
PENGARUH BEBERAPA JENIS FORMULA INSEKTISIDA NABATI UNTUK MELINDUNGI BUAH KAKAO DARI SERANGAN PENGGEREK

THE EFFECT OF SOME BOTANICAL INSECTICIDE FORMULAS TO PROTECT COCOA POD FROM POD BORER INFESTATION

* Funny Soesanthy dan Samsudin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* *f_soesanthy75@yahoo.com*

(Tanggal diterima: 26 Februari 2014, direvisi: 17 Maret 2014, disetujui terbit: 20 Juni 2014)

ABSTRAK

Penggunaan insektisida sintetik yang terus menerus untuk mengendalikan penggerek buah kakao (PBK) dapat merusak keseimbangan ekosistem di perkebunan kakao. Oleh sebab itu, diperlukan cara pengendalian yang relatif aman bagi manusia dan lingkungan, yaitu menggunakan insektisida nabati. Tujuan penelitian adalah menguji keefektifan formula insektisida nabati berbahan dasar ekstrak daun bandotan-metanol, bawang putih-etanol, dan kemiri sunan untuk melindungi buah kakao dari infestasi PBK. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari-Desember 2013. Bahan uji yang digunakan adalah bandotan-metanol+serai wangi (BMS), bandotan-metanol+minyak cengkeh (BMC), bandotan-metanol+bawang putih-etanol (BMP), bawang putih-etanol+serai wangi (PES), bawang putih-etanol+minyak cengkeh (PEC), kemiri sunan+bawang putih-etanol (KSP), kemiri sunan+bandotan-metanol (KSB), α -eleostearic acid (kontrol negatif), dan air (kontrol positif). Formula dibuat di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan pengujiannya dilakukan di perkebunan kakao PT. Bumiloka Swakarya, Sukabumi. Perlakuan disusun dalam unit-unit percobaan yang masing-masing terdiri dari 16 pohon (4 x 4 pohon) dan diulang tiga kali. Pada setiap plot dipilih 30 buah kakao sehat berukuran 6-10 cm. Konsentrasi formula 5% dan 10% dengan volume larutan 250 ml/pohon disemprotkan ke seluruh permukaan buah dan cabang-cabang horizontal, dengan interval 2 minggu sekali sebanyak 6 kali. Pengamatan dilakukan terhadap tingkat serangan PBK dan kerusakan buah yang dipanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula KSB (kemiri sunan 25% + bandotan 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menghasilkan nilai persentase serangan PBK terendah, sedangkan formula BMP (bandotan 5% + bawang putih 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil terendah.

Kata kunci: Insektisida nabati, penggerek buah kakao, formula

ABSTRACT

The use of synthetic insecticide continuously to control the cocoa pod borer (CPB) can cause serious damage to the ecosystem balance in the cocoa plantations. Therefore, a control measures that are relatively safe for humans and the environment, such as the use of botanical insecticide are needed. The purpose of the study was to analyze the effectiveness of plant-based insecticide from leaves goat weed-methanol and garlic-ethanol extract, and philippine tung oil formula to protect cocoa pods from CPB infestation. The study was conducted from January to December 2013. The test materials used were goat weed-methanol+citronella (BMS), goat weed-methanol+clove oil (BMC), goat weed-methanol+garlic-ethanol (BMP), garlic-ethanol+citronella (PES), garlic-ethanol+clove oil (PEC), philippine tung oil+garlic-ethanol (KSP), philippine tung oil+goat weed-methanol (KSB), α -eleostearic acid (negative control), and water (positive control). All of the formulas were made in the Plant Protection Laboratory, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI) Sukabumi, whereas the field testing was conducted in cocoa plantations of PT Bumiloka Swakarya, Sukabumi. Each experimental plot consisted of a 4x4 trees, repeated 3 times. In each plot selected 30 healthy cocoa pods measuring 6-10 cm in length. Distance between plots was 2 arrays of trees. Formulas concentration were 5% and 10%, which then sprayed onto the entire surface of the pods and horizontal branches using a knapsack sprayer, 6 times at intervals of 2 weeks. Solution volume was 250 ml / tree. Observations were made on the level of CPB infestation and pod damage harvested. The results showed that the lowest percentage of CPB infestation was on KSB 10 (philippine tung oil 25% + goat weed 5%), whereas the lowest percentage of intensity and yields loss were on BMP 10 (goat weed 5% + garlic 5%).

Keywords: Botanical insecticide, cocoa pod borer, formula

PENDAHULUAN

Penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae) merupakan hama penting pada kakao (*Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae) yang banyak menimbulkan kerugian bagi petani, terutama di Indonesia (Chisholm, Toledano, & Benalt, 2006; Djamaluddin & Sjaruddin, 2006, Adjinah & Opoku, 2010). PBK bersifat sangat merusak karena menyebabkan biji kakao tidak berkembang, biji saling melekat dan berwarna hitam. PBK sukar dikendalikan karena seluruh stadia larva hidup di dalam buah sampai menjelang kepompong (Depparaba, 2002; Sulistyowati, Yohanes, & Mufrihati, 2002; Sulistyowati, 2003). Menurut Sulistyowati, Mufrihati, & Wardani (2007), rata-rata persentase serangan PBK lebih dari 90% dengan persentase kehilangan hasil 30%-80%. Usaha pengendalian PBK telah banyak diusahakan, di antaranya menggunakan bahan-bahan nabati, terutama yang mengandung minyak atsiri.

Beberapa jenis tanaman penghasil minyak atsiri diketahui menunjukkan aktivitas berspektrum luas terhadap hama tanaman. Menurut Rahman & Talukder (2006), bahan-bahan tersebut bersifat *biodegradable* sehingga tidak terakumulasi dalam rantai makanan. Bahan nabati juga memiliki toksisitas relatif rendah terhadap mamalia. Cara kerjanya tidak selalu membunuh hama sasaran, tetapi dapat berperan sebagai atraktan, repelen dan deteren. Beberapa jenis tanaman yang berpotensi sebagai sumber insektisida memiliki karakter, antara lain rasa pahit (mengandung alkaloid dan terpen), bau menyengat dan rasa agak pedas (Musabiyama, Saxena, Kairu, & Khan, 2001).

Beberapa jenis tumbuhan telah diteliti untuk mengendalikan PBK, antara lain cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) (Asaad & Willis, 2012), dan mimba 4,5% (Wiradiputra & Atmawinata, 1998). Menurut Srivastava, Srivastava, & Syamsundar (2005), kandungan dalam minyak cengkeh yang terbanyak adalah eugenol (82,6%), *eugenyl acetate* (6%), β -*caryophyllene* (7,2%), dan *methyl eugenol* < 0,05%. Ayman & Abd-Elgayed (2007) menambahkan bahwa minyak cengkeh bersifat repelen dan menyebabkan mortalitas pada ngengat pengganggu sarang lebah. Eugenol, *isoeugenol* dan *safrole* juga dapat mempengaruhi *Drosophila melanogaster* (Munerato, Sinigaglia, & Reguli, 2005). Minyak serai wangi mengandung sitronela (35,97%), nerol (17,28%), sitronelol (10,03%), *geranyle acetate* (4,44%), elemol (4,38%), limonen (3,98%), dan *cytronellyl acetate* (3,51%) (Setiawati, Murtiningsih, & Hasyim, 2011). Minyak serai dapat digunakan untuk mengendalikan hama dari golongan

Lepidoptera seperti *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera*, dan *Plutella xylostella* (Hasyim, Setiawati, Murtiningsih, & Sofiari, 2010; Shahabuddin & Anshary, 2010; Labinas & Crocomo, 2012).

Pada hasil penelitian sebelumnya, ekstrak kasar bandotan-metanol 1% dapat menurunkan tingkat kehilangan hasil panen kakao sebesar 36,1%; ekstrak 1% bawang putih-etanol 58,4%, dan 1% minyak kemiri sunan 20% (Soesanthy & Samsudin, 2013). Selanjutnya, minyak serai wangi dan cengkeh akan diformulasikan masing-masing dengan ekstrak kasar daun bandotan-metanol (*Ageratum conyzoides*), bawang putih-etanol (*Allium sativum*), dan minyak kemiri sunan (*Aleurites trisperma*). Pada penelitian ini dilakukan pengujian keefektifan formula-formula tersebut untuk melindungi buah kakao dari infestasi PBK.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Parungkuda, Sukabumi dan di perkebunan kakao PT Bumiloka Swakarya, Jampang, Sukabumi, pada bulan Januari-Desember 2013.

Uji Formula Insektisida Nabati

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 16 perlakuan dan diulang 3 kali (Tabel 1). Perlakuan disusun dalam unit-unit percobaan, masing-masing terdiri dari 16 pohon (4 x 4 pohon). Jarak antar petak adalah dua larik pohon. Pada tiap-tiap unit dipilih 30 buah kakao yang bebas serangan PBK (panjang 6-10 cm). Sebelum diaplikasikan, formula insektisida nabati dilarutkan dengan air hingga diperoleh konsentrasi yang diinginkan. Formula disemprotkan menggunakan alat *knapsack sprayer* dengan cara mengarahkan *nozzle* ke seluruh permukaan buah dan cabang-cabang horizontal (tempat imago PBK beristirahat). Penyemprotan dengan volume 250 ml/pohon dilakukan dalam interval dua minggu satu kali sebanyak 6 kali.

Parameter yang diamati terdiri dari persentase serangan PBK, intensitas serangan, dan kehilangan hasil pada buah contoh yang dipanen. Rumus untuk menghitung persentase buah yang terserang PBK adalah:

$$P = [(a) / (a + b)] \times 100 \%$$

Keterangan :

P = persentase buah kakao yang terserang PBK

a = jumlah buah kakao terserang PBK

b = jumlah buah kakao sehat

Tabel 1. Perlakuan formula insektisida nabati
Table 1. Treatment of botanical insecticides formulas

No.	Perlakuan	Keterangan
1	BMS 5	Ekstrak bandotan 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
2	BMS 10	Ekstrak bandotan 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
3	BMC 5	Ekstrak bandotan 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
4	BMC 10	Ekstrak bandotan 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
5	BMP 5	Ekstrak bandotan 5% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
6	BMP 10	Ekstrak bandotan 5% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
7	PES 5	Ekstrak bawang putih 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
8	PES 10	Ekstrak bawang putih 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
9	PEC 5	Ekstrak bawang putih 10 % + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
10	PEC 10	Ekstrak bawang putih 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
11	KSP 5	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
12	KSP 10	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
13	KSB 5	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 5 ml/ l
14	KSB 10	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 10 ml/ l
15	kontrol positif	Air
16	kontrol negatif	<i>α-eleostearic acid</i>

Kategori tingkat kerusakan buah didasarkan pada persentase biji lengket yang dinyatakan dalam 4 kategori, yaitu serangan bebas, ringan, sedang, dan berat (Tabel 2).

Tabel 2. Kategori tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK

Table 2. The categories of pod damage level caused by CPB infestation

Kategori tingkat kerusakan buah	Kriteria biji lengket	Nilai pembobot
Bebas	Semua biji kakao mudah dikeluarkan dari kulit buah, antar biji tidak lengket	0
Ringan	Semua biji dapat dikeluarkan dari kulit, biji tidak terlalu lengket (biji lengket < 10%).	1
Sedang	Biji saling lengket tetapi masih dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket 10-50%).	3
Berat	Biji saling lengket dan tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket > 50%)	9

Sumber/ Source: Sulistyowati et al. (2007)

Intensitas serangan (I) PBK dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = [(1 * R) + (3 * S) + (9 * B) / (9 * A)] * 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan PBK
R = jumlah buah terserang ringan

S = jumlah buah terserang sedang
B = jumlah buah terserang berat
A = jumlah buah yang diamati

Persentase kehilangan hasil dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Wardani et al. (1997) cited in Sulistyowati et al. (2007):

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

Keterangan:

Y = kehilangan hasil
X = skor intensitas serangan PBK

Skor intensitas serangan PBK (X) dihitung dengan rumus:

$$X = [(0 * Sh) + (1 * R) + (3 * S) + (9 * B)] / (JB)$$

Keterangan:

X = skor intensitas serangan PBK
Sh = jumlah buah sehat
R = jumlah buah terserang ringan
S = jumlah buah terserang sedang
B = jumlah buah terserang berat
JB = jumlah buah yang diamati

Nilai yang diperoleh dari persamaan kehilangan hasil (Y) di atas dikalikan dengan 100% untuk menunjukkan persentase kehilangan hasil akibat serangan PBK. Hasil pengamatan tingkat serangan PBK dan persentase kehilangan hasil pada perlakuan bahan uji dibandingkan dengan kontrol.

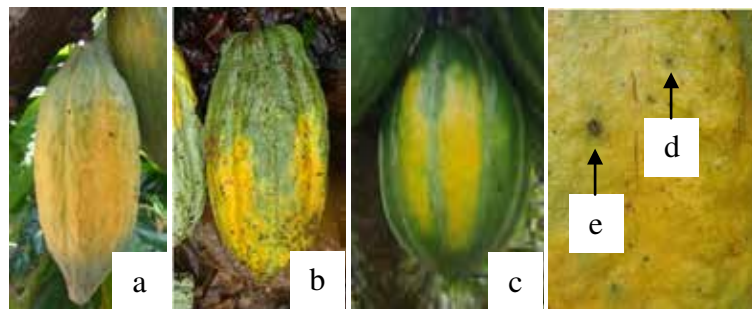
Uji Kandungan Fitokimia

Uji kandungan fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung di dalam formula. Senyawa-senyawa tersebut diduga mempengaruhi perilaku hama, bahkan dapat menyebabkan kematian. Pengujian fitokimia dilakukan dengan metode kromatografi lapis tipis di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor dan GCMS di Dinas Kesehatan DKI Jakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala, Persentase Serangan PBK dan Kategori Kerusakan Buah Kakao

Gejala serangan penggerek ditandai adanya belang kuning hijau pada buah dan terdapat lubang masuk larva yang berukuran lebih kecil dari lubang keluarnya. Larva hidup di dalam buah kakao dan menjadi pupa di luar buah (Gambar 1).



Gambar 1. Gejala serangan PBK: warna belang pada buah (a,b, dan c) serta lubang masuk dan keluar larva PBK (d dan e)

Figure 1. The Symptoms of CPB infestation that shown by color streaks on pods (a, b, and c), and hole in (d) and out (e) of CPB larvae

Tabel 3. Persentase intensitas serangan PBK serta tingkat kerusakan buah kakao akibat penggerek buah kakao

Table 3. Percentage of CPB infestation and the level of cocoa pod damaged on each category

Perlakuan	Konsentrasi (ml/ l)	Tingkat serangan (%)	Intensitas serangan (%)	Tingkat kerusakan buah (%)		
				Ringan	Sedang	Berat
BMS 5	5	69,47 cd	18,00 ab	47,86 bc	13,39 ab	8,22 ab
BMS 10	10	66,85 cd	17,90 ab	47,22 bc	10,46 ab	9,17 ab
BMC 5	5	83,61 ab	20,51 ab	57,92 bc	17,43 ab	8,26 ab
BMC 10	10	77,35 abc	10,84 ab	72,22 c	3,47 a	1,66 ab
BMP 5	5	78,33 abc	15,43 ab	59,31 bc	15,28 ab	3,75 ab
BMP 10	10	73,85 abc	10,73 a	70,17 c	1,11 a	2,56 ab
PES 5	5	76,67 abc	25,31 b	45,28 bc	16,67 ab	14,72 bc
PES 10	10	73,33 abc	17,35 ab	57,36 bc	7,50 ab	8,47 ab
PEC 5	5	76,35 abc	18,65 ab	51,51 bc	17,86 ab	6,98 ab
PEC 10	10	72,18 abc	23,27 ab	43,63 bc	15,20 ab	13,36 abc
KSP 5	5	79,44 abc	22,72 ab	51,11 bc	16,94 ab	11,39 ab
KSP 10	10	76,74 abc	11,93 ab	57,71 bc	17,92 ab	1,11 ab
KSB 5	5	65,54 cd	15,53 ab	37,34 b	25,24 b	2,96 ab
KSB 10	10	59,75 e	13,55 ab	46,05 bc	7,90 ab	5,80 ab
Kontrol		94,00 a	48,22 c	6,00 a	60,67 c	27,33 c
α -eleostearic acid	5	76,03 abc	11,00 ab	67,87 c	7,05 ab	1,11 a

Keterangan : BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%

Notes : BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic. Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Duncan test at 5% level

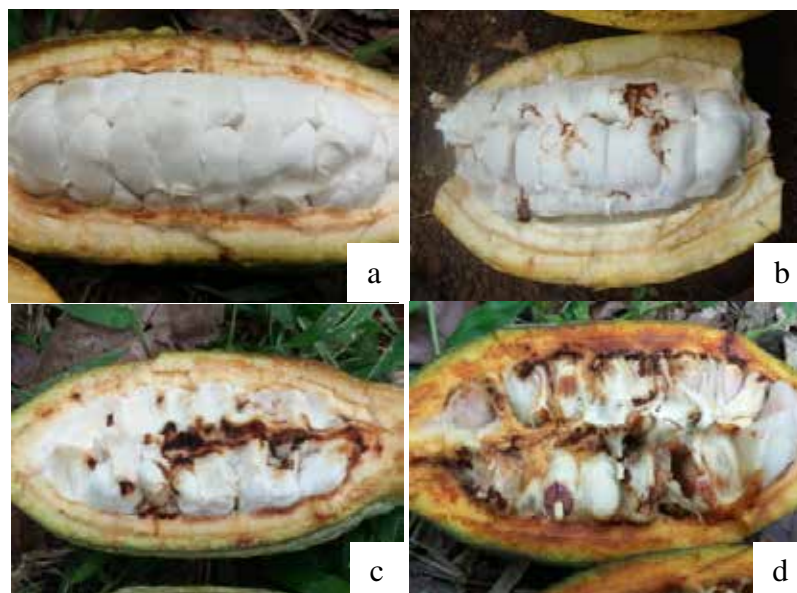
Formula insektisida nabati yang disemprotkan pada buah kakao memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase serangan PBK. Persentase serangan PBK paling tinggi terdapat pada kontrol (94%), dan yang terendah pada KSB 10 (59,75%) (Tabel 3). Dengan demikian, perlakuan campuran minyak kemiri sunan 25% dan ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 10 ml/l (KSB 10) dapat mengurangi serangan PBK sebesar 36,44% dibandingkan dengan kontrol. Minyak kemiri sunan dan daun bandotan berbau menyengat sehingga dapat mengusir imago PBK pada cabang-cabang pohon. Bandotan mengandung senyawa alkaloid *pyrrolizidine alkaloids* (PA), yaitu *lycopsamine* dan *echinatine* yang bersifat toksik (Wiedefeld dan Roder, 1991). Senyawa alkaloid tersebut berasa pahit sehingga kemungkinan menghambat laju larva instar pertama ketika menggerek buah kakao.

Formula insektisida nabati juga memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan PBK. Intensitas serangan PBK tertinggi terdapat pada kontrol (48,22%), sedangkan yang terendah pada perlakuan BMP 10 (10,73%) (Tabel 3).

Kategori kerusakan buah kakao ditandai dengan biji yang lengket (Tabel 2). Tingkat kerusakan buah bervariasi tergantung pada jenis perlakuan (Tabel 3

dan Gambar 2). Pada kategori kerusakan buah ringan, semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Tingkat kerusakan buah kategori ringan yang paling rendah ditunjukkan pada kontrol (6%), sedangkan yang tertinggi adalah pada perlakuan BMC 10 (72,22%). Hal ini berarti bahwa pada perlakuan tersebut, kerusakan buah kakao lebih didominasi oleh kategori kerusakan ringan, sedangkan tingkat kerusakan sedang dan berat relatif sedikit (3,37% dan 1,66%). Menurut Willis, Laba, & Rohimatun (2013), kandungan eugenol yang terdapat di dalam minyak cengkeh mampu bertindak sebagai penolak PBK. Hal ini juga didukung oleh pendapat Ho *et al.* (1994) yang telah menggunakan cengkeh sebagai penolak hama gudang. Sementara itu, kategori kerusakan buah pada kontrol didominasi oleh kerusakan sedang (60,67%).

Tingkat kerusakan buah kategori sedang yang terbesar adalah pada kontrol (60,67%), sedangkan yang terendah adalah perlakuan BMP 10 (1,11%). Kandungan *pyrrolizidine alkaloids* (PA) dari ekstrak daun bandotan dan bawang putih yang mengandung komponen kimia yang mengandung sulfur dan berbau tidak enak, tidak disukai PBK. Komponen kimia dari bawang putih terdiri dari *allyl sulfide*, *allyl disulfate*, *allyl mercaptane*, *alun allicin* dan *alliin* (Okwu, 2005).



Gambar 2. Kategori tingkat kerusakan buah: (a) sehat, (b) ringan, (c) sedang, dan (d) berat
Figure 2. The category of pods damage level: (a) healthy, (b) light, (c) medium, and (d) severe

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap persentase kehilangan hasil akibat serangan PBK

Table 4. Effect of treatment on percentage of yield loss against CPB

Perlakuan	Konsentrasi (ml/ l)	Kehilangan hasil (%)
BMS 5	5	14,18 b
BMS 10	10	14,09 b
BMC 5	5	16,45 ab
BMC 10	10	7,70 b
BMP 5	5	11,86 b
BMP 10	10	7,61 b
PES 5	5	20,79 ab
PES 10	10	13,59 b
PEC 5	5	14,76 ab
PEC 10	10	18,95 ab
KSP 5	5	18,47 ab
KSP 10	10	8,69 b
KSB 5	5	11,94 b
KSB 10	10	10,16 b
Air	-	41,52 a
<i>α-eleostearic acid</i>	5	7,85 b

Keterangan : BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%

Notes : BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic. Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tingkat kerusakan buah kategori berat pada kontrol (27,33%) tidak berbeda nyata dengan perlakuan PEC 10 (13,36%) dan PES 5 (14,72%), sedangkan dengan yang lainnya berbeda nyata (Tabel 3). Tingkat kerusakan buah kategori berat paling rendah pada perlakuan *α-eleostearic acid* (1,11%) (kontrol negatif) dan KSP 10 (1,11%). Zat *α-eleostearic acid* merupakan salah satu fitokimia yang terdapat di dalam minyak kemiri sunan. Dengan demikian, minyak kemiri sunan mampu menurunkan serangan PBK. Minyak kemiri sunan bersifat sinergis dengan ekstrak bawang putih karena dapat menurunkan tingkat kerusakan buah kategori berat sebesar 95,93% dibandingkan dengan kontrol.

Persentase kehilangan hasil buah kakao yang disemprot insektisida nabati bervariasi. Lima perlakuan yang persentase kehilangan hasilnya tidak berbeda nyata dengan kontrol adalah BMC 5, KSP 5, PEC 10, PEC 5, dan PES 5 (Tabel 4). Persentase kehilangan hasil yang terendah adalah pada perlakuan BMP 10, yaitu sebesar 7,61% atau selisih 33,91% dari kontrol. Hasil penelitian Soesanthy & Samsudin (2013) menunjukkan persentase kehilangan hasil buah kakao yang telah disemprot ekstrak tunggal bandotan-metanol 1%, bawang putih-etanol 1%, dan kemiri sunan 1%, masing-masing 21,49%, 13,99%, dan 26,90%. Dengan demikian,

persentase kehilangan hasil pada kakao yang disemprot dengan ekstrak yang telah diformulasi lebih rendah dibandingkan ekstrak tunggal

Komposisi Kandungan Fitokimia Insektisida Nabati

Hasil pemeriksaan kualitatif senyawa fitokimia pada ketujuh formula menunjukkan perbedaan. Golongan senyawa saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida terdapat pada semua jenis formula (Tabel 5). Senyawa-senyawa tersebut dipercaya dapat mempengaruhi tingkah laku dan fisiologi serangga (Dadang & Prijono, 2008). Saponin bersifat seperti sabun, pahit, dan bersifat sebagai *astringen*, serta dapat mempengaruhi perilaku makan, pertumbuhan, dan bahkan mematikan serangga karena dapat menyebabkan hemolisis sel-sel darah merah (Okwu, 2005; Okigbo Anuagasi, & Amadi 2009; Chaib, 2010; Francis, Kerem, Makkar, & Becker, 2012). Demikian juga dengan senyawa alkaloid yang mampu melindungi tumbuhan dari serangan herbivora (Dadang & Prijono, 2008). Senyawa *pyrrolizidine alkaloids* (PA), yaitu *lycopsamine* dan *echinatine* merupakan alkaloid bersifat toksik yang terdapat pada daun bandotan (Wiedenfeld & Roder, 1991).

Tabel 5. Penapisan fitokimia formula insektisida nabati
Table 5. Phytochemical screening of botanical insecticide formula

Uji Fitokimia	Formula insektisida nabati							
	BMS	BMC	BMP	PES	PEC	KSB	KSP	α -eleostearic acid
Saponin	+	+	+	+	+	+	+	+
Alkaloid	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanin	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenolik	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoid	+	+	+	+	+	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+	+	+	+	+	+
Steroid	+	+	+	-	-	-	-	+
Glikosida	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan : - = tidak mengandung senyawa tersebut, + = mengandung senyawa tersebut, BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih

Notes : - = does not contain these compounds, + = contain these compounds, BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic

Tabel 6. Penapisan fitokimia ekstrak kasar bandotan-metanol, bawang putih-etanol, dan minyak kemiri sunan
Table 6. Phytochemical screening of crude extracts of goat weed-methanol, garlic-ethanol, and philippine tung oil

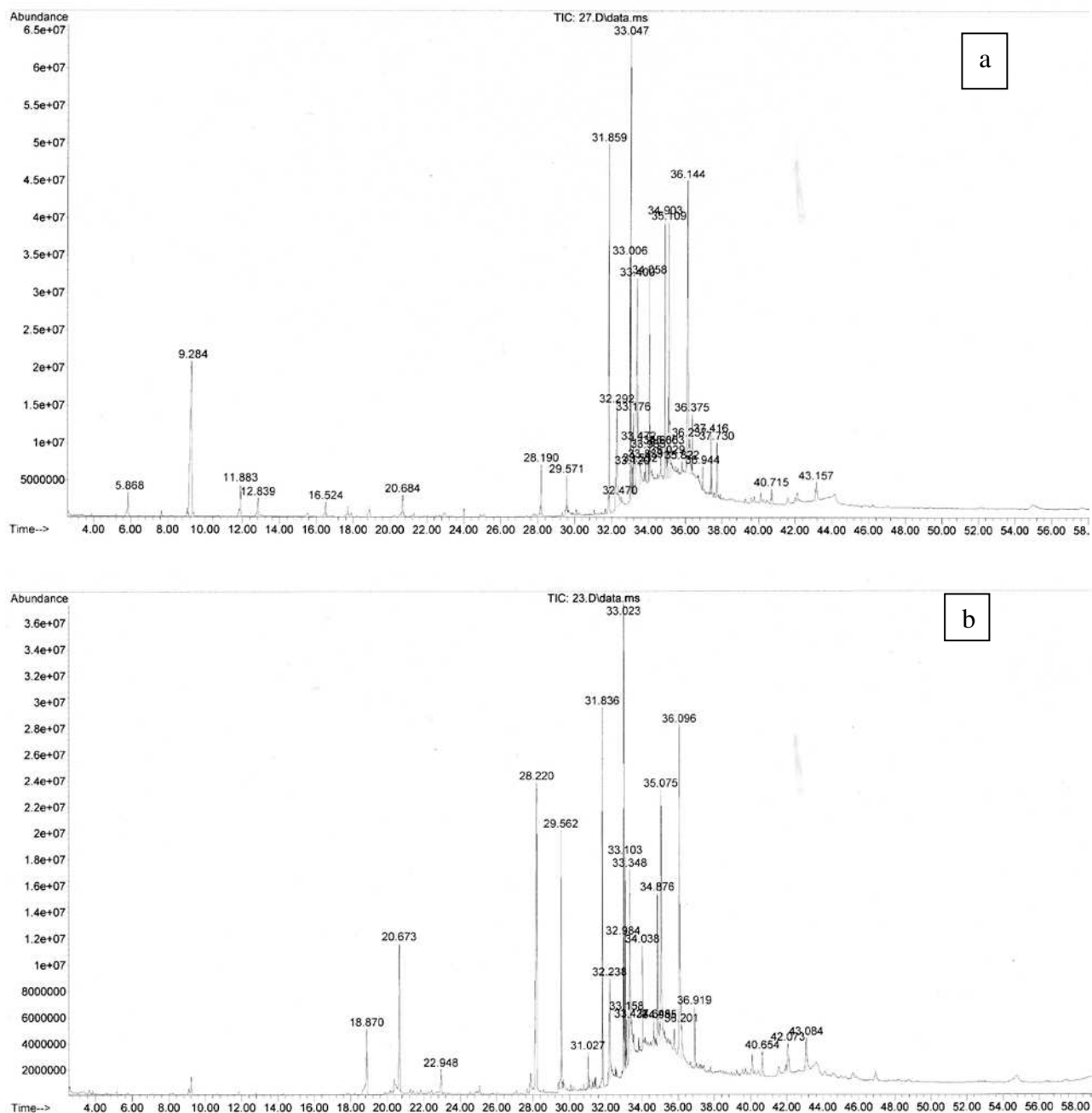
Uji Fitokimia	Ekstrak bandotan-metanol	Ekstrak bawang putih-etanol	Minyak kemiri sunan
Saponin	+	+	+
Alkaloid	+	+	+
Tanin	+	-	-
Fenolik	+	-	+
Flavonoid	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+
Steroid	+	-	-
Glikosida	+	+	+

Sumber/ Source : Soesanthy & Samsudin (2013)

Formula BMS, BMC, BMP, dan KSP tidak mengandung senyawa tanin dan fenolik (Tabel 5), padahal menurut Soesanthy & Samsudin (2013), ekstrak kasar daun bandotan-metanol mengandung senyawa tanin dan fenolik. Demikian juga dengan minyak kemiri sunan yang mengandung senyawa fenolik (Tabel 6). Hal ini berarti pada saat ekstrak daun bandotan-metanol dan minyak kemiri sunan masing-masing diformulasikan dengan beberapa bahan tambahan, senyawa tanin dan fenoliknya berikatan dengan bahan-bahan tersebut. Tanin adalah senyawa kimia yang tergolong dalam senyawa polifenol dan mudah larut dalam air (Ahadi, 2003). Senyawa ini bersifat anti nutrisi karena mampu menghalangi penyerapan protein oleh tubuh dan menghambat proteolitik menguraikan protein menjadi asam amino (Deaville, Givens, & Harvey, 2010). Menurut McSweeney (2001), pembentukan kompleks

ini terjadi karena ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan ikatan kovalen antara kedua senyawa tersebut.

Nilai persentase serangan PBK terendah adalah perlakuan KSB 10, sedangkan nilai intensitas serangan PBK dan persentase kehilangan hasil terendah adalah BMP 10. Senyawa volatil KSB ada 35 komponen, lima diantaranya adalah α -monoolein (13,93%), 9-octadecanoic acid (11,65%), 6-octenal,3,7-dimethyl- (10,80%), 2-hexadecanoyl glycerol (8,23%), dan methyl elaidate (8,08%). Senyawa volatil dalam BMP ada 24 komponen, yang didominasi oleh ageratochromene (18,11%), α -monoolein (13,14%), oleic acid (8,26%), 2-hexadecanoyl glycerol (6,63%), dan methyl elaidate (6,39%) (Gambar 3 dan Tabel 7).



Gambar 3 Jejak GCMS pada formula insektisida nabati a) KSB dan b) BMP
Figure 3. GCMS trace of botanical insecticide formulas, a) KSB and b) BMP

Hasil GCMS menunjukkan bahwa pada formula KSB waktu retensinya relatif lebih singkat dibandingkan dengan formula BMP (Gambar 3a dan 3b). Pada KSB, senyawa volatil mulai dilepaskan pada menit ke 5,87 dan secara terus menerus disusul dengan pelepasan beberapa jenis senyawa volatil lainnya, sedangkan pada BMP, senyawa volatil mulai terdeteksi mulai pada menit ke 18,87. Hal ini diduga yang menyebabkan formula KSB ini lebih cepat direspon oleh PBK dibandingkan formula BMP.

Kedua formula di atas mengandung senyawa 6-Demetohoxyageratochromene, ageratochromene, dan precocene II. Senyawa-senyawa volatil tersebut terdapat dalam ekstrak bandotan-metanol. Menurut Hardie, Honda, Timar, & Varjas (1995) dan Brooks, Ottridge, Jennings, Mace, & Alexander (2006), senyawa 6-Demetohoxyageratochromene dan precocene dapat mempengaruhi metamorfosis kutu daun *Acyrtosiphon pisum* (Harris), kepik *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) dan belalang *Locusta migratoria migratorioides* (R&F).

Tabel 7. Komposisi kimia senyawa volatil formula BMP dan KSB
Table 7. Chemical compositions of volatils compound of BMP and KSP formulas

No.	KSB		BMP	
	Komponen	Luas puncak (%)	Komponen	Luas puncak (%)
1	(+)- α -limonene	1,09	B-caryophyllen	3,50
2	6-octenal,3,7-dimethyl-	10,80	Demethoxy ageratochromene	6,23
3	6-octenal,3,7-dimethyl-	1,20	B-sesquiphellandrene	0,90
4	3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-ol	0,97	Ageratochromene	18,11
5	Citronellol acetat	0,54	Evodinnol	5,62
6	Demethoxy ageratochromene	0,87	Neophytadiene	0,62
7	Ageratochromene \$\$ Precocene II	1,88	Palmitic acid methyl ester	6,17
8	6-acetyl-8-methoxy-2-2-dimethyl-2h-chromen-5-ol	0,91	Palmitic acid	3,98
9	Palmitic acid methyl ester	6,36	9,12-octadecadienoic acid, methyl ester	1,63
10	Palmitic acid	5,39	Methyl elaidate	6,39
11	Methyl 8,11-octa decadienoate	0,14	Phytol	3,02
12	8,11-octadecadienoic , methyl ester	3,58	Stearic acid methyl ester	0,78
13	Methyl elaidate	8,08	Oleic acid	8,26
14	Trans-phytol	0,50	Octadecanoic acid	1,06
15	Stearic acid methyl ester	1,00	9-octadecenoic acid (z)-	1,35
16	9-octadecanoic acid	11,65	A-monoolein	0,68
17	Oleic acid	1,85	Oleylaldehyde	3,22
18	9-octadecanoic acid	0,94	Oleic acid	0,77
19	2-methyl-z,z-3,13-octadecadienol	0,45	2-hexadecanoyl glycerol	6,63
20	Methyl ester hexadecatrienoic	0,43	A-monoolein	13,14
21	Palmitic acid chloride	2,69	Spinacene	1,75
22	B-monoolein	0,98	Spinacene	1,21
23	B-monoolein	6,12	Cyclohexanol, 1-94-fluorophenyl)	1,02
24	9-octadecenoic acid	0,69	Stigmasterol	1,76
24	A-monoolein	0,56	Γ -sitosterol	2,20
26	2-hexadecanoyl glycerol	8,23		
27	B-monoolein	0,31		
28	A-monoolein	13,93		
29	A-monoolein	1,48		
30	Geranyl propionate	1,08		
31	Spinacen	0,5		
32	B – citronellyl acetate	1,42		
33	Geraniol butyrate	1,47		
34	Benzenepropanenitrile, 3,4-dimetoxy-	0,63		

Keterangan : BMP = Bandotan - Bawang putih, KSB = Kemiri sunan – Bandotan

Notes : BMP = Goat weed - Garlic, KSB = Philippine Tung oil - Goat weed

KESIMPULAN

Formula KSB (kemiri sunan 25% + bandotan 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menghasilkan nilai persentase serangan PBK terendah, sedangkan formula BMP (bandotan 5% + bawang putih 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil terendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada PT. Bumiloka Swakarya atas dukungan fasilitas dan bantuannya selama penelitian di lapang. Penelitian ini terlaksana atas dukungan dana APBN pada DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, tahun anggaran 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjinah, K.O., & Opoku, I.Y. (2010). The National Cocoa Diseases and Pest Control (CODAPEC): Achievements and Challenges myjoyonline-Myjoyonline.com. Feature Article, Wed, 28 Apr 2010.
- Ahadi, M. R. (2003). *Kandungan tanin terkondensasi dan laju dekomposisi pada serasah daun rhizospora mucronata lamk pada ekosistem tambak tumpang Sari, Purwakarta, Jawa Barat* (Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Asaad, M., & Willis, M. (2012). Kajian pestisida nabati yang efektif terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. *Suara perlindungan tanaman*, 2(2), 24-34.
- Ayman, A. O., & Abd-Elgayed, A. A. (2007). Potential efficacy of certain plant volatile oils and chemicals against greater wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) *Bull. Ent. Soc. Egypt, Econ. Ser.*, 33, 67-75.

- Brooks, G.T., Ottridge, A.P., Jennings, R.C., Mace, D.W., & Alexander, B.A. (2006). The effect of 2,2-dimethylchromene derivatives and some other compounds on the development of *Oncopeltus fasciatus* (dallas) and *Locusta migratoria migratorioides* (R&F). *Pesticide Science*, 16(6), 571-588. doi: 10.1002/ps.2780160603
- Chaib, I. (2010). Saponins as insecticides: A review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 39-50.
- Chisholm, R. H., Toledano, J., & Benalt, M. N. (2006). The role of the World Bank in supporting agriculture in Asia: the place for technology and innovation. Paper presented at the 2006 Cocoa Symposium held Feb. 9-10, 2006 at The National Academies, Washington, DC. Retrieved from www.cocoasympposium.com/2006/abstracts.
- Dadang, & Prijono, D. (2008). Insektisida nabati: Prinsip, pemanfaatan, dan pengembangan (p. 163). Bogor: Departemen Proteksi Tanaman.
- Deaville, E. R., Givens, D. I., & Harvey, I. M. (2010). Chesnut and mimmosa tannin silages: Effect in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilization and losses. *Anim. Feed Sci.*, 157, 129-138.
- Depparaba, F. (2002). Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dan penanggulangannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 21(2), 69-74.
- Djamaluddin, R., & Sjafaruddin, M. (2006). Kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Prosiding Seminar Nasional dan Ekspose Hasil Penelitian*. Kendari: Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Francis, G., Kerem, Z. S., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2002). The biological action of saponins in animal systems: A review. *British Journal of Nutrition*, 88, 587-605.
- Hardie, J., Honda, K I., Timar, T., & Varjas, L. (1995). Effects of 2,2-dimethylchromene derivatives on wing determination and metamorphosis in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Journal Insect Biochemistry and Physiology*, 30(Issue 1), 25-40.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Sofiari, E. (2010). Efikasi dan persistensi minyak serai sebagai biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Hort.*, 20(4), 377-386.
- Ho, S. H., Cheng L. P. L., Sim, K. Y., & Tan, H. T. W. (1994). Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) (Merr.) and perry as a grain protectant against *tribolium castaneum* (Herbs) and *Sitophilus zeamais*. Motsch. *Postharvest Biology and Technology*, 4, 179-183.
- Labinas, M.A., & Crocomo, W.B. (2002). Effect of Java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith. 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Maringa*, 24(5), 1401-1405.
- McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeil, D.M., & Krause, D.O. (2001). Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 91, 83-93.
- Munerato, M.C, Sinigaglia, M., & Reguly, M.L. (2005). Genotoxic effects of eugenol, isoeugenol and safrole in the wing spot test of *Drosophila melanogaster*. *Mutat Res.*, 582(12), 87-94.
- Musabyimana, T., Saxena, R.C., Kairu, E.W., Ogol, C.P.K.O., & Khan, Z.R. (2001). Effects of the Neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Hort. Entomol.*, 94, 449-454
- Okigbo, R.N., Anuagasi, C. L., & Amadi, J. E. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to Africa. *J. Med. Plant. Res.*, 3(2), 086-095. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/JMPR>.
- Okwu, D. E. (2005). Phytochemicals, vitamins and mineral contents of two Nigeria medicinal plants. *Int. J.Mol. Med. Adv. Sci.*, 1(4), 375-381.
- Rahman, A., & Talukder, F. A. (2006). Bioefficacy of some plant derivatives that protect grain against the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science*, 6(3), 1-10.
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Hasyim, A. (2011). Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera*. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 12(1), 9-16.
- Shahabuddin, & Anshary, A. (2010). Uji aktivitas insektisida ekstrak daun serai terhadap ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.) di laboratorium. *J. Agroland*, 17(3), 178-183.
- Soesanthy, F., & Samsudin. (2013). Peranan ekstrak babadotan dan bawang putih, serta minyak kemiri sunan terhadap serangan penggerek buah kakao. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 157-164.
- Srivastava, A.K., Srivastava, S.K., & Syamsundar, K.V. (2005). Bud and leaf essential oil composition of *Syzygium aromaticum* from India and Madagascar. *Flavour Fragr J.*, 20, 51-53.
- Sulistiyowati, E. (2003). *Pengendalian hama utama, teknik pengamatan dan pengendaliannya pada tanaman kakao, teknik budidaya dan pengolahan hasil kakao*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Sulistiyowati, E., Mufrihati, E., & Wardani, S. (2007). Potensi insektisida berbahan aktif ganda sipermetrin plus klorpirifos dalam mengendalikan penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(3), 159-167.
- Sulistiyowati, E., Yohanes, D.J., & Mufrihati, E. (2002). *Kajian ekobiologi dan metode pengendalian jasad pengganggu utama untuk mendukung PHT pada tanaman kakao* (p. 24). Laporan Proyek Penelitian PHT Perkebunan Rakyat TA 2001.
- Wardani, S., Winarno, H., & Sulistiyowati, E. (1997). Model pendugaan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*, 13, 33-39.
- Wiedenfeld, H., & Roder, E.. (1991). Pyrrolizidine alkaloids from *Ageratum conyzoides*. *Planta Med.*, 57, 578-579.
- Willis, M., Laba, I. W., & Rohimatun. (2013). Efektivitas insektisida sitronellal, eugenol, dan azadirachtin terhadap hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* (Snell.). *Bul. Litro* 24(1), 19-25.
- Wiryadiputra, S., & Atmawinata, O. (1998). Kakao (*Theobroma cacao* L.) In *Pedoman Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Perkebunan* (pp. 44-52). Pusat Penelitian Tanaman Industri. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.