



## Pengaruh Samping Aplikasi Deltametrin Terhadap Artropoda Predator Penghuni Permukaan Tanah di Pertanaman Kedelai

I WAYAN WINASA DAN A. RAUF

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Kamper, Kampus Darmaga, IPB, Bogor

(diterima Mei 2004, disetujui Agustus 2005)

### ABSTRACT

**Side Effects of Deltamethrin Application to The Ground Surface Dwelling Predatory Arthropods on Soybean Field.** Side effects of deltamethrin to the ground surface dwelling predatory arthropods were studied on soybean field in Cianjur during July to October 1998. Insecticide was applied 1 - 4 times. Predator abundance was observed by setting pitfall traps. The results showed that application of deltamethrin reduced the abundance of ground-surface predatory arthropods, especially lycosid and linyphiid spiders, carabid beetle and formicid. Reductions of predator abundance on the plots treated with deltamethrin were around 35 % to 41 %. There was no significant different on the predator abundance among the plots treated with the insecticide at different frequencies. Observations after application showed that predator abundance on the treated plots recovered one week after application. Deltamethrin applications to the soybean with dense crown (38 and 52 days after planting) did not reduce predator abundance, especially within three day range after application. However, negative effects of deltamethrin application at early vegetative growth stage (10 days after planting) on the reduction of predator abundance continued by harvesting. The abundance of detritivorous arthropods was not affected by deltamethrin application.

**KEY WORDS:** Soybean fields, predatory arthropods, pitfall traps.

### PENDAHULUAN

Salah satu komponen penting penyusun agroekosistem kedelai adalah artropoda predator. Dilaporkan bahwa kompleks predator yang ada di pertanaman kedelai mampu mencegah perkembangan populasi hama mencapai status yang merugikan (Turnipseed dan Kogan, 1976). Berdasarkan ruang aktivitasnya, predator di agroekosistem pertanaman dapat digolongkan sebagai penghuni tajuk dan penghuni per-

mukaan tanah (Culin dan Rust, 1980). Seperti halnya penghuni tajuk, artropoda predator penghuni permukaan tanah juga dilaporkan merupakan agens pengendali hayati hama seperti pada tanaman kubis di New York (Shelton *et al.*, 1983), dan tanaman kapas di Queensland (Bishop dan Blood, 1980). Hasil penelitian sebelumnya di Cianjur mengungkapkan bahwa kelompok predator utama penghuni permukaan tanah di pertanaman kedelai adalah laba-

laba lycosid, laba-laba linyphiid, kumbang carabid, kumbang staphylinid, dan formicid (Winasa dan Rauf, 2001).

Dalam konsep pengendalian hama terpadu, musuh alami merupakan salah satu komponen utama yang diharapkan mampu menekan perkembangan populasi hama di pertanaman (Sosromarsono, 1999). Namun, keberadaan musuh alami ini sering terganggu oleh adanya aplikasi insektisida (Waage, 1989; van Hamburg dan Guest, 1996). Hardin *et al.*, (1995) menyebutkan bahwa musuh alami secara umum relatif lebih rentan terhadap insektisida dibandingkan serangga hama sasaran.

Pengendalian hama pada pertanaman kedelai hingga kini masih bertumpu pada penggunaan insektisida. Survei yang dilakukan oleh Rauf *et al.*, (1994) mengungkapkan bahwa sebagian petani kedelai di Jawa Barat umumnya melakukan aplikasi insektisida 2-3 kali dalam satu musim tanam. Salah satu jenis insektisida yang banyak digunakan oleh petani kedelai adalah deltametrin. Tengkanan *et al.*, (1992) melaporkan bahwa dari 11 jenis insektisida yang diuji, deltametrin adalah jenis yang paling efektif terhadap hama penggerek polong kedelai *Etiella zinckenella* Tr. (Lepidoptera: Pyralidae). Supriyatin, (1992) menambahkan bahwa aplikasi deltametrin pada saat kedelai mulai berbunga dan satu minggu setelahnya mampu menurunkan kerusakan polong oleh *E. zinckenella* hingga 35%. Walaupun demikian, van den Berg *et al.* (1998a,

2000) tidak menemukan bukti di lapangan bahwa aplikasi deltametrin mampu menurunkan serangan penggerek polong. Di luar hasil penelitian yang bertentangan itu, Purwanta (1998) dan van den Berg *et al.* (1998b) melaporkan bahwa hampir seluruh kelompok predator penghuni tajuk kedelai menurun kelimpahannya setelah aplikasi deltametrin. Pengaruh negatif aplikasi insektisida terhadap predator penghuni permukaan tanah dilaporkan terjadi pada berbagai agroekosistem pertanaman, seperti kubis (Shelton *et al.*, 1983), kapas (Bishop and Blood, 1980), alfalfa (Los and Allen, 1983), jagung (Stinner *et al.*, 1986), dan apel (Epstein *et al.*, 2000). Di Indonesia, penelitian semacam itu belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh samping aplikasi deltametrin terhadap kelimpahan artropoda predator permukaan tanah di pertanaman kedelai.

## BAHAN DAN METODE

### Pertanaman Kedelai, Pembagian Petak Perlakuan dan Aplikasi Insektisida

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Ciranjang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, dan berlangsung sejak Juli sampai dengan Oktober 1998. Kedelai varietas Wilis ditanam dengan cara ditugal dengan jarak tanam mengikuti bekas jarak tanam padi, yaitu 25 cm x 25 cm. Setelah penanaman, semua petak pertanaman diberi mulsa jerami. Luas pertanaman kedelai yang digunakan untuk percobaan sekitar 9000 m<sup>2</sup> yang

dibagi menjadi 20 petak berukuran 15 m x 15 m dengan jarak antar petak sekitar empat meter. Percobaan terdiri dari lima perlakuan yang dibedakan berdasarkan frekuensi aplikasi deltametrin (Decis 2.5 EC), yaitu aplikasi sekali pada saat kedelai berumur 10 hst (hari setelah tanam), aplikasi dua kali pada 10 dan 24 hst, aplikasi tiga kali pada 10, 24 dan 38 hst, aplikasi empat kali pada 10, 24, 38 dan 52 hst, dan tanpa aplikasi deltametrin sebagai kontrol.

Insektisida diaplikasikan menggunakan alat semprot tipe gendong (*knapsack sprayer*) dengan konsentrasi formulasi 1 ml/l air dan volume cairan semprot 400-500 l/ha sesuai anjuran. Persebaran petak perlakuan di lahan percobaan mengikuti Rancangan Acak Kelompok.

#### **Pengamatan Artropoda Predator Permukaan Tanah**

Kelimpahan artropoda predator permukaan tanah diamati melalui pemasangan lubang perangkap. Dalam setiap petak percobaan dipasang lima buah perangkap. Penempatan perangkap dilakukan secara sistematis, yaitu di empat titik pada arah setiap sudut petak dan satu di titik tengah petak. Perangkap dipasang sehari sebelum aplikasi insektisida dan diulang kembali pada 1, 2, 3, 7 dan 13 hari setelah aplikasi. Perangkap dipasang selama 1 x 24 jam kemudian diangkat dan dibawa ke laboratorium. Seluruh artropoda yang tertangkap dipilah-pilah di laboratorium,

kemudian predator yang terkumpul dimasukkan ke dalam tabung bekas film yang berisi alkohol 70%. Selanjutnya predator itu diidentifikasi sampai famili dan dihitung jumlahnya. Selain itu diamati pula artropoda detritivor seperti colembolan dan tungau.

#### **Analisis Data**

Analisis ragam menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Sebagai perlakuan adalah frekuensi aplikasi insektisida, yaitu tanpa aplikasi insektisida (0x), aplikasi 1x, 2x, 3x dan 4x. Selanjutnya perbedaan nilai tengah antar perlakuan diuji menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil**

##### **a. Pengaruh terhadap kelimpahan artropoda predator**

Jumlah keseluruhan predator permukaan tanah yang tertangkap pada petakan yang diaplikasi insektisida deltametrin nyata lebih rendah daripada petak yang tidak diaplikasi (Tabel 1, kolom 7). Hal ini menunjukkan bahwa insektisida deltametrin berpengaruh buruk terhadap kehidupan predator yang menghuni permukaan tanah. Kelompok predator yang kelimpahannya pada petak yang diaplikasi insektisida menurun secara nyata adalah laba-laba lycosid (Lycosidae), laba-laba linyphiid (Linyphiidae), kumbang carabid (Carabidae),

dan formicid (Formicidae); sedangkan kelimpahan kumbang staphylinid (Staphylinidae) tidak terpengaruh. Hasil analisis statistik juga mengungkapkan tidak ada perbedaan yang nyata pada kelimpahan predator antar petak dengan frekuensi aplikasi insektisida yang berbeda (Tabel 1). Walaupun demikian, terdapat kecenderungan bahwa petakan kedelai yang paling sering diaplikasi insektisida (empat kali) memiliki kelimpahan predator yang paling rendah.

Bila pengaruh aplikasi insektisida ini dinyatakan sebagai persentase penurunan kelimpahan predator relatif ter-

hadap petakan kontrol (Tabel 2), tampak bahwa pengaruh yang paling tinggi terjadi pada formicid yaitu berkisar antara 57% (1 kali aplikasi) hingga 78% (4 kali aplikasi). Pengaruh yang paling rendah diperlihatkan oleh laba-laba lycosid, berkisar 17% sampai dengan 21%. Penurunan kelimpahan kumbang staphylinid sangat bervariasi yaitu antara 2% hingga 31%. Berdasarkan rata-rata keseluruhan predator yang tertangkap terlihat bahwa aplikasi deltametrin menyebabkan penurunan kelimpahan antara 35% hingga 41%.

**Tabel 1.** Kelimpahan artropoda predator permukaan tanah pada berbagai frekuensi aplikasi insektisida deltametrin

Frekuensi aplikasi	Rataan kelimpahan *					Keseluruhan
	Lycosidae	Linyphiidae	Carabidae	Staphylinidae	Formicidae	
Kontrol	95,50 b	21,75 b	25,25 b	14,75 a	57,00 c	214,25 b
1 x	78,00 ab	12,50 a	13,75 a	10,25 a	24,25 b	138,75 a
2 x	77,25 a	11,00 a	15,25 a	12,25 a	15,00 ab	130,75 a
3 x	78,75 a	9,00 a	15,25 a	14,50 a	18,75 ab	136,25 a
4 x	75,50 a	8,50 a	17,50 ab	12,00 a	12,75 a	126,25 a

Keterangan: angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah data ditransformasi dengan  $\sqrt{x}$   
\* = hasil tangkapan 100 lubang perangkap dari 20 kali pemasangan

**Tabel 2.** Penurunan kelimpahan artropoda predator permukaan tanah pada berbagai frekuensi aplikasi insektisida deltametrin yang dinyatakan sebagai persen dari populasi pada petak kontrol.

Frekuensi aplikasi	Persentase penurunan kelimpahan relatif terhadap petak kontrol (%)					Keseluruhan
	Lycosidae	Linyphiidae	Carabidae	Staphylinidae	Formicidae	
1 x	18,32	42,53	45,54	30,51	57,46	35,24
2 x	19,11	49,43	39,60	16,95	73,68	38,97
3 x	17,54	58,62	39,60	1,69	67,11	36,41
4 x	20,94	60,92	30,69	18,64	77,63	41,07

Keterangan: angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah data ditransformasi dengan  $\sqrt{x}$   
\* = hasil tangkapan 100 lubang perangkap dari 20 kali pemasangan

**b. Pengaruh Sesaat Terhadap Predator**

Pengaruh deltametrin dalam selang waktu seminggu setelah aplikasi disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan rata-ran keseluruhan predator yang tertangkap, aplikasi insektisida deltametrin pada saat kedelai berumur 10 hst dan 24 hst secara nyata menurunkan kelimpahan kompleks artropoda predator permukaan tanah sampai tiga hari setelah aplikasi. Hasil pengamatan pada tujuh hari

setelah aplikasi menunjukkan bahwa kelimpahan predator telah pulih kembali, menyamai kelimpahannya sebelum aplikasi. Pemeriksaan lebih lanjut mengungkapkan bahwa kelompok artropoda yang terpengaruh oleh aplikasi deltametrin adalah lycosid, linyphiid, carabid, dan formicid; sedangkan kumbang staphylinid tidak memperlihatkan penurunan. Sebagai contoh, sehari sebelum aplikasi (pada perlakuan 10 hst) kelimpahan laba-laba lycosid adalah 4,25

**Tabel 3.** Kelimpahan artropoda predator permukaan tanah sebelum dan setelah aplikasi insektisida deltametrin

Artropoda predator	Saat aplikasi insektisida	Rataan kelimpahan predator*				
		Sehari sebelum aplikasi	Setelah aplikasi			
			1 hari	2 hari	3 hari	7 hari
Lycosidae	10 hst	4,25 bc	0,50 a	1,75 ab	1,75 ab	7,25 c
	24 hst	3,50 b	1,25 a	1,50 a	3,75 b	5,25 b
	38 hst	3,00 ab	4,50 abc	6,00 c	2,00 a	4,50 bc
	52 hst	2,00 a	4,50 a	4,00 a	1,50 a	10,25 b
Linyphiidae	10 hst	2,50 b	0,25 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a
	24 hst	0,75 a	0,25 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a
	38 hst	0,25 a	0,25 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a
	52 hst	0,75 a	0,00 a	0,25 a	0,25 a	0,25 a
Carabidae	10 hst	1,00 ab	0,00 a	1,00 ab	1,25 ab	1,50 b
	24 hst	3,00 ab	0,50 a	0,75 ab	1,00 ab	3,25 b
	38 hst	0,50 a	0,50 a	0,75 a	0,25 a	0,50 a
	52 hst	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,25 a	1,00 a
Staphylinidae	10 hst	0,75 a	2,00 a	3,00 a	1,50 a	0,50 a
	24 hst	0,00 a	0,75 a	0,25 a	0,50 a	0,25 a
	38 hst	0,25 a	0,25 a	0,50 a	0,50 a	0,25 a
	52 hst	0,25 a	1,00 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Formicidae	10 hst	3,25 b	0,75 a	0,25 a	0,50 a	0,50 a
	24 hst	1,25 a	0,25 a	0,75 a	0,50 a	0,25 a
	38 hst	0,25 a	0,00 a	0,50 a	1,25 a	2,00 a
	52 hst	1,25 a	0,00 a	0,25 a	0,75 a	1,00 a
Keseluruhan predator	10 hst	11,75 c	3,50 a	6,50 ab	5,50 ab	10,25 bc
	24 hst	8,50 b	3,00 a	3,75 a	6,25 ab	9,50 b
	38 hst	4,25 a	5,50 a	8,25 a	4,50 a	7,75 a
	52 hst	4,75 a	6,00 a	5,00 a	2,75 a	12,50 b

Keterangan: angka-angka sebaris yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah data ditransformasi dengan  $\sqrt{x + 0,5}$   
 \* = hasil tangkapan 5 lubang perangkap

ekor, dan sehari setelah aplikasi menurun tajam menjadi 0,50 ekor/5 perangkap/24 jam. Seminggu kemudian, kelimpahan laba-laba Lycosidae meningkat menjadi 7,25 ekor/5 perangkap/24 jam. Pola perubahan kelimpahan yang hampir sama juga diperlihatkan oleh predator lainnya yang terpengaruh oleh aplikasi deltametrin. Berbeda dengan aplikasi pada 10 dan 24 hst, aplikasi insektisida pada saat tanaman berumur 38 hst dan 52 hst tidak menyebabkan penurunan kelimpahan predator, khususnya dalam selang waktu tiga hari setelah aplikasi.

### c. Pengaruh Terhadap Colembolan dan Tungau

Walaupun penelitian ditekankan pada artropoda predator, selama penelitian berlangsung dilakukan pula pengamatan terhadap kelimpahan colembola dan tungau. Kedua artropoda ini umumnya berperan sebagai perombak bahan organik, dan merupakan mangsa dari artropoda predator penghuni

permukaan tanah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi deltametrin tidak berpengaruh buruk terhadap kelimpahan kedua kelompok artropoda ini (Tabel 4). Kebiasaan hidup colembolan dan tungau di dalam lapisan jerami atau serasah memungkinkannya terhindar dari kontak langsung dengan insektisida.

### Pembahasan

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa di antara predator penghuni permukaan tanah di pertanaman kedelai yang dipengaruhi oleh aplikasi deltametrin adalah kelompok laba-laba. Selama penelitian berlangsung, jenis laba-laba yang paling sering ditemukan adalah *Pardosa pseudoannulata* (Lycosidae) dan *Atypena adelinae* (Linyphiidae). Menurut Jepson (1989) faktor yang menentukan risiko suatu organisme terhadap pengaruh samping insektisida adalah tingkat keterpaparan dan kerentanannya. Di antara insektisida golongan piretroid, deltametrin adalah salah satu senyawa

**Tabel 4.** Kelimpahan colembolan dan tungau di permukaan tanah pada berbagai frekuensi aplikasi insektisida deltametrin

Frekuensi aplikasi	Rataan kelimpahan *	
	Colembolan	Tungau
0 x	19874,3 a	606,3 a
1 x	22593,0 a	491,0 a
2 x	28796,0 a	539,8 a
3 x	21857,5 a	525,5 a
4 x	23609,3 a	486,0 a

Keterangan: angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5% setelah data ditransformasi dengan  $\sqrt{x}$   
\* = hasil tangkapan 100 lubang perangkap dari 20 kali pemasangan

yang lebih toksik terhadap musuh alami (Croft, 1990). Pengaruh buruk deltametrin terhadap laba-laba dilaporkan baik di laboratorium (Wiles and Jepson, 1992) maupun pada kondisi lapangan (Everts *et al.*, 1989; van den Berg *et al.*, 2000). Kerentanan yang tinggi terhadap insektisida merupakan ciri umum dari kelompok laba-laba (Basedow *et al.*, 1985; Inglesfield, 1989), dan diduga berkaitan dengan kondisi tubuh yang lunak (Wiles dan Jepson, 1992). Lebih daripada itu, laba-laba lycosid aktif bergerak pada permukaan tanah sehingga peluang terpapar residu insektisida menjadi lebih tinggi (Jepson, 1989); sedangkan jaring, seperti yang dibuat oleh laba-laba linyphiid (Barrion dan Litsinger 1995), dapat berperan sebagai penampung butiran insektisida (Samu *et al.*, 1992).

Selain terhadap laba-laba, pengaruh samping aplikasi insektisida terhadap kumbang carabid dilaporkan oleh Shires *et al.* (1985) dan terhadap formicid oleh Peck *et al.*, (1998). Dalam percobaan di Cianjur, aplikasi deltametrin menurunkan kelimpahan kumbang Carabidae sekitar 30-45% dan semut (Formicidae) sekitar 60-75%. Pengaruh yang lebih rendah pada kumbang carabid diduga berhubungan dengan perilakunya. Kumbang carabid yang paling banyak dijumpai adalah jenis *Pheropsophus occipitalis* (MacLeay). Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa kumbang ini tinggal dalam rongga tanah di pematang, dan datang ke pertanaman kedelai pada malam hari saat mencari

mangsa. Perilaku yang demikian menyebabkan peluang kumbang tanah terpapar insektisida lebih kecil daripada semut yang hidup menetap di lahan kedelai.

Berbeda dengan kelompok predator yang disebut di atas, hasil penelitian menunjukkan bahwa kumbang Staphylinidae tidak banyak terpengaruh oleh aplikasi deltametrin. Jenis yang paling dominan di lokasi penelitian adalah *Paederus fuscipes* Curt. Kumbang staphylinid umumnya aktif di tajuk kedelai (Taulu, 2001), sehingga penggunaan lubang perangkap tidak cukup handal untuk menduga kelimpahannya. Purwanta (1998) melaporkan bahwa aplikasi deltametrin menyebabkan kelimpahan kumbang staphylinid yang terdapat di tajuk kedelai menurun. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian van Hamburg dan Guest, (1996) pada kapas di Afrika dan van den Berg *et al.*, (2000) pada kedelai di Jawa Timur yang menunjukkan bahwa aplikasi deltametrin tidak berpengaruh buruk terhadap kelimpahan kumbang staphylinid. Perbedaan itu tampaknya lebih disebabkan oleh teknik pengamatan yang berbeda. Pengamatan kumbang staphylinid yang dilakukan Purwanta (1998) menggunakan D-vac, sedangkan van Hamburg and Guest (1996) dan van den Berg *et al.*, (2000) menggunakan pengamatan langsung pada pertanaman. Semua ini mengisyaratkan perlunya pembakuan teknik pengamatan dalam mengevaluasi pengaruh samping aplikasi insektisida terhadap musuh alami.

Pengaruh sesaat insektisida terhadap artropoda predator bervariasi tergantung pada fase perkembangan tanaman. Aplikasi deltametrin pada saat kedelai berumur 38 dan 52 hst tidak berpengaruh terhadap kelimpahan predator penghuni permukaan tanah. Hal ini diduga berkaitan dengan pertumbuhan tajuk tanaman yang semakin rimbun sehingga menghalangi jatuhnya titik-titik (*droplets*) semprotan insektisida ke permukaan tanah. Kecenderungan yang sama dilaporkan pula oleh van den Berg *et al.* (1998) dan Purwanta (1998) yang meneliti pengaruh samping insektisida terhadap predator penghuni tajuk.

#### KESIMPULAN

Aplikasi deltametrin berpengaruh buruk terhadap kelimpahan artropoda predator permukaan tanah khususnya laba-laba lycosid, laba-laba linyphiid, kumbang carabid, dan formicid. Terdapat kecenderungan bahwa aplikasi deltametrin pada saat tajuk sudah rimbun tidak menyebabkan penurunan kelimpahan predator permukaan tanah, khususnya dalam selang waktu tiga hari setelah aplikasi. Pengaruh buruk aplikasi deltametrin pada fase pertumbuhan awal terhadap kelimpahan predator berlanjut hingga menjelang panen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Barrion A.T. and J.A. Litsinger. 1995. Riceland Spider of South and Southeast Asia. International Rice Research Institute. CAB International. Manila. 716 p.
- Basedow T.H., H. Rzehak and K. Voss. 1985. Studies on The Effect of Deltamethrin Sprays on The Numbers of Epigeal Predatory Arthropods Occuring in Arable Fields. *Pestic. Sci.* 16: 325-331.
- Bishop, A.L. and P.R. Blood. 1980. Arthropod Ground Strata Composition of The Cotton Ecosystem in South-eastern Queensland, and The Effect of Some Control Strategies. *Aust. J. Zool.* 28: 693-697.
- Croft, B.A. 1990. Arthropod Biological Control Agents and Pesticides. New York: John Wiley and Sons. 723 p.
- Culin, J.D. and R.W. Rust. 1980. Comparison of The Ground Surface and Foliage Dwelling Spider Communities in a Soybean Habitat. *Environ Entomol* 9(5): 577-582.
- Epstein, D.L., R.S. Zack, J.F. Brunner, L. Gut and J.J. Brown. 2000. Effects of Broad-Spectrum Insecticides on Epigeal Arthropod Biodiversity in Pacific Northwest Apple Orchards. *Environ Entomol* 29(2): 340-348.
- Everts, J.W., B. Aukema, R. Hengeveld and J.H. Kocman. 1989. Side-Effects of Pesticides on Ground-Dwelling Predatory Arthropods in Arable Ecosystems. *Environ Pollut* 59: 203-225.
- Hardin M.R., B. Benrey, M. Coll, W.O. Lamp, G.K. Roderick and P. Barbosa. 1995. Arthropod Pest Resurgence: an Overview of Potential Mechanisms. *Crop Protection* 14(1): 1-18.
- Inglesfield, C. 1989. Pyrethroids and Terrestrial Non-Target Organisms. *Pestic. Sci.* 27: 387-428.
- Jepson, P.C. 1989. The Temporal and Spatial Dynamics of Pesticide Side-Effects on Non-Target Invertebrates. p. 95-127. In P.C. Jepson (ed.) *Pesticides and Non-Target Invertebrates*. Intercept, Wimborne, Dorset, England.
- Los, L.M. and W.A. Allen. 1983. Abundance and Diversity of Adult Carabidae in Insecticide-Treated and Untreated Alfalfa Fields. *Environ. Entomol.* 12: 1068-1072
- Peck, S.L., B. Mcquaid and C.L. Campbell. 1998. Using Ant Species (Hymenoptera: Formicidae) as a Biological Indicator of Agroecosystem Condition. *Environ. Entomol.* 27(5): 1102-1110.



- Purwanta, F.X. 1998. Pengaruh Aplikasi Insektisida Terhadap Kompleks Artropoda di Ekosistem Kedelai. Tesis. Program Pascasarjana, IPB. Bogor. 95 hal.
- Rauf, A., H. Triwidodo dan Widodo. 1994. Penggunaan Pestisida oleh Petani Kedelai di Empat Kabupaten di Jawa Barat. Seminar Nasional Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kedelai Melalui Penerapan Pengendalian Hama Terpadu Kedelai. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. 13 hal.
- Samu, E., G.A. Matthews and F. Vollrath. 1992. Spider Webs are Efficient Collectors of Agrochemical Spray. *Pestic. Sci.* 36: 47-51.
- Shelton, A.M., J.T. Andaloro and C.W. Hoy. 1983. Survey of Ground-Dwelling Predaceous and Parasitic Arthropods in Cabbage Fields in Upstate New York. *Environ. Entomol.* 12: 1026-1030.
- Shires, S.W. 1985. A Comparison of The Effects of Cypermethrin, Parathion-Methyl and DDT on Cereal Aphids, Predatory Beetles, Earthworm and Litter Decomposition in Spring Wheat. *Crop Protection* 4: 177-193.
- Small, G. 1998. Genetical Background of Insecticide Resistance. In *Molecular Entomology Workshop*. Universitas Gajah Mada.
- Sosromarsono S. 1999. Pengendalian Hayati: Perkembangan dan Tekniknya dalam Sistem Pengendalian Hama Terpadu. Makalah Lokakarya dan Seminar Nasional Pengendalian Hayati, Pusat Studi Pengendalian Hayati UGM, Yogyakarta. 20 hal.
- Stinner, B.R., H.R. Krueger and D.A. McCartney. 1986. Insecticide and Tillage Effects on Pest and Non-Pest Arthropods in Corn Agroecosystems. *Agric. Ecosys. Environ.* 15: 11-21.
- Supriyatin. 1992. Assessment of Yield Loss Caused by Pod Damaging Pests on Soybean in Indonesia. pp. 164-167. In PAC Ooi, GS Lim, PS Teng (ed.) *Proceedings of the Third International Conference on Plant Protection in the Tropics*. Genting Highlands, Malaysia, 20-23 March 1990.
- Taulu, L.A. 2001. Kompleks Artropoda Predator Penghuni Tajuk Kedelai dan Peranannya dengan Perhatian Utama pada *Paederus fuscipes* (Curt.) (Coleoptera: Staphylinidae). Disertasi. Program Pasca sarjana, IPB. 105 hal.
- Tengkano, W., Harnoto, M. Taufiq dan M. Iman. 1992. Dampak Negatif Insektisida Terhadap Musuh Alami Hama Pengisap Polong Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Pendukung PHT. Cisarua, 7-8 September 1992. 29 hal.
- Turnipseed, S.G. and M. Kogan. 1976. Soybean Entomology. *Ann. Rev. Entomol.* 21: 247-282.
- Van den Berg H., K. Hassan and M. Marzuki. 1998. Evaluation of Pesticide Effects on Arthropod Predator Populations in Soya Bean in Farmers Fields. *Biocontrol Science and Technology* 8: 125-137.
- Van den Berg H., B.M. Shepard and Nasikin. 1998. Damage Incidence by *Etiella zinckenella* and *Helicoverpa armigera* in Soybean in East Java. *Internat J. Pest Manag.* 44: 153-159.
- Van den Berg H., A. Aziz and M. Machrus. 2000. On-farm Evaluation of Measures to Monitor and Control Soybean Pod-Borer *Etiella zinckenella* in East Java, Indonesia. *Internat J. Pest Manag.* 46: 219-224.
- Van Hamburg H. and P.J. Guest. 1996. The Impact of Insecticides on Beneficial Arthropods in Cotton Agro-Ecosystems in South Africa. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 32: 63-68.
- Waage, J. 1989. The Population Ecology of Pest-Pesticide-Natural Enemy Interactions. pp. 81-93. In PC Jepson (ed.) *Pesticides and Non-Target Invertebrates*. Intercept, Wimborne, Dorset, England.
- Wiles, J.A. and P.C. Jepson. 1992. The Susceptability of a Cereal Aphid Pest and Its natural Enemies to Deltamethrin. *Pestic. Sci.* 36: 263-272.
- Winasa I W. dan A. Rauf. 2001. Komunitas Artropoda Predator Penghuni Permukaan Tanah pada Pertanaman Kedelai. h. 81-87. Dalam E Soenarjo, S Sosromarsono, S Wardoyo, I Prasadja ed. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem Produksi Pertanian*. Cipayung, 16-18 Oktober 2000.