

**EFEKTIVITAS INSEKTISIDA SITRONELLAL, EUGENOL, DAN AZADIRACHTIN TERHADAP
HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO *Conophomorpha cramerella* (Snell.)**
*Effectiveness of Citronellal, eugenol, and azadirachtin insecticides against cocoa pod borer
Conophomorpha cramerella (Snell.)*

Mahrita Willis, I Wayan Laba, dan Rohimatun

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
mahrita_willis@yahoo.co.id

(diterima 16 November 2012, disetujui 20 Februari 2013)

ABSTRAK

Penggerak buah kakao (PBK), *Conopomorpha cramerella*, merupakan salah satu hama utama tanaman kakao di Indonesia. Beberapa cara pengendalian hama tersebut antara lain sanitasi, kondomisasi, dan insektisida. Penggunaan insektisida nabati untuk mengendalikan PBK masih sangat terbatas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas pengendalian pestisida nabati berbahan dasar minyak serai wangi, minyak cengkeh, dan mimba yang masing-masing mengandung sitronellal, eugenol, dan azadirachtin terhadap PBK. Penelitian dilaksanakan di kebun petani di Ciamis, Jawa Barat, menggunakan rancangan acak kelompok, dengan 10 perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri atas (1) Sitronellal (S) 34% konsentrasi lima ml l⁻¹; (2) Sitronellal (S) 34% konsentrasi 10 ml l⁻¹; (3) Eugenol (E) 80% konsentrasi lima ml l⁻¹; (4) Eugenol (E) 80% konsentrasi 10 ml l⁻¹; (5) Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima ml l⁻¹; (6) Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi 10 ml l⁻¹; (7) Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima ml l⁻¹; (8) Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi 10 ml l⁻¹; (9) insektisida sintesis sebagai pembanding Alfametrin 15 EC konsentrasi 1,0 ml l⁻¹, dan (10) kontrol (air). Aplikasi dilakukan terhadap buah kakao. Parameter pengamatan antara lain persentase tingkat serangan hama (ringan, sedang, berat) dan persentase kehilangan hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima ml l⁻¹ mampu mengurangi tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK yang ditunjukkan dengan nilai efektivitas 37,00% pada serangan ringan; 51,62% pada serangan sedang; dan 65,18% pada serangan berat.

Kata kunci: efektivitas, *Conophomorpha cramerella*, kakao, sitronellal, eugenol, azadirachtin

ABSTRACT

Cocoa pod borer (CPB) caused by *Conopomorpha cramerella* is one of the most important pest on cocoa in Indonesia. Several methods in controlling of those pest and disease such as sanitation, condomisation, and using pesticide. The use of botanical insecticide to overcome of those pest is very limited. This study examines the effectivity of botanical pesticide based on lemongrass, clove, and neem oil, each contain citronellal, eugenol, and azadirachtine againsts CPB. Research was carried out in the farmer cocoa estate crop in Ciamis, West Java and using randomized block design, with 10 treatments and four replications. The treatments consist of plant insecticide contain active compound of Sitronellal (S) 34% concentration five and 10 ml l⁻¹; Eugenol (E) 80% five and 10 ml l⁻¹; Azadirachtin (A) 0.6% five and 10 ml l⁻¹; Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0.6% five and 10 ml l⁻¹; synthetic insecticide as a comparison Alfametrin 15 EC one ml l⁻¹, and control (water). Application of insecticides were done by spraying of the fruit of the cocoa. Observed parameters were the percentage of the level of pest attack (mild, moderate, severe), yield loss, and phytotoxicity. The conclusion of this study indicated that combined treatments Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0.6% five ml l⁻¹ reduced damaging fruit by cacao pod borer which was showed by effication value 37% in mild attack; 51,62% in moderate attack; and 61,18% in severe attack.

Key words: effectivity, *Conophomorpha cramerella*, cocoa, citronellal, eugenol, azadirachtine

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan keanekaragaman tanaman rempah dan obat (TRO). Minyak atsiri dari TRO diketahui mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku insektisida. Tanaman secara alamiah diketahui menghasilkan senyawa sekunder yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi dirinya dari serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Hasil ekstraksi senyawa kimia tanaman berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai insektisida nabati yang lebih selektif dan kurang persisten di alam jika dibandingkan dengan bahan aktif insektisida sintesis sehingga penggunaannya relatif aman bagi para petani, pengguna, dan lingkungan di sekitarnya (Regnault-Roger, 2005). Dilaporkan lebih dari 1.500 tanaman berkhasiat sebagai bahan insektisida nabati untuk pengendalian hama, antara lain serai wangi (*Cymbopogon citratus* Stapf), cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), dan mimba (*Azadirachta indica* A. Juss). Minyak serai wangi diketahui mengandung bahan aktif ester dari sitronellal dan geraniol (Oyedele *et al.*, 2002; Grainge and Ahmed, 1988), yang diketahui dapat menyebabkan mortalitas *Diconocoris hewetti* Dist. (hama pengisap bunga lada) sebesar 47% pada konsentrasi 2,5% (Wiratno *et al.*, 2011), sedangkan minyak cengkeh mempunyai sifat *repellent* serta dapat menghambat aktivitas makan (*antifeedant*) beberapa hama gudang, seperti *Tribolium castaneum* dan *Sitophilus zeamais*, serta efektif mengendalikan tungau pada unggas, *Dermanyssus gallinae*, dan serangga pengisap darah ternak, *Ixodes ricinus* (L) (Kim *et al.*, 2004; Thorsell *et al.*, 2006). Tanaman obat tersebut di atas pada umumnya termasuk kedalam famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae (Prakash dan Rao, 1997; Prijono *et al.*, 2006).

Sampai saat ini, ketersediaan insektisida nabati untuk pengendalian OPT yang telah diuji khasiat dan keamanannya secara ilmiah masih terbatas. Petani kerap kali membuat ramuan yang

terdiri dari berbagai jenis tanaman yang secara empiris dikatakan efektif untuk suatu OPT, namun belum ditunjang dengan data ilmiah agar produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan mutu dan keamanannya. Berkaitan dengan potensi beberapa TRO dalam mengendalikan hama, perlu dilakukan penelitian untuk mengendalikan salah satu hama utama tanaman kakao, yaitu penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Lithocolletidae) (Sulistiyowati *et al.*, 2002). Serangan PBK dijumpai di provinsi Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Maluku, dan provinsi lainnya (Kalshoven, 1981). Luas serangan PBK di Indonesia mencapai 348.000 ha atau 57% dari luas areal kakao yang tersebar di seluruh wilayah pertanaman kakao dengan tingkat infestasi yang beragam antar lokasi (Ditjenbun, 2004). Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh serangan PBK berkisar 60-84% (Wiryadiputra *et al.*, 1994). Serangan PBK diawali saat serangga betina meletakkan telur pada permukaan buah kakao. Buah yang paling disukai untuk peletakan telur adalah yang memiliki alur dalam pada permukaannya dan ukuran panjangnya lebih dari sembilan sentimeter (Sulistiyowati, 1997). Larva yang baru menetas langsung menggerek buah dan memakan bagian buah yang lunak di antara biji di bawah kulit buah dan saluran makanan ke biji (*placenta*), tapi tidak memakan biji. Larva hidup dalam buah dan menjelang pupa akan keluar menembus kulit buah. Serangan pada buah muda (panjang 7-10 cm) menyebabkan buah tidak tumbuh normal, bahkan buah membusuk dan larva tidak dapat menjadi dewasa. Serangan pada buah muda, dengan ukuran panjang lebih dari 10 cm, meskipun ringan, dapat menyebabkan biji tidak berkembang sempurna dan lengket. Serangan pada buah tua menyebabkan biji lengket, sedangkan pada buah yang sudah masak tidak menimbulkan kerusakan yang berarti.

Serangan PBK menjadi masalah serius bagi petani kakao. Upaya pengendalian untuk menekan

populasi serangga dan kerusakan buah terus dilakukan. Upaya tersebut antara lain melalui tindakan karantina dan penyemprotan insektisida. Penyemprotan dengan insektisida nabati telah diketahui memiliki dampak negatif. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penggunaan insektisida nabati seperti minyak serai wangi, cengkeh, dan mimba yang masing-masing mengandung sitronellal, eugenol, dan azadirachtin terhadap PBK. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas pengendalian pestisida nabati berbahan dasar minyak serai wangi, cengkeh, dan mimba.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun petani di Ciamis, Jawa Barat, sejak Februari sampai Desember 2011. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, dengan sepuluh perlakuan dan diulang empat kali (Tabel 1). Petak perlakuan berupa satuan petak yang terdiri atas 25 pohon (lima pohon x lima pohon). Pada tiap-tiap satuan petak diambil empat tanaman sampel. Pada setiap

Tabel 1
Perlakuan insektisida nabati
Tested Botanical insecticides

Perlakuan	Konsentrasi (ml l ⁻¹)
Minyak serai wangi 34% (S)	5
Minyak serai wangi 34% (S)	10
Minyak cengkeh 80% (E)	5
Minyak cengkeh 80% (E)	10
Minyak mimba 0,6% (A)	5
Minyak mimba 0,6%	10
Minyak serai wangi 34% (S) + minyak cengkeh 80% (E) + minyak mimba 0,6% (A)	5
Minyak serai wangi 34% (S) + minyak cengkeh 80% (E) + minyak mimba 0,6% (A)	10
Alfametrin 15 EC	1
Kontrol	-

petak dipilih 100 buah kakao (berukuran panjang lebih kurang sembilan centimeter) dari tanaman

sampel untuk diaplikasi pestisida dan diperkirakan masih bebas serangan PBK. Jarak antara petak adalah lima larik pohon.

Aplikasi insektisida dilakukan dengan menggunakan alat semprot *knapsack sprayer* yang bertekanan empat atm. Setiap penyemprotan dilakukan dengan cara mengarahkan *nozzle* ke buah-buah kakao dan cabang-cabang horizontal tempat imago PBK bertelur dan beristirahat. Penyemprotan diulang sampai lima kali dengan interval dua minggu.

Parameter pengamatan terdiri dari intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil. Pengamatan intensitas serangan PBK dilakukan setiap 10 hari sekali setelah aplikasi terhadap buah contoh yang dipanen pada setiap petak perlakuan. Intensitas serangan PBK dilihat dari persentase biji lengket yang dinyatakan dalam tiga kategori, yaitu tingkat serangan ringan, sedang, dan berat dengan kriteria sebagai berikut :

- Serangan ringan, apabila semua biji masih dapat dikeluarkan dari kulit buah dan antar biji tidak terlalu lengket (persentase biji lengket kurang dari 10%).
- Serangan sedang, apabila biji saling lengket tetapi masih dapat dikeluarkan dari kulit buah (persentase biji lengket antara 10-50%)
- Serangan berat, apabila biji saling lengket dan tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah (persentase biji lengket lebih dari 50%).

Persentase kehilangan hasil dihitung berdasarkan persamaan regresi yang dikemukakan oleh Wardani *et al.* (1997):

$$Y = - 0,0210 + 0,1005 X$$

Y = persentase kehilangan hasil (%)

X = intensitas serangan.

Intensitas serangan merupakan suatu nilai atau indeks yang diperoleh melalui rumus:

$$((1 \times R) + (3 \times S) + (9 \times B)) \times (\sum T)^{-1}$$

R = jumlah buah terserang ringan

S = jumlah buah terserang sedang

B = jumlah buah terserang berat

T = total jumlah buah yang diamati

Efikasi insektisida yang diuji dihitung dengan rumus Abbott (Dirjen BSP 2004):

$$EI = ((Ca-Ta) \times Ca^{-1}) \times 100\%$$

- EI = efikasi insektisida yang diuji (%)
 Ca = intensitas serangan pada petak kontrol setelah aplikasi insektisida
 Ta = intensitas serangan pada petak perlakuan setelah aplikasi insektisida

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas serangan PBK

Intensitas serangan PBK dapat dilihat dari persentase biji kakao yang lengket. Intensitas serangan PBK paling rendah ditunjukkan dicapai pada perlakuan pestisida sintetis. Namun, intensitas serangan pada perlakuan pestisida sintetis tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan pestisida nabati lainnya. Sementara itu, hasil yang sama juga terlihat pada intensitas serangan sedang dan berat (Tabel 2). Pada perlakuan S 34% + E 80% + A 0,6% konsentrasi 10 ml l⁻¹ menunjukkan tingkat serangan yang rendah apabila dibandingkan dengan perlakuan insektisida nabati lain, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan serupa pada konsentrasi lima ml l⁻¹. Sitronellal, eugenol, dan azadirachtin menunjukkan kombinasi insektisida paling baik dalam mengurangi serangan PBK. Hal ini disebabkan ketiga kom-

ponen ini mampu bekerja secara sinergis. Sitronellal dan eugenol mampu bekerja sebagai atraktan atau pemikat dan menolak PBK. Ketika PBK sudah tertarik untuk mendekat ke buah perlakuan, ada efek azadirachtin yang bekerja sebagai *antifeedant*. Oleh sebab itulah, kombinasi ketiga insektisida nabati ini mampu mengurangi kerusakan PBK (Ho *et al.*, 1994; Thorsell *et al.*, 2006). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Asaad dan Willis (2012) di Sulawesi Selatan, yang menyebutkan bahwa insektisida nabati berbahan aktif azadirachtin dari formula minyak mimba dan formula berbahan aktif sitronellal efektif mengendalikan PBK dengan tingkat serangan yang lebih rendah dan produksi yang lebih tinggi dengan konsentrasi 5-10 ml l⁻¹.

Pada tingkat serangan sedang, nilai EI untuk azadirachtin (A) 0,6% serta S 34% + E 80% + A 0,6% konsentrasi lima dan 10 ml l⁻¹ serta kombinasi menunjukkan lebih dari 50%, sedangkan pada tingkat serangan berat, nilai EI Eugenol (E) 80% konsentrasi 10 ml l⁻¹, Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima dan 10 ml l⁻¹, serta S 34% + E 80% + A 0,6% konsentrasi lima dan 10 ml l⁻¹ sebesar lebih dari 50%. Secara berurutan nilai efikasi tertinggi pada perlakuan S 34% + E 80% + A 0,6% konsentrasi 10 ml l⁻¹ (nilai EI = 65,01%), diikuti oleh perlakuan Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi 10 ml

Tabel 2
Intensitas serangan per katagori dan efikasi insektisida (EI) terhadap PBK
Attack intensity per category and insecticide effication (EI) to CPB

Perlakuan	Konsentrasi (ml l ⁻¹)	Intensitas serangan dan efikasi insektisida (%)					
		Ringan	EI	Sedang	EI	Berat	EI
Sitronela (S) 34%	5	4,56 ab	24,00	13,78 ab	33,33	14,33 b	46,26
Sitronela (S) 34%	10	4,44 ab	26,00	12,67 ab	38,70	13,67 b	48,74
Eugenol (E) 80%	5	3,55 b	40,83	13,33 ab	35,51	14,00 b	47,50
Eugenol (E) 80%	10	3,67 b	38,83	12,22 ab	40,88	13,33 b	50,01
Azadirachtin (A) 0,6%	5	3,44 b	42,67	10,00 ab	51,62	10,33 b	61,26
Azadirachtin (A) 0,6%	10	3,45 b	42,50	9,33 ab	54,86	9,67 b	63,74
S 34% + E 80% + A 0,6%	5	3,78 ab	37,00	10,00 ab	51,62	10,33 b	61,26
S 34% + E 80% + A 0,6%	10	3,34 b	44,33	9,33 ab	54,86	9,33 b	65,01
Alfamestrin 15 EC	1	2,44 b	59,33	7,78 b	62,36	7,67 b	71,24
Kontrol	-	6,00 a	-	20,67a	-	29,67 a	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%
 Notes: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different by 5% Duncan Test

l^{-1} (EI = 63,74%), dan S 34% + E 80% + A 0,6% dan Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima $ml\ l^{-1}$ (nilai EI = 61,26%) Hal ini menunjukkan bahwa insektisida pada perlakuan-perlakuan tersebut efektif mengendalikan PBK.

Persentase kehilangan hasil buah kakao yang diberi perlakuan insektisida, baik nabati maupun sintetis bervariasi dan di bawah kontrol. Perlakuan sitronellal (S) 34% pada konsentrasi lima dan 10 $ml\ l^{-1}$ pada pengamatan pertama hampir mendekati kontrol, dengan selisih hanya 7,78%. Namun persentase kehilangan hasil buah kakao yang diberi perlakuan sitronellal ini tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan eugenol (selisih 17,78%), azadirachtin (selisih 22,22-25,56%), maupun kombinasi ketiganya (25,55-32,22%). Kecenderungan serupa juga terlihat pada pengamatan berikutnya. Namun, pada pengamatan keempat, semua perlakuan insektisida nabati tidak berbeda nyata dibanding dengan perlakuan insektisida sintetis.

Rata-rata persentase kehilangan hasil buah kakao akibat serangan PBK yang paling sedikit adalah pada perlakuan S 34% + E 80% + A 0,6% konsentrasi 10 $ml\ l^{-1}$, namun tidak berbeda dibanding perlakuan serupa konsentrasi lima $ml\ l^{-1}$. Hal ini disebabkan karena adanya tiga kombinasi insektisida nabati, yaitu sitronellal (dari

minyak serai wangi), eugenol (dari minyak cengkeh), dan azadirachtin (dari minyak mimba) yang tidak berbeda dengan insektisida sintetis. Campuran ketiga bahan insektisida nabati meningkatkan efektivitas, tetapi perlu uji sinergisme/antagonisme. Hasil penelitian Willis *et al.* (2010) menyatakan juga tidak adanya perbedaan pengujian di lapang antara konsentrasi lima dan 10 $ml\ l^{-1}$ dari insektisida nabati berbasis atsiri sitronellal.

Sitronellal yang dikandung serai wangi tidak membunuh serangga secara cepat, tetapi berpengaruh terhadap pengurangan nafsu makan, pertumbuhan, daya reproduksi, proses ganti kulit, penghambatan menjadi serangga dewasa, dan sebagai pemandul. Hal serupa juga terdapat pada azadirachtin yang dikandung oleh mimba dan eugenol yang dikandung oleh cengkeh (Kim *et al.*, 2004; Thorsell *et al.*, 2006). Berkurangnya kehilangan hasil akibat dari efektivitas perlakuan insektisida nabati, khususnya daya kerja dari tanaman mimba, yaitu menghambat makan (Nathan *et al.*, 2006).

Salah satu sifat insektisida nabati adalah daya urai yang cepat. Sifat daya urai yang cepat ini mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan sifat ini adalah tidak ada residu insektisida nabati pada produk pertanian sehingga lebih aman untuk dikonsumsi. Hal ini berkaitan dengan semakin

Tabel 3
Kehilangan hasil buah kakao akibat serangan PBK (%)
Yield losses of cocoa pod caused by CPB (%)

Perlakuan	Konsentrasi ($ml\ l^{-1}$)	Pengamatan ke-				
		1	2	3	4	5
Sitronellal (S) 34%	5	42,22 ab	25,25 bc	29,91 bc	22,22 b	22,22 b
Sitronellal (S) 34%	10	42,22 ab	24,24 bc	29,63 bc	18,73 b	20,83 bc
Eugenol (E) 80%	5	32,22 ab	26,26 b	36,67 b	16,16 b	19,45 bcd
Eugenol (E) 80%	10	32,22 ab	19,19 bcd	21,43 c	14,81 b	18,52 bcd
Azadirachtin (A) 0,6%	5	24,44 ab	17,17 bcde	30,00 bc	17,78 b	17,28 bcd
Azadirachtin (A) 0,6%	10	27,78 ab	16,67 cde	24,44 bc	15,08 b	18,06 bcd
S 34% + E 80% + A 0,6%	5	24,44 ab	16,67 cde	30,77 bc	18,89 b	17,46 bcd
S 34% + E 80% + A 0,6%	10	17,78 b	12,04 de	21,43 c	15,15 b	14,28 cd
Alfametrin 15 EC	1	15,56 b	9,26 e	20,51 c	12,82 b	12,22 d
Kontrol	-	50,00 a	52,78 a	56,41 a	67,68 a	62,50 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%
Notes: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different by 5% Duncan Test

berkurangnya daya racun insektisida tersebut. Kekurangan dari sifat insektisida nabati ini adalah karena penurunan efikasi yang cepat maka perlu dilakukan frekuensi aplikasi lebih cepat. Namun demikian, kecepatan degradasi sediaan insektisida nabati tergantung pada bahan baku atau jenis tumbuhan yang digunakan (Dadang dan Priyono, 2008).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan Sitronellal (S) 34% + Eugenol (E) 80% + Azadirachtin (A) 0,6% konsentrasi lima ml l⁻¹ mampu mengurangi tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK, yang ditunjukkan dengan nilai efikasi sebesar 37,00% pada serangan ringan; 51,62% pada serangan sedang; dan 65,18%. Insektisida nabati uji tidak mempengaruhi keberadaan musuh alami dan tidak mengakibatkan fitotoksik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asaad, M. dan M. Willis. 2012. Kajian pestisida nabati yang efektif terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. 2012. Superman: Suara Perlindungan Tanaman. 2(2): 24-34.
- Dadang dan D. Priyono. 2008. Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 163 hlm.
- Dirjen BSP. 2004. Standar Pengujian Efikasi Insektisida. Direktorat Jenderal Bina Sarana Pertanian. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Departemen Pertanian. 136 hlm.
- Ditjenbun. 2004. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat. Jenderal Perkebunan. <http://ditjenbun.deptan.go.id/>. [28 Agustus 2012].
- Grainge, M. dan S. Ahmed, S. 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley and Sons. New York. 470 p.
- Ho, S.H., L.P.L. Cheng, K.Y. Sim, and H.T.W. Tan. 1994. Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr.) and perry as a grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Postharvest Biology and Technology. 4: 179-183.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revised by Van der Laan. PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kim, S.I., J.H. Yi, J.H. Tak, and Y.J. Ahn. 2004. Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). Veterinary Parasitology. 120: 297-304.
- Nathan, S.S., K. Kalaivani, K. Sehoon, and K. Murugan. 2006. The toxicity and behavioral effects of neem limonoids on *Cnaphalocrosis medinalis* (Guenee), the rice leaffolder. Chemosphere. 62: 1381-1387.
- Oyedele, A.O., A.A. Gbolade, M.B. Sosan, F.B. Ade-woyin, O.L. Soyelu, and O.O. Orafidiya. 2002. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from Lemongrass oil. Phytomedicine. 9: 259-262.
- Prakash, A. and J. Rao. 1997. Botanical Pesticides in Agriculture. Lewis Publisher. New York. 461 pp.
- Priyono, D, J.I. Sudiar, and Irmayetri. 2006. Insecticidal activity of Indonesian plant extracts against the cabbage head caterpillar *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera:Pyralidae). J. ISAAS. 12(1): 25-34.
- Regnault-Roger, C. 2005. New Insecticides of Plant Origin for The Third Millenium. In : Regnault-Roger, BJR, C. Philogene, and C. Vincent. (Eds.). Biopesticides of Plant Origin: Lavoisier Publishing Inc. pp. 17-35.
- Sulistiyowati, E. 1997. Prospek pemanfaatan tanaman tahan dalam pengelolaan hama penggerek buah kakao. Warta Puslit Kopi dan Kakao. 13(3): 204-212.
- Sulistiyowati, E., Y.D. Junianto, S. Sukanto, S. Wiryadiputra, L. Winarto, dan N. Primawati. 2002. Analisis status penelitian dan pengembangan PHT pada pertanaman kakao. hlm. 161-176. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bagian Proyek PHT Tanaman Perkebunan. Bogor, 17-18 September 2002.

- Thorsell, W., A. Mikiver, and H. Tunon. 2006. Repelling properties of some plant material on the tick *Ixodes ricinus* L. *Phytomedicine*. 13: 132-134.
- Wardani, S., H. Winarno, dan E. Sulistyowati. 1997. Model pendugaan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*. 13 (1): 33-39.
- Wiratno, Siswanto, Luluk, dan S. Suriati. 2011. Efektivitas beberapa jenis tanaman obat dan aromatik sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *Diconocoris hewetti* Dist. (Hemiptera; Tingidae). *Bul. Littro*. 22(2): 198-204.
- Wiryadiputra, S.D., E. Sulistyowati, dan A.A. Prawoto. 1994. Teknik pengendalian hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* (Snellen). Lokakarya Penanggulangan Hama PBK di Indonesia. Jember.
- Willis, M., M. Darwis, dan M. Asaad. 2010a. Pestisida nabati berbasis tanaman atsiri yang efektif menekan *Conopomorpha cramerella* dan *Helopeltis* sp. pada kakao (40-50%) dan aman terhadap serangga bermanfaat. Laporan akhir Kegiatan Program Riset Insentif Terapan. Balai Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. 26 p.