, M Gehling, and P Proksch. 1999. New insecticidal rocaglamide derivatives and related compound from *Aglaia odorata* (Meliaceae). Phytochemistry 51: 367-371.

Ohse, T, S Ohba, T Yamamoto, T Koyano, and K Umezawa. 1996. Cyclopentabenzofuran lignan protein synthesis inhibitors from *Aglaia odorata*. J. Nat. Prod. 59: 650-652.

Prijono, D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT. Hlm. 1-7 *dalam* Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. (Nugroho BW, Dadang, dan D Prijono, ed.). Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, Institut Pertanian Bogor.

Renwick, JAA, CD Radke, K Sachdev-Gupta, and E Stadler. 1992. Leaf surface chemicals stimulating oviposition by *Pieris rapae* on cabbage. Chemoecology 3: 33-38.

Schoonhoven, LM, T Jermy, and van Loon JJA. 1998. Insect plant biology: from physiology to evolution. London: Chapman & Hall.

Steel, RGD and JH Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik: Suatu Pendekatan Biometrik (penerjemah Bambang Sumantri). PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

van Loon, JJA, A Blaakmeer, FC Griepink, TA van Beek, LM Schoonhoven, and AE de Groot. 1992. Leaf surface compound from *Brassica oleracea* (Cruciferae) induces ovoposition by *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae). Chemoecology 3: 39-44.