

PENGARUH SAMPING APLIKASI INSEKTISIDA TERHADAP PREDATOR DAN PARASITOID PADA PERTANAMAN KEDELAI DI CIANJUR

Fx. Purwanta¹⁾ dan Annu Rauf²⁾

¹⁾Alumnus Program Pascasarjana IPB, ²⁾Staf pengajar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian-IPB

ABSTRACT

Side-effects of insecticide applications on predators and parasitoids on soybean in Cianjur

The impact of insecticides (BPMC, profenofos, and deltamethrin) on abundance of predators and parasitoids was determined on soybean in Cianjur from July until October 1996. The insecticides were applied three times each at 3, 7, and 9 weeks after planting. Abundance of predators and parasitoids was monitored every two weeks using a D-vac machine. The most abundant families of spiders were Linyphiidae and Lycosidae, of predaceous insects Staphylinidae, and of parasitoids Scelionidae. Insecticide applications significantly lowered predator and parasitoid populations. Deltamethrin had greatest impact on spiders and predaceous insects, while profenofos on parasitoids. Overall, insecticides reduced natural enemy abundance by 20-78% relative to those in unsprayed plots. To reduce the negative effects, indiscriminate use of insecticides should be avoided.

Key words: Side-effect, insecticide, predator, parasitoid, soybean

RINGKASAN

Pengaruh samping aplikasi insektisida terhadap predator dan parasitoid pada pertanaman kedelai di Cianjur

Pengaruh insektisida BPMC, profenofos, dan deltametrin terhadap kelimpahan predator dan parasitoid diteliti pada pertanaman kedelai di Cianjur dari Juli hingga Oktober 1996. Insektisida diaplikasikan sebanyak tiga kali, masing-masing pada saat tanaman berumur 3, 7, dan 9 minggu setelah tanam. Kelimpahan predator dan parasitoid diamati setiap 2 minggu dengan menggunakan mesin D-vac. Famili laba-laba yang paling berlimpah adalah Linyphiidae dan Lycosidae, serangga predator Staphylinidae, dan parasitoid Scelionidae. Aplikasi insektisida secara nyata menurunkan kelimpahan musuh alami hama. Deltametrin memberikan pengaruh yang paling buruk terhadap laba-laba dan serangga predator, sedangkan profenofos terhadap parasitoid. Secara keseluruhan penurunan populasi pada petak yang diaplikasi insektisida berkisar dari 20 hingga 78% relatif terhadap populasi pada petak kontrol. Untuk mengurangi dampak negatif ini, penggunaan insektisida secara sembarangan perlu dihindari.

Kata kunci: Pengaruh samping, insektisida, predator, parasitoid, kedelai

PENDAHULUAN

Salah satu komponen penting penyusun agro-ekosistem adalah kelompok artropoda yang berperan sebagai musuh alami hama, yaitu predator dan parasitoid. Dilaporkan bahwa kompleks musuh alami yang ada di pertanaman kedelai mampu men-

cegah perkembangan populasi hama mencapai status yang merugikan (Turnipseed & Kogan 1976). Namun keberadaan musuh alami ini sering terganggu oleh adanya aplikasi insektisida (Waage 1989), sehingga mengurangi kemampuannya dalam mengatur populasi hama (van Hamburg & Guest 1997). Lebih dari itu, deraan yang terjadi pada agroekosis-

tem oleh insektisida dapat menyebabkan terjadinya fenomena pergeseran spesies, penyederhanaan jenjang trofik, dan resurgensi hama (Ripper 1956; Newsom 1967; Croft & J Brown 1975).

Dalam mengendalikan hama, petani kedelai umumnya menggunakan insektisida secara sembarangan, tanpa memperhatikan populasi hama dan musuh alaminya. Frekuensi aplikasi insektisida yang biasa diterapkan sekitar 3-4 kali dalam satu musim tanam (Rauf *et al.* 1994), dan bahkan di beberapa tempat setiap minggu (van den Berg *et al.* 1998). Jenis insektisida yang digunakan sangat beragam, tetapi secara umum mencakup golongan karbamat, organofosfat, atau piretroid.

Dengan adanya perluasan program pengendalian hama terpadu (PHT) di Indonesia dari padi ke kedelai, kesadaran untuk memahami pengaruh samping aplikasi insektisida terhadap makhluk bukan-sasaran yang hidup di pertanaman kedelai mulai menguat. Tengkanan *et al.* (1992) melakukan penelitian di laboratorium tentang pengaruh buruk insektisida terhadap parasitoid telur pengisap polong kedelai. Penelitian pada skala hamparan dilakukan oleh van den Berg *et al.* (1998), yang menekankan pada pengaruh buruk aplikasi insektisida terhadap kelimpahan beberapa predator utama di pertanaman kedelai. Tulisan ini melaporkan hasil penelitian tentang pengaruh samping insektisida BPMC, profenofos, dan deltametrin terhadap kompleks predator dan parasitoid yang menghuni tajuk kedelai. Pengaruh ketiga insektisida itu terhadap artropoda predator yang menghuni lantai pertanaman kedelai akan dilaporkan pada tulisan berikutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada pertanaman kedelai di Desa Mekarwangi, Kecamatan Ciranjang, Kabupaten Cianjur, yang berlangsung sejak bulan Juli hingga Oktober 1996. Di wilayah penelitian, pola tanam yang umum dilakukan petani adalah padi-padi-kedelai. Dalam penelitian ini digunakan kedelai varietas Wilis yang dibudidayakan mengikuti cara petani setempat. Pengolahan tanah tidak dilakukan, dan benih ditanam secara ditugal pada jarak tanam 20 cm x 20 cm dengan jumlah 3-4 benih per lubang. Setelah tanam, permukaan tanah ditutupi mulsa jerami padi secara merata. Pemupukan dan pengendalian gulma tidak dilakukan.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat perlakuan, yaitu tiga golongan insektisida dan kontrol. Setiap perlakuan terdiri dari enam ulangan. Luas setiap satuan perlakuan sekitar 2000 m², yang masing-masing dipisahkan oleh galangan. Insektisida yang diuji dalam percobaan ini adalah BPMC yang mewakili golongan karbamat, profenofos mewakili organofosfat, dan deltametrin mewakili piretroid sintetis. Ketiga jenis insektisida tersebut dipilih karena umum digunakan oleh petani kedelai di Jawa Barat (Rauf *et al.* 1994). Aplikasi insektisida dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 3, 7, dan 9 minggu setelah tanam (MST), dengan konsentrasi 2 ml per l air dan volume semprot 500 l per ha serta menggunakan *knapsack sprayer*. Frekuensi dan saat aplikasi insektisida tadi didasarkan pada kebiasaan petani, sesuai dengan hasil survei sebelumnya (Rauf *et al.* 1994).

Pengambilan contoh artropoda penghuni tajuk dimulai pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (mst) dan diulang setiap dua minggu. Pengambilan contoh menggunakan mesin pengisap D-vac. Pada setiap petak perlakuan diambil lima rumpun contoh secara sistematis yang membentuk formasi diagonal. Sebelum dilakukan pengisapan, rumpun dikurung agar artropoda yang ada pada rumpun tidak terbang selama pengisapan. Kurungan dibuat dari plastik mika berkerangka aluminium, serta berukuran tinggi 100 cm dengan luas permukaan atas dan bawah masing-masing 20 cm x 20 cm dan 30 cm x 30 cm. Artropoda yang tersedot kemudian dipisahkan dari serasah, dibedakan berdasarkan famili, dicatat jumlahnya, dan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung filem yang berisi alkohol 70%. Data kelimpahan populasi ditransformasi ke dalam log (x + 1) sebelum dilakukan analisis ragam. Nilai rataan kerapatan populasi pada tiap perlakuan insektisida dibandingkan dengan rataan pada petak kontrol dengan menggunakan uji Dunnett (Steele & Torrie 1960).

HASIL

Pada petak kedelai tanpa insektisida, Linyphidae merupakan golongan laba-laba yang paling berlimpah, yang menyusun sekitar 65% dari 839 ekor laba-laba yang terkumpul. Jenis yang paling dominan dari famili ini adalah *Atypena* sp. Laba-laba lainnya yang banyak dijumpai adalah famili

Lycosidae, yang sebagian besar terdiri dari jenis *Pardosa pseudoannulata* (Boes. & Str.). Famili laba-laba yang dijumpai dalam jumlah yang lebih sedikit adalah Salticidae, Oxyopidae, dan Araneidae. Dari golongan serangga predator, yang paling berlimpah adalah famili Staphylinidae yang sebagian besar termasuk jenis kumbang jelajah *Paederus fuscipes* Curtis. Kumbang tanah (Carabidae) juga dijumpai dalam jumlah yang cukup banyak. Serangga predator lainnya yang terkumpul dari tanaman contoh adalah Coccinellidae, Formicidae, Gryllidae, Syrphidae, Reduviidae, Tettigoniidae, Pentatomidae, dan Carcinophoridae. Walaupun dikelompokkan sebagai predator, sebagian dari anggota Formicidae sangat mungkin berperan sebagai detritivor. Kelompok parasitoid yang paling berlimpah adalah famili Scelionidae, yang menyusun 41% dari seluruh parasitoid yang terkumpul (n=1276 ekor). Serangga parasitoid lainnya yang banyak dijumpai adalah yang tergolong famili Eulophidae, Braconidae, dan Pteromalidae. Di samping itu, dalam jumlah yang sedikit ditemukan Mymaridae, Ceraphronidae, Dryinidae, Trichogrammatidae, Eucoilidae, dan Ichneumonidae.

Pengaruh terhadap laba-laba

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan keseluruhan laba-laba pada petak yang diaplikasi

insektisida nyata lebih rendah daripada petak kontrol (Tabel 1, kolom terakhir). Penurunan populasi relatif terhadap petak kontrol adalah 34,6, 45,1 dan 68,9% masing-masing pada petak yang diaplikasi BPMC, profenofos, dan deltametrin. Tiga famili laba-laba yang kelimpahannya berbeda nyata dengan kontrol adalah Linyphiidae, Salticidae, dan Oxyopidae; sedangkan Lycosidae dan Araneidae tidak memperlihatkan perbedaan.

Pemeriksaan terhadap rata-rata data pengamatan dua-mingguan (Tabel 2) menunjukkan bahwa sebelum aplikasi insektisida (2 MST) kerapatan populasi laba-laba di antara petak perlakuan tampak tidak merata, paling rendah terdapat pada petak kontrol. Pada 4 mst atau satu minggu setelah aplikasi insektisida yang pertama terjadi keadaan yang sebaliknya, kerapatan populasi pada petak khususnya yang diaplikasi deltametrin nyata lebih rendah daripada petak kontrol. Pengaruh ini masih terlihat pada 6 mst atau tiga minggu setelah aplikasi. Aplikasi kedua yang dilakukan pada 7 mst dan ketiga pada 9 mst menyebabkan kerapatan populasi laba-laba pada 8 hingga 12 mst lebih rendah pada petak yang diaplikasi daripada petak kontrol. Seperti hasil pengamatan minggu-minggu sebelumnya, kerapatan populasi yang paling rendah terdapat pada petak yang diaplikasi deltametrin.

Tabel 1. Kerapatan populasi laba-laba menurut famili pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada famili					Keseluruhan
	Linyphiidae	Lycosidae	Araneidae	Salticidae	Oxyopidae	
BPMC	46,67 n	28,33	11,67	4,00 n	1,00 n	91,33 n (34,6)*
Profenofos	38,33 n	28,50	7,50	1,17 n	0,67 n	76,67 n (45,1)
Deltametrin	14,67 n	23,17	6,33	1,00 n	0,00 n	43,33 n (68,9)
Kontrol	90,33	31,33	8,17	7,50	2,17	139,67

* Nilai rata-rata yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$. Angka dalam tanda () menunjukkan persentase penurunan populasi relatif terhadap kontrol.

Tabel 2. Kerapatan populasi laba-laba menurut umur tanaman pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada umur tanaman (mst)					
	2	4	6	8	10	12
BPMC	16,50 n*	10,67	17,50	13,17 n	17,50 n	16,00 n
Profenofos	13,33	9,50	13,17	9,17 n	16,67 n	16,50 n
Deltametrin	16,00 n	3,50 n	9,50 n	4,50 n	5,83 n	4,33 n
Kontrol	8,33	10,33	20,33	29,33	41,17	30,17

* Nilai rata-rata yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$.

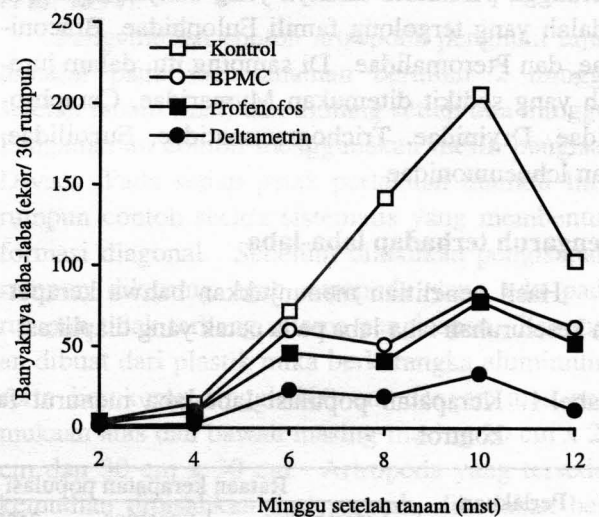
Untuk lebih memperjelas pengaruh aplikasi setiap jenis insektisida terhadap perkembangan populasi laba-laba, total hasil tangkapan laba-laba yang paling dominan (*Atypena* sp.) dipetakan menurut waktu pengamatannya seperti disajikan pada Gambar 1. Pada petak kontrol, populasi *Atypena* sp. meningkat dengan cepat mulai 4 mst dan mencapai puncaknya (247 ekor per 30 rumpun) pada saat tanaman berumur 10 mst. Perkembangan populasi yang demikian tidak tampak pada petak yang diaplikasi insektisida. Kerapatan populasi tertinggi adalah 83, 78, dan 33 ekor per 30 rumpun masing-masing pada petak yang diaplikasi BPMC, profenofos, dan deltametrin.

Pengaruh terhadap Serangga Predator

Tabel 3 menyajikan pengaruh aplikasi insektisida terhadap serangga predator. Kerapatan keseluruhan predator pada petak yang diaplikasi insektisida lebih rendah daripada petak kontrol. Penurunan kelimpahan populasi pada petak yang diaplikasi BPMC, profenofos, dan deltametrin masing-masing adalah 56,5, 62,4, dan 78,7% relatif terhadap petak kontrol. Staphylinidae, Gryllidae, dan "serangga lain" lebih rendah pada petak yang diaplikasi oleh setiap jenis insektisida; sedangkan Coccinellidae oleh profenofos dan deltametrin, dan Carabidae oleh profenofos. Berbeda dengan BPMC dan profenofos, aplikasi deltametrin cenderung meningkatkan kelimpahan populasi Formicidae. Hal ini diduga terkait dengan terjadinya peningkatan populasi kutu daun *Aphis glycines* Matsumura (Homoptera: Aphididae) pada petak yang diaplikasi insektisida.

Pengaruh buruk deltametrin terhadap kelimpahan serangga predator terlihat sejak satu minggu

setelah aplikasi yang pertama, dan terus berlanjut hingga dua minggu berikutnya (Tabel 4). Walaupun secara statistik tidak berbeda nyata, kerapatan populasi serangga predator pada 4 mst pada petak yang diaplikasi profenofos separuh daripada petak kontrol. Perbedaan yang nyata terlihat pada 6 mst atau tiga minggu setelah aplikasi insektisida yang pertama. Hal ini diduga karena efek residu profenofos yang cukup lama. Aplikasi BPMC yang pertama yang dilakukan pada 3 mst tidak nyata pengaruhnya terhadap penurunan populasi predator pada 4 dan 6 mst. Pada 8, 10, dan 12 mst, kelimpahan predator pada petak yang diaplikasi insektisida lebih rendah daripada petak kontrol. Hal ini lebih disebabkan oleh pengaruh aplikasi insektisida yang kedua dan ketiga, dan sebagian lagi karena pengaruh lanjutan yang terbawa dari aplikasi yang pertama khususnya pada petak deltametrin.



Gambar 1. Perkembangan populasi laba-laba *Atypena* sp. pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Tabel 3. Kerapatan populasi serangga predator menurut famili pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

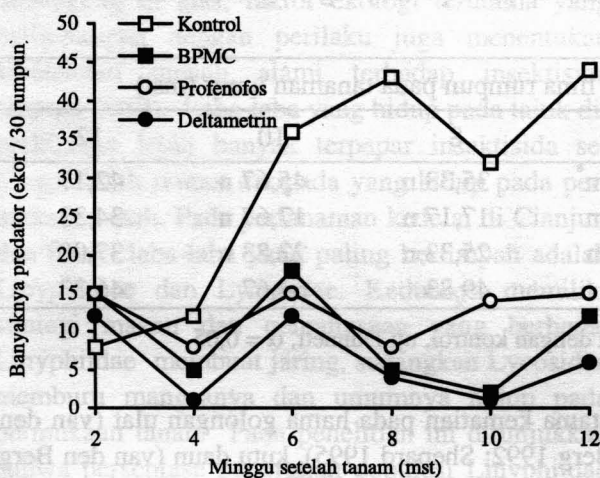
Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada famili						Keseluruhan
	Staphylinidae	Coccinellidae	Carabidae	Formicidae	Gryllidae	Serangga lain	
BPMC	9,67 n	3,83	8,83	2,33 n	2,33 n	5,33 n	31,0 n (56,5)*
Profenofos	12,50 n	1,33 n	3,67 n	1,33 n	0,50 n	4,67 n	26,8 n (62,4)
Deltametrin	6,17 n	1,17 n	6,33	15,50	0,83 n	1,67 n	15,2 n (78,7)
Kontrol	27,00	6,00	11,33	9,50	12,17	15,67	71,3

* Nilai rata-rata yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$. Angka dalam tanda () menunjukkan persentase penurunan populasi relatif terhadap kontrol.

Tabel 4. Kerapatan populasi serangga predator menurut umur tanaman pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada umur tanaman (mst)					
	2	4	6	8	10	12
BPMC	5,50	2,00	9,83	3,50 n	4,17 n	6,00 n
Profenofos	4,33	1,67	5,00 n	2,67 n	8,17 n	5,00 n
Deltametrin	5,50	0,33 n*	4,00 n	2,00 n	0,50 n	2,83 n
Kontrol	2,33	3,50	11,67	20,00	12,67	21,17

* Nilai rata-ran yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$.



Gambar 2. Perkembangan populasi kumbang *Paederus fuscipes* pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Pengaruh aplikasi insektisida secara umum dapat dilihat pada perkembangan populasi predator yang paling dominan (kumbang jelajah *P. fuscipes*). Walaupun pada awalnya (2 mst) populasi kumbang pada petak yang akan diaplikasi insektisida lebih banyak, perkembangannya setelah aplikasi selalu lebih rendah dibandingkan petak kontrol (Gambar 2). Kerapatan populasi kumbang *P. fuscipes* pada petak kontrol yang tertinggi mencapai 40-an ekor per 30 rumpun, sedangkan pada petak yang diaplikasi insektisida sekitar 12-18 ekor per 30 rumpun.

Pengaruh terhadap Parasitoid

Pengaruh aplikasi insektisida terhadap kelimpahan parasitoid disajikan pada Tabel 5. Tampak bahwa kerapatan populasi seluruh parasitoid pada petak yang diaplikasi profenofos lebih rendah daripada petak kontrol. Pada petak yang diaplikasi deltametrin pengaruh nyata terlihat pada kelimpahan

populasi Scelionidae, Pteromalidae, Eulophidae, dan Braconidae; sedangkan yang diaplikasi BPMC pengaruhnya terbatas pada dua famili yang disebut terakhir. Pengaruh buruk insektisida terhadap keseluruhan parasitoid tercantum pada kolom terakhir dari Tabel 5, yang menunjukkan bahwa kerapatan populasi parasitoid pada petak yang diaplikasi jauh lebih rendah daripada petak kontrol. Penurunan populasi pada petak yang diaplikasi BPMC, profenofos, dan deltametrin masing-masing adalah 21,2, 51,9, dan 42,0%.

Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa kerapatan populasi parasitoid pada 4 mst atau satu minggu setelah aplikasi yang pertama tidak berbeda antara petak perlakuan insektisida dengan petak kontrol (Tabel 6). Perbedaan baru terlihat tiga minggu kemudian (6 mst). Aplikasi yang kedua dan ketiga menyebabkan kerapatan populasi parasitoid pada 8 dan 10 mst lebih rendah pada petak perlakuan insektisida dibandingkan petak kontrol. Pada 12 mst, atau dua minggu setelah aplikasi insektisida yang ketiga, kerapatan populasi parasitoid tidak berbeda antara petak yang diaplikasi insektisida dengan yang tidak. Tiadanya perbedaan ini diduga terkait dengan perilaku imago parasitoid yang bersifat mobil. Perilaku ini memungkinkan imago parasitoid melakukan invasi ulang pada petak yang telah diaplikasi insektisida.

Secara umum pengaruh insektisida terhadap perkembangan populasi parasitoid disajikan pada Gambar 3. Seperti halnya laba-laba dan serangga predator, populasi awal parasitoid relatif lebih tinggi pada petak-petak perlakuan insektisida daripada petak kontrol. Namun, setelah diaplikasi insektisida terjadi keadaan yang sebaliknya, yaitu populasinya selalu di bawah rata-ran populasi pada petak kontrol.

Tabel 5. Kerapatan populasi parasitoid menurut famili pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

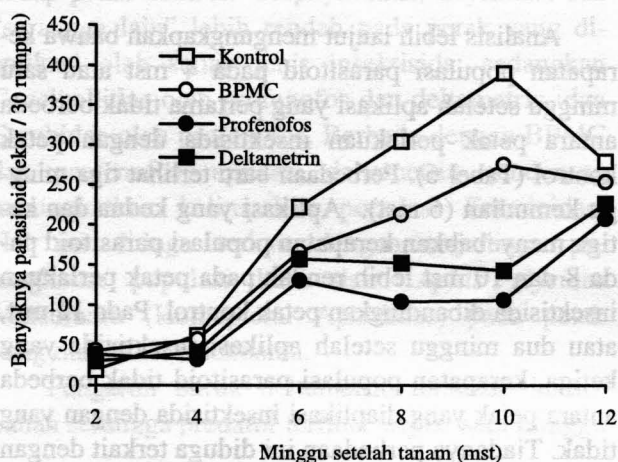
Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada famili					Keseluruhan
	Scelionidae	Eulophidae	Braconidae	Pteromalidae	Parasitoid lain	
BPMC	80,67	18,00 n	13,67 n	18,00	36,50	167,00 n (21,2)*
Profenofos	46,33 n	13,17 n	9,83 n	6,83 n	26,67 n	102,00 n (51,9)
Deltametrin	52,83 n	8,50 n	12,33 n	7,50 n	41,83	123,00 n (42,0)
Kontrol	86,67	32,00	27,17	22,83	42,83	212,00

* Nilai rata-ran yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$. Angka dalam tanda () menunjukkan persentase penurunan populasi relatif terhadap kontrol.

Tabel 6. Kerapatan populasi parasitoid menurut umur tanaman pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

Perlakuan	Rataan kerapatan populasi per lima rumpun pada tanaman umur (mst)					
	2	4	6	8	10	12
BPMC	7,17	9,33	27,33 n*	35,33 n	45,67 n	42,17
Profenofos	6,33	5,17	21,33 n	17,17 n	17,67 n	34,33
Deltametrin	5,00	6,67	26,17 n	25,33 n	22,83 n	37,00
Kontrol	3,17	10,33	37,17	49,83	64,67	46,33

* Nilai rata-ran yang diikuti huruf "n" menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, uji Dunnett, $\alpha = 0,05$.



Gambar 3. Perkembangan populasi parasitoid pada petak yang diaplikasi insektisida dan petak kontrol

PEMBAHASAN

Secara tidak langsung penelitian yang dilakukan mengungkapkan bahwa pertanian kedelai dihuni oleh banyak artropoda yang berperan sebagai musuh alami, baik yang berupa predator maupun parasitoid. Sebagian dari musuh-musuh alami yang ditemukan diketahui merupakan penyebab

utama kematian pada hama golongan ulat (van den Berg 1992; Shepard 1995), kutu daun (van den Berg *et al.* 1997), dan kepik pengisap polong (van den Berg 1995) yang hidup di pertanian kedelai. Potensi musuh alami yang menghuni tajuk kedelai ini dapat diukur dari kerapatan populasinya. Pada petak yang tidak diaplikasi insektisida, total jumlah individu yang berhasil dikumpulkan dari 180 rumpun adalah 1.406 predator atau 7,8 ekor per rumpun, dan 1.276 parasitoid atau 7,1 ekor per rumpun.

Potensi musuh alami tersebut di atas dapat terganggu oleh aplikasi insektisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi insektisida sebanyak tiga kali selama pertumbuhan tanaman berpengaruh buruk terhadap kelimpahan laba-laba, serangga predator, dan parasitoid. Pengaruh buruk ini timbul sebagai akibat langsung atau tidak langsung dari aplikasi insektisida. Pengaruh langsung umumnya merupakan ciri yang melekat pada insektisida karena adanya kesamaan fisiologi antara hama sasaran dengan predator dan parasitoid yang merupakan mahluk bukan-sasaran (Croft 1990). Walaupun penelitian yang dilakukan tidak dirancang untuk membandingkan dampak buruk dari insektisida yang diuji, tampak bahwa kelimpahan predator dan

parasitoid yang paling rendah terdapat pada petak yang diaplikasi deltametrin. Theiling & Croft (1989) yang melakukan telaahan terhadap pengaruh samping insektisida terhadap musuh alami hama mendapatkan urutan pengaruh negatif sebagai berikut: piretroid > organofosfat > karbamat. Croft (1990) menambahkan bahwa di antara insektisida golongan piretroid, deltametrin adalah yang paling toksik terhadap musuh alami. Hasil penelitian Roach & Hopkins (1981) pada pertanaman kapas di Afrika menunjukkan bahwa aplikasi deltametrin meniadakan hampir setiap jenis predator.

Selain faktor fisiologi dan toksikologi seperti disinggung di atas, faktor ekologi terutama yang berhubungan dengan perilaku juga menentukan kerentanan musuh alami terhadap insektisida (Jepson 1989). Laba-laba yang hidup pada tajuk diperkirakan lebih banyak terpapar insektisida sehingga lebih rentan daripada yang hidup pada permukaan tanah. Pada pertanaman kedelai di Cianjur, dua famili laba-laba yang paling berlimpah adalah Linyphiidae dan Lycosidae. Keduanya memiliki strategi makan dan pemangsa yang berbeda. Linyphiidae membuat jaring, sedangkan Lycosidae memburu mangsanya dan umumnya hidup pada permukaan tanah. Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa persentase penurunan populasi Linyphiidae lebih besar daripada Lycosidae. Lebih rentannya Linyphiidae, selain karena hidup pada tajuk, juga karena butiran insektisida dapat terakumulasi pada jaring yang dibuatnya (Samu *et al.* 1992). Secara umum dilaporkan bahwa laba-laba Linyphiidae sangat rentan terhadap insektisida (Basedow *et al.* 1985; Everts *et al.* 1991; Pullen *et al.* 1992; Wiles & Jepson 1992).

Perilaku lain yang mempengaruhi tingkat kerentanan predator adalah tingkat aktivitas. Predator yang aktif bergerak cenderung lebih rentan karena lebih sering terpapar pada residu insektisida yang menempel pada permukaan tanaman. Dibanding dengan golongan laba-laba, serangga predator lebih banyak bergerak. Hal ini tampaknya yang menyebabkan persentase penurunan kelimpahan populasi serangga predator lebih banyak dibandingkan laba-laba.

Insektisida juga dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap musuh alami sebagai akibat berkurangnya ketersediaan mangsa atau inangnya, atau karena memangsa atau memarasit serangga hama yang terkontaminasi insektisida. Selain itu,

insektisida pada dosis subletal dapat menurunkan lama hidup, keperidian dan perilaku pencarian inang atau mangsa (Croft 1990; Everts *et al.* 1991; Elzen 1989). Pada berbagai jenis laba-laba, dosis subletal dapat mempengaruhi proses pembuatan jaring (Samu & Vollrath 1992). Semua perubahan perilaku ini pada giliran berikutnya dapat mengurangi kemampuan musuh alami menekan populasi hama.

Walaupun secara keseluruhan aplikasi insektisida berpengaruh buruk, namun pada 4 mst (1 minggu setelah aplikasi pertama) kerapatan populasi predator dan parasitoid umumnya tidak berbeda nyata antara petak perlakuan insektisida dengan petak kontrol. Tertundanya pengaruh buruk ini diduga berkaitan dengan laju pemulihan (invasi ulang) yang lebih cepat pada saat tanaman masih muda. Menurunnya laju invasi ulang pada saat tanaman berada pada fase generatif serta berkurangnya kelimpahan mangsa dan inang menyebabkan kelimpahan predator dan parasitoid konsisten lebih rendah pada petak yang diaplikasi insektisida dibandingkan petak kontrol. Fenomena yang sama dilaporkan oleh Cockfield & Potter (1983).

Pengaruh buruk aplikasi insektisida pada percobaan ini lebih bersifat jangka pendek. Pengaruh jangka panjang dapat terjadi bila pemulihan terhambat karena rendahnya laju invasi ulang atau adanya aplikasi insektisida yang berulang-ulang (Burn 1989). Hampanan pertanaman kedelai di Cianjur umumnya tidak diaplikasi dengan insektisida. Pada kondisi demikian, petak percobaan yang mendapat perlakuan insektisida akan mengalami invasi ulang dari petak sekitarnya yang tidak disemprot, dan hal ini berpengaruh terhadap durasi dan intensitas dampak (Pullen *et al.* 1992; Duffield & Aebischer 1994; Jepson 1988). Pada hampanan yang diaplikasi insektisida secara selimut (*blanket*), laju pemulihan berlangsung lebih lambat (van den Berg *et al.* 1998).

Adanya pengaruh buruk terhadap predator dan parasitoid seperti ditunjukkan dalam penelitian ini, serta ketidakmampuan aplikasi insektisida menekan serangan hama utama kedelai (vanden Berg *et al.* 1998; 2000) menyebabkan usahatani kedelai yang menggunakan insektisida secara sembarangan menjadi tidak efisien. Terlebih lagi bila jenis insektisida yang diaplikasikan menimbulkan resurgensi seperti yang dilaporkan oleh Shepard *et al.* (1977) pada kedelai di Amerika Serikat. Lebih tingginya kelimpahan semut pada petak yang diaplikasi deltametrin (Tabel 3) dibandingkan petak perlakuan lainnya

diduga berhubungan dengan terjadinya resurgensi kutu daun. Penelitian khusus tentang hal ini telah dilakukan dan akan dilaporkan pada tulisan yang lain. Implikasi praktis dari keseluruhan hasil penelitian ini terhadap PHT bahwa untuk melestarikan predator dan parasitoid yang ada di pertanaman kedelai, perlu dihindari penggunaan insektisida yang sembarangan.

SANWACANA

Penelitian ini terlaksana berkat dukungan dana dari Program Nasional PHT, Departemen Pertanian dan Kejasama IPB-Clemson University/USAID. Kepada Dr Ir Utomo Kartosuwondo dan Dr Ir Soedarwohadi Sastrosiswojo disampaikan ucapan terima kasih atas dukungan untuk terlaksananya penelitian ini. Masukan yang sangat berharga datang dari Ir Djoko Prijono MAgrSc.

DAFTAR PUSTAKA

- Basedow TH, Rzehak H, Voss K. 1985. Studies on the effect of deltamethrin sprays on the numbers of epigeal predatory arthropods occurring in arable fields. *Pestic Sci* 16: 325-331.
- Burn AJ. 1989. Pesticide and non-target terrestrial invertebrates: an industrial approach. In: PC Jepson, editor. *Pesticides and Non-target Invertebrates*. Wimborne (England): Intercept. p 19-42.
- Cockfield SD, Potter DA. 1983. Short-term effects of insecticidal applications on predaceous arthropods and oribatid mites in Kentucky bluegrass turf. *Environ Entomol* 12: 1260-1264.
- Croft BA. 1990. *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. New York: John Wiley & Sons.
- Croft BA, Brown AWA. 1975. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annu Rev Entomol* 20: 285-335.
- Duffield SJ, Aebischer NJ. 1994. The effect of spatial scale of treatment with dimethoate on invertebrate population recovery in winter wheat. *J Appl Ecol* 31: 263-281.
- Elzen GW. 1989. Sublethal effects of pesticides on beneficial parasitoids. In: PC Jepson, editor. *Pesticide and Non-target invertebrate*. Wimborne (England): Intercept. p 129-150.
- Everts JW, Willemsen I, Stulp M, Simons L, Aukema B, Kammenga J. 1991. The toxic effect of deltamethrin on linyphiid and erigonid spiders in connection with ambient temperature, humidity, and predation. *Arch Environ Contam Toxicol* 20: 20-24.
- Jepson PC. 1988. Ecological characteristics and the susceptibility of non-target invertebrates to long term pesticide side effects. *BCPC Monog* 40: 191-200.
- Jepson PC. 1989. The temporal and spatial dynamics of pesticide side-effects on non-target invertebrates. In: PC Jepson, editor. *Pesticides and Non-target Invertebrates*. Wimborne (England): Intercept. p 95-127.
- Newsom LD. 1967. Consequences of insecticide use on nontarget organisms. *Annu Rev Entomol* 12: 257-258.
- Pullen AJ, Jepson PC, Sotherton NW. 1992. Terrestrial non-target invertebrates and the autumn application of synthetic pyrethroids: experimental methodology and the trade-off between replication and plot size. *Arch Environ Contam Toxicol* 23: 246-258.
- Rauf A, Triwidodo H, Widodo. 1994. Penggunaan pestisida oleh petani kedelai di empat kabupaten di Jawa Barat. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kedelai melalui Penerapan Pengendalian Hama Terpadu, Malang 23 Mei 1994.
- Ripper WE. 1956. Effects of pesticides on the balance of arthropod populations. *Annu Rev Entomol* 1: 403-438.
- Roach SH, Hopkins AR. 1981. Reduction in arthropod predator populations in cotton fields treated with insecticides for *Heliothis* spp. control. *J Econ Entomol* 74: 454-457.
- Samu F, Vollrath F. 1992. Spider orb web as bioassay for pesticide side effects. *Entomol Exp Appl* 62: 117-124.
- Samu F, Matthews GA, Vollrath F. 1992. Spider webs are efficient collectors of agrochemical spray. *Pestic Sci* 36: 47-51.
- Shepard BM. 1995. Integrated pest management research, development and training activities for palawija crops in Indonesia. In: Annual Report, Oct. 1994 to October 1995. Bogor (Indonesia): Clemson University Palawija IPM Project.
- Shepard BM, Carner GR, Turnipseed SG. 1977. Colonization and resurgence of insect pests of soybean in response to insecticides and field isolation. *Environ Entomol* 6: 501-506.
- Steele RGD, Torrie JH. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York: McGraw-Hill
- Tengkano W, Harnoto, Taufik M, Iman M. 1992. Pengaruh samping insektisida terhadap musuh alami hama pengisap polong kedelai. Makalah disajikan pada seminar hasil penelitian pendukung PHT; Cisarua (Bogor) 7-8 September 1992.
- Theiling KM, Croft BA. 1989. Toxicity, selectivity and sublethal effects of pesticides on arthropod natural

- enemies: a data base summary. In: PC Jepson, editor. Pesticides and Non-target Invertebrates. Wimborne (England): Intercept. p. 213-232.
- Turnipseed SG, Kogan M. 1976. Soybean entomology. *Annu Rev Entomol* 21: 247-282.
- van den Berg H. 1992. Studies on the impact of natural enemies on soybean pests, to support the National IPM Training Program in Indonesia: First year report. Kuala Lumpur: International Institute of Biological Control.
- van den Berg H, Aziz A, Machrus M. 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 den Berg H, Bagus A, Hassan K, Muhammad A, Zega S. 1995. Predation and parasitism on eggs of two pod-sucking bugs, *Nezara viridula* and *Piezodorus hybneri*, in soya bean. *Internat J Pest Manage* 41: 134-142.
- van den Berg H, Ankasah D, Muhammad A, Rusli R, Widayanto HA, Wirasto HB, Yully I. 1997. Evaluating the role of predation in population fluctuations of the soybean aphid, *Aphis glycines*, in farmers' fields in Indonesia. *J Appl Ecol* 34: 971-984.
- van den Berg H, Hassan K, Marzuki M. 1998. Evaluation of pesticide effects on arthropod predator populations in soya bean in farmers' fields. *Biocont Sci Technol* 8: 125-137
- van Hamburg H, Guest PJ. 1997. The impact of insecticides on beneficial arthropods in cotton agroecosystems in South Africa. *Arch Environ Contam Toxicol* 32: 63-68.
- Waage J. 1989. The population ecology of pest-pesticide-natural enemy interactions. In: PC Jepson, editor. Pesticides and Non-target Invertebrates. Wimborne (England): Intercept. p 81-93.
- Wiles JA, Jepson PC. 1992. The susceptibility of a cereal aphid pest and its natural enemies to deltamethrin. *Pestic Sci* 36: 263-272.
-