

PENGARUH INSEKTISIDA NABATI MIMBA DAN RERAK TERHADAP MORTALITAS *Aphis gossypii* PADA TANAMAN NILAM

Tri Lestari Mardiningsih, Nurbetti Tarigan, Cucu Sukmana, dan Asep Suhendar

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor
tri_mardiningsih@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman nilam adalah serangan kutudaun yaitu *Aphis gossypii* yang menyerang tanaman baik di pembibitan maupun di lapang. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh mimba dan rerak, campuran mimba dan rerak dilakukan di KP Cimanggu, Balitro, Bogor sejak Mei sampai Agustus 2010. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok, dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan ialah formulasi biji mimba dan Tween lima persen konsentrasi dua persen (M) atau konsentrasi bahan aktif azadirachtin 0,012%, formula rerak murni konsentrasi 2% (R) atau konsentrasi bahan aktif saponin 0,6%, M : R = 8 : 2; M : R = 6 : 4; M : R = 5 : 5; M : R = 2 : 8; M : R = 4 : 6 (konsentrasi dua persen), insektisida sintetis (karbosulfan (dua ml/l)) dan kontrol. Tanaman nilam ditanam di dalam polibag. Jumlah populasi tanaman/jumlah sampel per plot lima tanaman. Pengamatan dilakukan pada semua tanaman (total = 9 x 3 x 5 tanaman = 135 tanaman) dengan cara menghitung populasi *A. gossypii* sebelum dan sesudah aplikasi insektisida pada satu pucuk yang terserang. Aplikasi penyemprotan pada tanaman nilam dilakukan satu hari setelah pengamatan pertama. Interval aplikasi satu minggu, aplikasi dilakukan sebanyak sembilan kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan insektisida nabati campuran mimba (M) berbahan aktif azadirachtin dan rerak (R) berbahan aktif saponin dengan perbandingan M : R = 8 : 2 adalah efektif menekan populasi *A. gossypii* dengan nilai efikasi lebih 70% pada tujuh kali pengamatan.

Kata kunci: *Aphis gossypii*, *Azadirachta indica*, *azadirachtin*, *Sapindus rarak*, saponin

PENDAHULUAN

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman nilam ialah adanya serangan kutudaun (aphid) yaitu *Aphis gossypii* Glov. (Hemiptera: Aphididae) (Mardiningsih dan Deciyanto, 1999a). Akibat serangannya maka pucuk daun menjadi keriting karena cairan tanaman diisap oleh kutudaun tersebut. Bila menyerang benih, pertumbuhan benih nilam menjadi terhambat. Pada tanaman nilam, lama hidup tanaman ini berkisar antara 9,5-21,5 hari. Lama masa nimfa berkisar antara 5-8,5 hari dan lama masa imago berkisar antara 3,5-16 hari. Siklus hidup seekor kutudaun ini mulai dari nimfa yang baru dilahirkan dan melahirkan lagi ialah 5,5-9 hari. Banyaknya keturunan yang dilahirkan oleh satu imago 12-46 ekor (Mardiningsih dan Deciyanto, 1999b). Kutudaun ini menyerang tanaman baik di pembibitan maupun di lapang (Mardiningsih *et al.*, 2011). Selain sebagai hama, kutudaun ini juga diketahui menularkan lebih dari 50 virus tanaman di antaranya pada kacang, kubis-kubisan, seledri, ketimun, *Dahlia*, *lettuce*, bawang, pawpaw, cabai, kedelai, stroberi, kentang, tembakau, tulip, dan lain-lain (Blackman dan Eastop, 2000).

Pengendalian hama dengan menggunakan insektisida sintetis secara tidak bijaksana dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Penggunaan insektisida nabati merupakan salah satu alternatif cara pengendalian karena ramah lingkungan. Mimba (*Azadirachta indica*) anggota famili Meliaceae merupakan insektisida nabati yang bahan aktif utamanya ialah azadirachtin berfungsi sebagai penghambat daya reproduksi, perkawinan, komunikasi seksual, dan juga menghambat pembentukan kitin (Kardianan,

2000). Selain azadirachtin, tanaman mimba juga mengandung senyawa aktif meliantriol dan salanin berbentuk tepung dari daun atau cairan minyak dari biji/buah. Mimba efektif mencegah makan (antifeedant) bagi serangga dan mencegah serangga mendekati tanaman (*repellent*) dan bersifat sistemik. Mimba dapat membuat serangga mandul karena dapat mengganggu produksi hormon dan pertumbuhan serangga. Mimba mempunyai spektrum yang luas, efektif untuk mengendalikan serangga lunak (200 spesies) antara lain belalang, trips, ulat, kupu-kupu putih dan lain-lain. Ekstrak mimba sebaiknya disemprotkan pada tahap awal perkembangan serangga, disemprotkan pada daun, disiramkan pada akar agar dapat diserap tanaman dan untuk mengendalikan serangga di dalam tanah (Isroi, 2008).

Biji rerak/lerak (*Sapindus rarak*) anggota famili Sapindaceae mengandung saponin, suatu alkaloida beracun yang berpotensi sebagai insektisida (Wikipedia., 2012). Saponin ialah glikosid tumbuhan yang dapat membentuk busa dalam air dan jika larutan tersebut disuntikkan ke dalam pembuluh darah hewan maka akan terjadi hemolisis karena bereaksi dengan kolesterol pada membran sel darah merah. Saponin merupakan racun bagi binatang berdarah dingin terutama ikan dan hal ini kemungkinan disebabkan karena saponin adalah senyawa aktif permukaan (Hidayat *et al.*, 1987).

Perlakuan mimba dan rerak berpengaruh terhadap penurunan populasi *A. gossypii* (Mardiningsih *et al.*, 2010). Mengingat potensi kedua jenis insektisida nabati tersebut maka dilakukan pengujian produk insektisida nabati mimba berbahan aktif azadirachtin dan rerak berbahan aktif saponin terhadap hama kutudaun (aphid) nilam ini (*A. gossypii*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida nabati mimba rerak baik secara tunggal maupun kombinasi terhadap mortalitas *A. gossypii* pada tanaman nilam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Cimanggu, Balitro, Bogor, Jawa Barat sejak Mei sampai Oktober 2010. Insektisida yang digunakan ialah mimba dicampur dengan Tween 5% (M) kandungan dengan azadirachtin 0,6%, rerak (R) dengan kandungan saponin 30% dan karbosulfan 200,11 g l⁻¹. Fungsi Tween ialah untuk menyatukan fraksi minyak dan air. Rancangan yang digunakan ialah Acak Kelompok terdiri atas sembilan perlakuan termasuk kontrol dan diulang sebanyak tiga kali (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan, konsentrasi bahan aktif, dan konsentrasi larutan semprot beberapa macam insektisida

Perlakuan	Konsentrasi bahan aktif	Konsentrasi larutan semprot (ml/l)
Kontrol/control (air)	-	-
Karbosulfan	200,11 g/l	2
Mimba+ tween	0,012%	20
Rerak	0,6%	20
Mimba:Rerak 8:2 (16 ml + 4ml)	0,0096% : 0,12%	20
Mimba:Rerak 6:4 (12ml + 8 ml)	0,0072% : 0,24%	20
Mimba:Rerak5:5 (10 ml + 10 ml)	0,006% : 0,3%	20
Mimba:Rerak 2:8 (4 ml + 16 ml)	0,0024% : 0,48%	20
Mimba:Rerak 4:6 (8 ml + 12 ml)	0,0048% : 0,36%	20

Tanaman nilam ditanam di dalam polibag. Jumlah tanaman per plot: lima tanaman. Pengamatan dilakukan pada semua tanaman (total = $9 \times 3 \times 5$ tanaman = 135 tanaman) umur tiga bulan dengan cara menghitung populasi *A. gossypii* sebelum dan sesudah aplikasi insektisida selama sembilan minggu. Apabila pada satu tanaman lebih dari satu pucuk yang terserang maka yang diamati populasinya ialah satu pucuk. Pengamatan pada pucuk karena kutudaun menyerang pucuk daun. Penyemprotan pada tanaman mulai dilakukan satu hari setelah pengamatan pertama. Interval aplikasi ialah satu minggu, aplikasi dilakukan sebanyak sembilan kali. Penyemprotan dilakukan sampai daun basah merata. Data hasil pengamatan selanjutnya digunakan untuk menghitung efikasi insektisida yang diuji. Efikasi insektisida yang diuji dihitung dengan rumus:

$$EI = \left(\frac{C_a - T_a}{C_a} \right) \times 100\%$$

El = efikasi insektisida yang diuji (%)

C_a = populasi kutudaun atau intensitas serangan pada petak kontrol setelah aplikasi

T_a = populasi kutudaun atau intensitas serangan pada petak perlakuan setelah aplikasi insektisida

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pengamatan minggu pertama terlihat bahwa populasi *A. gossypii* berkisar antara 131,7 sampai 456,0. Pada minggu berikutnya sebagian besar pada tanaman perlakuan mengalami penurunan populasi. Hanya perlakuan MR 55 yang mengalami kenaikan populasi *A. gossypii* pada minggu kedua. Sampai dengan minggu ke-9 populasi *A. gossypii* berfluktuasi, namun lebih rendah dibandingkan populasi awal. Semua pengujian menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Tabel 2).

Hasil pengujian insektisida nabati mimba dan rerak dan insektisida sintetis yaitu karbosulfan terhadap populasi *A. gossypii* pada tanaman nilam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 3. Pengamatan minggu pertama, rata-rata populasi *A. gossypii* berkisar antara 6,0 sampai 222,3 ekor. Dari minggu pertama sampai minggu berikutnya juga terjadi fluktuasi populasi. Populasi kutudaun ini pada minggu ketiga dan keempat pada kontrol terjadi penurunan populasi, hal ini diduga karena daya dukung tanaman yang makin berkurang zat gizinya karena diisap oleh *A. gossypii*. Populasi *A. gossypii* tidak berbeda nyata antar perlakuan, hanya pada minggu keenam terjadi perbedaan nyata. Dengan melihat Tabel 2 dan Tabel 3, terlihat bahwa pada Tabel 2 sebagian besar populasi serangga tinggi, sedang pada Tabel 3 sebagian besar populasi serangga rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan insektisida nabati mimba dan rerak menurunkan populasi *A. gossypii*.

Nilai efikasi insektisida nabati untuk mengendalikan *A. gossypii* bervariasi pada tiap pengamatan. Yang efektif mengendalikan kutudaun ini ialah perlakuan campuran mimba dan rerak dengan perbandingan larutan 8:2, dengan nilai efikasi lebih dari 70% terjadi pada tujuh kali pengamatan. Baehaki (1993) menyatakan bahwa toksisitas insektisida dapat bertambah bila suatu senyawa lain ditambahkan. Dalam kasus ini berarti bahwa dengan penambahan rerak ke dalam mimba meningkatkan daya kerja bahan aktif azadirachtin tersebut. Sifat saponin yang sangat polar sehingga larut dengan baik dalam air (Rijai, 2006) diduga menyebabkan campuran antara azadirachtin dan saponin efektif mengendalikan *A. gossypii*. Perlakuan rerak secara tunggal tidak efektif dalam menurunkan populasi *A. gossypii* dengan nilai efikasi

Tabel 2. Rata-rata populasi *A. gossypii* pada tanaman nilam sebelum perlakuan beberapa macam insektisida

Perlakuan/ konsentrasi	Populasi per tanaman (ekor), pada minggu ke								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kontrol	292,3	172,0	35,3	33,7	40,3	114,0	89,3	135,0	135,0
Karbosulfan 2ml/l	261,0	9,7	18,7	6,7	0,7	0,0	5,7	16,7	16,7
Mimba (M) 2%	456,3	86,7	69,7	64,7	40,3	29,0	41,3	14,0	14,0
Rerak (R) 2%	302,7	212,0	73,7	12,3	15,0	44,0	99,3	75,7	75,7
MimbaRerak 8:2	131,7	24,7	58,3	40,7	21,0	11,7	9,3	12,3	12,3
MimbaRerak 6:4	262,3	135,3	86,3	46,3	40,0	33,0	43,3	21,0	21,0
MimbaRerak 5:5	140,7	168,7	46,3	14,7	19,3	17,3	56,0	45,3	45,3
MimbaRerak 2:8	290,0	107,3	79,7	42,3	102,3	80,3	61,3	39,7	39,7
MimbaRerak 4:6	261,3	72,3	43,3	45,0	22,3	10,3	29,7	80,0	80,0
CV (%)	57,43	30,97	62,53	83,65	71,01	37,48	56,78	57,06	57,06

14,2% (kurang dari 50%). Padahal pada penelitian sebelumnya rerak secara tunggal efektif dalam menurunkan populasi *A. gossypii* dengan nilai efikasi 89,9% (lebih dari 50%) di KP Cicurug, Sukabumi, Jawa Barat (Mardiningsih *et al.*, 2010). Hal ini diduga karena efektivitasnya menurun setelah satu tahun. Namun dalam pencampuran dengan mimba dengan perbandingan mimba : rerak = 8:2 meningkatkan efektivitasnya.

A. gossypii merupakan serangga yang menusuk dan mengisap cairan tanaman. Kemungkinan karena mengisap cairan tanaman nilam yang mengandung mimba dan rerak maka pertumbuhan kutudaun ini menjadi tidak normal yang menyebabkan kematian lebih cepat. Senyawa azadirachtin yang terdapat dalam biji mimba dapat menyebabkan gangguan pelepasan neurohormon dari *corpora cardiaca* yang selanjutnya menyebabkan terjadinya gangguan terhadap pengaturan hormon perkembangan (ekdison dan hormon belia atau "*juvenile hormone*") dalam tubuh serangga (Rembold, 1989).

Kematian serangga sebagai akibat dari penggunaan mimba terjadi pada pergantian instar-instar berikutnya. Mimba tidak membunuh hama secara cepat, akan tetapi berpengaruh antara lain terhadap daya makan dan pertumbuhan (Kardinan, 2000). Menurut Grainge dan Ahmed (1988), mimba bersifat sebagai anti serangga *A. gossypii*. Hasil penelitian lain menunjukkan konsentrasi minyak biji mimba berinteraksi secara nyata dengan ketahanan varietas "*cowpea*" dan mengurangi peletakan telur dan persentase kemunculan imago *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Kombinasi perlakuan varietas *cowpea* dan konsentrasi minyak biji mimba juga mengurangi persentase biji yang terserang *C. maculatus* (Lale dan Mustapha, 2000). Ekstrak biji mimba bersifat sistemik dan toksik terhadap *Helopeltis antonii* (Mardiningsih *et al.*, 2001). Tidak satupun zat-zat yang terdapat pada dua macam produk mimba yaitu Azatin dan Nim 80 menunjukkan aktifitas "*antifeedant*" pada larva *Hypsipyla grandell* (Lepidoptera: Pyralidae). Azatin menyebabkan toksisitas langsung yang cepat dan Nim 80 bertindak sebagai pengganggu pertumbuhan. Pada Nim 80, larva mati karena tidak mampu melepaskan eksuvianya (Mancebo *et al.*, 2002). Penyemprotan ekstrak biji mimba (EBM) pada pertanaman kapas efektif mengendalikan populasi *Helicoverpa armigera* (Sunarto *et al.*, 2004) dan tidak berpengaruh negatif terhadap musuh alami serangga hama (Sunarto dan Nurindah, 2009). EBM juga tidak berpengaruh negatif terhadap lama hidup musuh alami *Plutella xylostella* yaitu parasitoid dari spesies *Cotesia plutellae* dan *Diadromus collaris* di laboratorium (Charleston *et al.*, 2005). Pada penelitian berikutnya di lapang menunjukkan bahwa pada plot tanaman kubis yang diberi perlakuan produk mimba kerusakan tanamannya nyata lebih rendah dari pada plot kontrol. Proporsi parasitoid yang keluar dari *P. xylostella* juga nyata lebih tinggi pada plot tanaman

kubis yang diberi perlakuan produk mimba daripada plot kontrol. Dari pengamatan langsung menunjukkan bahwa parasitoid masih terdapat pada tanaman yang telah diberi perlakuan mimba (Charleston et al., 2006). Selain itu, EBM juga menyebabkan mortalitas, menghambat perkembangan nimfa, dan menurunkan fertilitas *Myzus persicae* (Koswanudin dan Harnoto, 2006). EBM juga sebagai larvasida (pembunuh larva) terhadap ulat jarak (*Achaea janata*), menyebabkan mortalitas larva 79,7 sampai 100%. Selain itu produk ini juga mengganggu pertumbuhan larva ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan ulat tembakau (*Helicoverpa armigera*). EBM juga sebagai ovisida (pembunuh telur) terhadap telur dari ngengat ulat tembakau (Subiyakto dan Sunarto 2006 dalam Subiyakto, 2009). Campuran ekstrak biji mimba dan *Aglaia odorata* pada konsentrasi 3-4 g l⁻¹ dapat menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera litura* 63,75-75,0%, menekan persentase larva menjadi pupa, pupa menjadi imago, jumlah telur dan telur menetas masing-masing sebesar 23,75-30,0%, 70,45-88,94%, 327-387 butir, dan 90,65-92,07% (Koswanudin et al., 2010). EBM juga efektif mengendalikan populasi *Helicoverpa armigera* dan kompatibel dengan pelepasan parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae* untuk mengendalikan *Pectinophora gossypiella*, baik pada sistem tanam kapas monokultur maupun tumpang sari dengan kacang hijau dan jagung. Aplikasi EBM secara berjadwal tidak mampu menekan serangan larva *P. gossypiella* ke dalam buah, akan tetapi jika ditambahkan pelepasan parasitoid telur, serangan larva *P. gossypiella* dapat ditekan hingga 40%. Penyemprotan EBM dan pelepasan parasitoid telur dapat mempertahankan produksi kapas berbiji hingga 1,176 kg/ha (Nurindah et al., 2012).

Aminah et al. (1999) menyatakan bahwa setelah nyamuk *Aedes aegypti* disemprot dan kontak dengan saponin, semua nyamuk yang jatuh tidak ada yang bergerak lagi. Diperkirakan senyawa saponin berpengaruh terhadap kerusakan dinding sel kulit. Apabila diabsorpsi, saponin dapat menurunkan tegangan permukaan sitoplasma sel nyamuk sehingga viskositas sitoplasma menurun. Nyamuk mati karena jalannya impuls saraf terganggu. Lebih lanjut Aminah et al. (1999), menyatakan bahwa rerak merupakan racun sistemik karena dapat menembus ke seluruh jaringan tubuh serangga sehingga mematikan serangga secara dermal maupun oral. Hasil penelitian baru-baru ini juga menunjukkan bahwa rerak bersifat toksik terhadap siput Murbai (*Pomacea canaliculata* Lamarck) (Soeharto, 2008). Saponin yang juga terdapat dalam biji kecubung diduga dapat menurunkan tegangan permukaan selaput kulit dari *Plutella xylostella*, pengaruh saponin terjadi pada fase larva atau ulat sedangkan pada fase pupa tidak terpengaruh karena diduga kulitnya lebih keras (Sukorini, 2010).

Tabel 3. Rata-rata populasi *A. gossypii* setelah perlakuan insektisida

Pertakuan	Populasi (ekor), pada minggu ke															
Konsentrasi	1	Ei (%)	2	Ei (%)	3	Ei (%)	4	Ei (%)	5	Ei (%)	6	Ei (%)	7	Ei (%)	8	Ei (%)
Kontrol	222,3		122,0		41,0		13,3		55,3		109,3		69,3		52,0	
Karbosulfan	8,7	96,1	2,0	98,4	2,7	93,4	0,0	100	0,0	100	0,0 c	100	0,0	100	0,3	99,4
Mimba (M)	84,0	62,2	82,3	32,5	20,3	50,5	59,3	-345,9	35,7	35,49	14,0bc	87,19	25,3	63,5	14,3	72,5
2%																
Rerak (R) 2%	44,3	80,1	156,7	-28,4	27,0	34,2	9,0	32,3	14,3	74,14	42,3bc	61,29	55,0	20,6	64,7	-24,4
MR8:2	6,0	97,3	43,7	64,2	50,0	-21,9	30,0	77,5	7,0	87,34	6,7c	93,9	4,0	94,2	4,3	91,7
MR 6:4	40,3	81,9	105,3	13,7	33,3	18,8	14,3	-7,7	19,0	65,6	17,7bc	83,8	19,0	72,6	11,0	78,9
MR 5:5	52,7	76,1	101,3	16,9	13,0	68,3	19,0	-42,8	10,3	81,3	15,3c	86,0	21,3	69,3	26,3	49,4
MR 2:8	34,0	84,7	105,7	13,4	53,7	-30,9	44,0	-232,6	61,7	-11,5	71,7ab	34,4	38,3	44,7	39,7	23,7
MR 4:6	56,7	74,5	25,0	79,5	35,3	13,9	19,3	-45	20,0	63,83	5,7c	94,8	25,3	63,5	38,7	25,6
CV (%)	47,2		35,2		56,3		64,3		80,0		59,7		63,8		71,8	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%
 Nilai Ei yang efektif $\geq 50\%$, MR = Mimba Rerak

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan insektisida nabati campuran mimba (M) dan rerak (R) dengan perbandingan M : R = 8 : 2 adalah efektif menekan populasi *A. gossypii* dengan nilai efikasi lebih 70% pada tujuh kali pengamatan. Untuk meningkatkan daya kerjanya, dalam menggunakan mimba sebaiknya dicampur dengan rerak. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengkombinasikan mimba dengan insektisida nabati lainnya untuk meningkatkan daya kerjanya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Rhamilda Filani, alumnus FMIPA, Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, NS, EW Lestari, A Agusta, Chairul, dan Ahyar. 1999. Penentuan senyawa aktif insektisida pada buah lerak (*Sapindus rarak* de Candole). Prosiding Seminar Nasional "Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis di Bogor, 16 Pebruari 1999. hlm. 307-312.
- Baehaki. 1993. Dalam Prananingrum P, WD Arini, U Husnaa, R Kartikasari, dan M Shofi. Peningkatan Efektifitas Insektisida Nabati dalam Membasmi Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). <http://karya-ilmiah.um.ac.id/>. 8 November 2010.
- Blackman R L and VF Eastop. 2000. Aphids on the World's Crops, An Identification and Information Guide. 2nd ed. John Wiley & Sons, LTD. 466 p.
- Charleston DS, R Kfir, M Dicke, and LEM Vet. 2005. Impact of botanical pesticides derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on the biology of two parasitoid species of the diamondback moth. *Biological Control* 33: 131-142.
- Charleston DS, R Kfir, M Dicke, and LEM Vet. 2006. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: A field test of laboratory findings. *Biological Control* 39: 105–114.
- Grainge M And S Ahmed. 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley and Sons. 470 p.
- Hidayat IW, Y Supatmiyati, M Soleh, dan Y Maulana S. 1987. Penapisan fitokimia tumbuhan di Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Produk Alami Bioaktif, Bandung, 11-12 Maret 1987. ITB Bandung. hlm. 297-316.
- Isroi. 2008. Pengendalian Hama dan Penyakit dengan Pestisida Nabati. Available from <http://www.isroi.wordpress.com/2008/06/02/pengendalian-hama-penyakit-dengan-pestisida-nabati>.
- Kardinan A. 2000. Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 80 p.
- Koswanudin D dan Harnoto. 2006. Pengaruh ekstrak biji mimba terhadap perkembangan hama trips (*Thrips parvispinus*) dan kutudaun (*Myzus persicae*) pada tanaman cabai. Prosiding Seminar Nasional Entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial. Perhimpunan Entomologi Indonesia. hlm. 611–618.
- Koswanudin D, IM Samudra, dan Harnoto. 2010. Kompatibilitas ekstrak biji *Azadirachta indica* dengan ranting *Aglaia odorata* terhadap perkembangan hama ulat grayak *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman kedelai. Prosiding Nasional V: Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Nasional. hlm. 567-575.
- Lale NES and A Mustapha. 2000. Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Stored Product Research* 36: 215–222.

- Mancebo F, L Hilje, GA Mora, and R Salazar. 2002. Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Crop Protection* 21: 107–112.
- Mardiningsih TL dan D Soetopo. 1999a. Inventarisasi dan Identifikasi kutu daun (Homoptera: Aphidoidea) pada beberapa tanaman rempah dan obat. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional "Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis di Bogor, 16 Pebruari 1999.* hlm. 595-604.
- Mardiningsih TL dan D Soetopo. 1999b. Biologi *Aphis gossypii* pada tanaman nilam dan preferensinya pada beberapa tanaman rempah dan obat. *Dalam: Prosiding Seminar Biologi Menuju Milenium III, Fakultas Biologi UGM.* hlm. 29-38.
- Mardiningsih TL, WR Atmaja, dan A Kardinan. 2001. Pengaruh ekstrak mimba dan tembakau terhadap *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae). *Prosiding Seminar Nasional III Pengelolaan Serangga yang Bijaksana menuju Optimasi Produksi.* Bogor, 6 November 2001. hlm. 200–203.
- Mardiningsih TL, C Sukmana, N Tarigan, dan S Suriati. 2010. Efektifitas insektisida nabati berbahan aktif azadirachtin dan saponin terhadap mortalitas dan intensitas serangan *Aphis gossypii* Glover. *Buletin Littro* 21(2): 171-183.
- Mardiningsih TL, D Sartiarni, S Suriati, C Sukmana, dan N Tarigan. 2011. Serangga-serangga Yang Berasosiasi Dengan Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Prosiding Seminar Peringatan Ulang Tahun Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) ke-40, Yogyakarta, 1-2 Oktober 2010.* hlm. 216-226.
- Nurindah, DA Sunarto, dan Sujak. 2012. Efektivitas dan kompatibilitas ekstrak biji mimba untuk mengendalikan kompleks penggerek buah kapas. *Buletin Littro* 23(1): 48-60.
- Rembold H. 1989. Isomeric azadirachtin and their modes of action, pp. 47-67. *In* M. Jacobson (ed). *Focus on phytochemical pesticides. Vol. I: The Neem Tree.* CRC, Boca Raton, Florida.
- Rijai L. 2006. Beberapa tumbuhan Indonesia sebagai sumber saponin potensial. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXIX, Surakarta, 24-25 Maret 2006.* hlm. 502-508.
- Soeharto H. 2008. Toksisitas rerak dan saponin terhadap siput Murbai (*Pomacea canaliculata* Lamarck). Available from <http://www.digilib.biologi.lipi.go.id/view.html?idm=39708>. [12 April, 2010].
- Subiyakto. 2009. Ekstrak biji mimba sebagai pestisida nabati: potensi, kendala, dan strategi pengembangannya. *Perspektif* 8(2): 108-116.
- Sukorini H. 2010. Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan terhadap hama *Plutella xylostella* pada Budidaya Tanaman Kubis Organik. <http://www.ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/article/view/87/92>. [6 Januari 2011].
- Sunarto DA, Nurindah, dan Sujak. 2004. Pengaruh ekstrak biji mimba terhadap konservasi musuh alami dan populasi *Helicoverpa armigera* Hubner pada tanaman kapas. *Jurnal Littro* 10: 89-95.
- Sunarto DA dan Nurindah. 2009. Peran insektisida botani ekstrak biji mimba untuk konservasi musuh alami dalam pengelolaan serangga hama kapas. *Jurnal Entomologi Indonesia* 6: 42-52.
- Wikipedia. 2012. Lerak. <http://id.wikipedia.org/wiki/Lerak>. [14 September 2012].