

AKTIVITAS REPELENSI DAN INSEKTISIDAL BEBERAPA EKSTRAK DAN MINYAK NABATI TERHADAP HAMA GUDANG *Ephestia cautella*

REPELLENCY AND INSECTICIDAL ACTIVITY OF SOME BOTANICAL EXTRACTS AND OILS ON STORAGE PEST OF *Ephestia cautella*

* Samsudin, Funny Soesanthy, dan Syafaruddin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
* samsudin.afaqih@gmail.com

(Tanggal diterima: 7 April 2016, direvisi: 30 April 2016, disetujui terbit: 12 Juli 2016)

ABSTRAK

Ephestia cautella merupakan salah satu jenis hama gudang yang menyebabkan penurunan kualitas biji kakao. Pengendalian hama ini menggunakan insektisida kimia tidak dianjurkan karena berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan konsumen. Tujuan penelitian adalah menguji aktivitas repelensi dan insektisidal dari beberapa jenis ekstrak dan minyak nabati terhadap larva *E. cautella*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai bulan Maret sampai November 2012. Bahan nabati yang digunakan adalah ekstrak air dari daun *Ageratum conyzoides*, biji *Azadirachta indica*, dan umbi *Allium sativum*, serta minyak dari *Reutalis trisperma*, *Syzygium aromaticum*, dan *Andropogon nardus* dengan konsentrasi masing-masing 0,5%. Serangga uji yang digunakan adalah larva instar ke-3 hasil perbanyakan di laboratorium. Uji pendahuluan terhadap aktivitas repelensi menggunakan metode banyak pilihan (*multiple-choice*), sedangkan uji lanjutan menggunakan metode dua pilihan (*dual-choice*) dengan parameter jumlah larva yang menetap pada masing-masing perlakuan sampai 72 jam setelah perlakuan. Uji aktivitas insektisidal menggunakan metode residual pada pakan pengganti dengan menghitung tingkat mortalitas serangga uji. Pengamatan dilakukan pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan persentase repelensi ekstrak air dari umbi *A. sativum* dan daun *A. conyzoides* terhadap larva *E. cautella* tergolong tinggi, yaitu masing-masing 81,33% dan 78,67%. Dengan demikian, kedua ekstrak nabati tersebut berpotensi menjadi bahan pelindung biji kakao dari serangan hama gudang *E. cautella*. Ekstrak dari biji *A. Indica* dan umbi *A. sativum* serta minyak dari *R. trisperma* dan *S. aromaticum* menunjukkan indikasi bersifat insektisidal yang mampu mematikan larva *E. cautella*.

Kata kunci: *Ephestia cautella*, hama gudang, repelensi, insektisidal

ABSTRACT

Ephestia cautella is one type of storage pests that causes a decrease in cocoa bean quality. Control of this pest using chemical insecticides is not recommended because it is harmful to the environment and consumer health. The research aimed to examine the repellency and insecticidal activity of several types of extract and botanical oil against *E. cautella* larvae. The research was conducted in the Plant Protection Laboratory, Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, from March to November 2012. Botanical materials used were water extracts from *Ageratum conyzoides* leaves, *Azadirachta indica* seeds, and *Allium sativum* tubers, as well as oil from *Reutalis trisperma*, *Syzygium aromaticum*, and *Andropogon nardus*, with respective concentration of 0.5%. The insects test used was the 3rd instar larvae generated in the laboratory. Preliminary testing of the repellency activity was performed used the multiple-choice method, while subsequent testing used the dual-choice method with the parameters of larvae number remains in each treatment until 72 hours. The insecticidal activity was conducted using residual method on the feed substitute, by calculating mortality rate of the test insects. Observations were made at 24, 48, and 72 hours after treatment. The results showed that water extract from *A. sativum* bulbs and *A. conyzoides* leaves have high repellency percentage on the *E. cautella* larvae, i.e. of 81.33% and 78.67%, respectively. Thus, these two vegetable extracts have the potential to be used as cocoa bean protectant from storage pest attacks. The extracts from *A. indica* seed, *A. sativum* bulbs, as well as oil from *R. trisperma* and *S. aromaticum* showed insecticidal properties that are able to kill *E. cautella* larvae.

Keywords: *Ephestia cautella*, storage pest, repellency, insecticidal

PENDAHULUAN

Luas areal perkebunan kakao Indonesia pada tahun 2014 mencapai 1.727.437 ha, dengan 1.686.178 ha (97,61%) di antaranya merupakan perkebunan rakyat yang melibatkan sekitar 1,5 juta kepala keluarga (KK) (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2015). Menurut Sjam (2007) sekitar 90% produk biji kakao yang dikelola oleh petani bermutu rendah. Pengelolaan biji kakao yang dilakukan petani masih sangat sederhana sehingga masih ditemukan adanya infestasi hama gudang dan kontaminasi jamur pada saat di penyimpanan. Padahal, menurut Tuty (2009), salah satu standar biji kakao yang diperdagangkan di pasar internasional adalah harus bebas dari serangga hidup dan kontaminan. Kerugian langsung yang diakibatkannya adalah berupa penahanan otomatis (*automatic detention*) produk biji kakao Indonesia oleh Amerika Serikat, yaitu berupa potongan harga sekitar 15% dari harga rata-rata kakao dunia (Sjam, Melina, & Thamrin, 2010).

Salah satu jenis hama gudang yang sering ditemukan di tempat penyimpanan biji kakao di Indonesia adalah *Ephestia cautella* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) (Dobie, Haines, Hodges, Prevet, & Rees, 1991). *E. cautella* merupakan hama utama di daerah tropik dan daerah beriklim panas. Tettey, Jonfia-Essien, & Obeng-Ofori (2014) melaporkan bahwa serangan hama ini dapat menurunkan bobot biji kakao di gudang rata-rata sekitar 10,1%. Selain itu, Dharmaputra, Sunjaya, Retnowati, & Ambarwati (2000) menyatakan bahwa infestasi *E. cautella* akan menyebabkan penurunan kandungan asam lemak pada biji kakao.

Pengendalian hama gudang untuk produk pangan seperti kakao tidak dianjurkan menggunakan pestisida kimia sintetik karena berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan konsumen. Beberapa teknik pengendalian ramah lingkungan yang terbukti efektif mengendalikan *E. cautella* adalah penggunaan CO₂ dosis tinggi yang dipadukan dengan temperatur (Tusuncu, Emekci, & Navarro, 2001), dan ozonisasi (Abo-El-Saad, Elshafie, Ajlan, & Bou-Khowh, 2011). Akan tetapi, pengembangan teknologi tersebut dinilai masih mahal dan sulit dilakukan oleh petani di Indonesia. Oleh sebab itu, perlu dicari teknologi pengendalian ramah lingkungan yang lebih mudah dan murah untuk dikembangkan di tingkat petani.

Pemanfaatan bahan nabati sebagai penolak serangga (*repellent*) atau pelindung biji (*seed protectant*) memiliki prospek yang baik sebagai teknologi alternatif pengganti fumigan kimia (Adeyemi, 2011). Kelebihan bahan nabati adalah mudah terdegradasi (*biodegradable*), toksisitas terhadap mamalia rendah, lebih selektif dan dapat berfungsi sebagai atraktan, repelen, dan sekaligus

deteren (Rahman & Talukder, 2006; Pino, Sánchez, & Rojas, 2013). Beberapa jenis tanaman diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti fenolik, polifenol, quinon, flavonoid, tanin, kumarin, terpenoid, lektin, dan polipeptida (Shukla, 2013), yang dapat berfungsi sebagai pelindung tanaman budi daya dari serangan organisme pengganggu tanaman (Paluch, Grodnitzky, Bartholomay, & Coats, 2009).

Hasil penelitian Caballero-Gallardo, Olivero-Verbel, & Stashenko (2011) menunjukkan bahwa *Tagetes lucida*, *Lepechinia betonicifolia*, *Lippia alba*, *Cananga odorata*, dan *Rosmarinus officinalis* bersifat repelen terhadap hama gudang. Zandi-Sohani, Hojjati & Carbonell-Barrachina (2012) melaporkan bahwa minyak *Lantana camara* bersifat repelen kuat dan insektisidal terhadap hama gudang *Callosobruchus maculatus* dengan LC₅₀ (*lethal concentration 50%*) masing-masing 282,7 µl/l untuk imago betina dan 187,9 µl/l untuk imago jantan. Sementara itu, Eziah, Sackey, Boateng, & Obeng-Ofori (2011) melaporkan bahwa penggunaan minyak mimba dengan konsentrasi 5 ml/liter (*v/v*) efektif melindungi biji gandum dari infestasi *E. cautella* di gudang sampai 60 hari. Penelitian bertujuan menguji aktivitas repelensi dan insektisidal dari beberapa jenis ekstrak dan minyak nabati terhadap larva hama gudang kakao *E. cautella*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai bulan Maret sampai November 2012. Bahan nabati yang digunakan dalam penelitian adalah ekstrak air dari daun *Ageratum conyzoides* (bandotan), biji *Azadirachta indica* (mimba) dan umbi *Allium sativum* (bawang putih), serta minyak dari tanaman *Reutalis trisperma* (kemiri sunan), *Syzygium aromaticum* (cengkeh), dan *Andropogon nardus* sinonim *Cymbopogon nardus* (serai wangi).

Perbanyak Serangga Uji

Serangga hama gudang *E. cautella* yang digunakan berasal dari gudang penyimpanan biji kakao milik P.T. Bumiloka Swakarya, Sukabumi, Jawa Barat yang telah diperbanyak secara massal di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balittri. Imago *E. cautella* hasil koleksi dibiarkan melakukan kopulasi di dalam stoples yang telah diisi biji kakao kering dan ditempatkan pada suhu ruang selama kurang lebih 4 minggu. Biji kakao yang menjadi media bertelur *E. cautella* diambil dan dimasukkan ke dalam kotak plastik yang bagian penutupnya dilubangi dan ditutup kain kasa, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 15 sampai 20 hari.

Larva instar ke-3 atau yang berukuran sedang dan seragam diambil dan digunakan sebagai serangga uji.

Ekstraksi Bahan Nabati

Penyiapan ekstraksi bahan nabati mengikuti cara yang telah diterapkan oleh Dadang & Prijono (2008). Simplisia daun *A. conyzoides* dicuci, dikeringanginkan, diblender sampai halus, dan diayak menggunakan pengayak kasa 0,5 mm. Biji *A. indica* dan umbi *A. sativum* digiling halus menggunakan *grinder mill*. Sebanyak 100 gram dari masing-masing bahan direndam dalam 1 liter akuades (perbandingan berat bahan uji dan pelarut 1:10 (w/w), selama 24 jam, kemudian disaring menggunakan corong kaca yang telah dilapisi kertas saring Whatman no. 41. Untuk memisahkan ekstrak dengan air dilakukan penguapan menggunakan *hot plate* pada suhu 40°C–50°C. Ekstrak kasar hasil pengeringan dimasukkan ke dalam botol kaca dan disimpan dalam lemari es pada suhu 5°C sampai digunakan untuk pengujian.

Uji Repelensi

Uji repelensi dilakukan dalam dua tahapan, yaitu uji pendahuluan dan uji utama. Uji pendahuluan menggunakan metode multi-pilihan (*multiple-choice test*) menurut Fields, Xie, & Hou (2001) yang dimodifikasi pada bagian bentuk alat dan bahan pakan buatanya. Metode multi-pilihan menggunakan bak plastik berukuran 34 cm x 26 cm yang dibagi menjadi 9 bagian masing-masing berukuran 11,33 cm x 8,67 cm. Setiap bagian diberi sekat, kecuali 2 bagian yang ada tengah dan sebelah kiri/kanannya sehingga akhirnya diperoleh menjadi 8 kotak yang bersekat (Gambar 1A). Masing-masing bak diisi dengan 40 ekor larva *E. cautella* instar 3 yang ditempatkan pada kotak yang tidak disekat (22,66 cm x 8,67 cm) di bagian tengah. Secara acak pada masing-masing kotak diisi dengan 100 gram pakan buatan (pakan burung) yang telah dicampur masing-

masing 10 ml larutan ekstrak *A. conyzoides*, *A. Indica*, dan *A. sativum*, serta minyak *R. trisperma*, *S. aromaticum*, dan *A. nardus* dengan konsentrasi 0,5% (v/v) dan kontrol (pakan buatan tanpa campuran). Pengamatan dilakukan setiap hari sampai 4 hari setelah perlakuan. Peubah yang diamati adalah jumlah larva serangga uji yang menetap dan membuat sarang berupa jaring-jaring seperti sutera.

Uji utama repelensi menggunakan metode dua-pilihan (*dual-choice test*) menurut Liu, Mishra, Tan, Tang, Yang, & Shen (2006). Metode dua-pilihan menggunakan wadah plastik dengan diameter 14 cm yang disekat menjadi 2 bagian yang sama ukurannya. Satu bagian diisi dengan 100 gram pakan buatan yang dicampur dengan 10 ml masing-masing larutan uji (ekstrak *A. conyzoides*, *A. indica* dan *A. sativum*, serta minyak *R. trisperma*, *S. aromaticum*, dan *A. nardus*) dengan konsentrasi masing-masing 0,5% (v/v). Satu bagian yang lain diisi pakan pakan buatan tanpa campuran (kontrol) (Gambar 1B). Setiap wadah plastik diisi dengan 15 ekor larva *E. cautella* instar ke-3. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Untuk menghitung persentase repelensi menggunakan rumus Liu, *et al.* (2006) :

$$PR (\%) = [(C-E)/T] \times 100$$

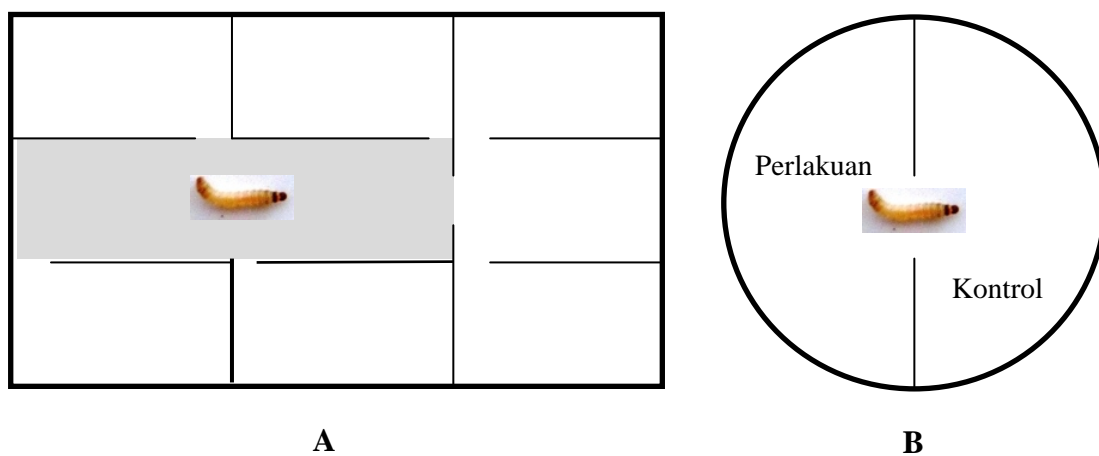
PR (%) = persentase repelensi

C = jumlah serangga yang menetap pada kontrol

E = jumlah serangga yang menetap pada perlakuan

T = total serangga yang digunakan

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.



Gambar 1. Desain uji repelensi dengan metode (A) multi-pilihan dan (B) dua-pilihan
Figure 1. Repellency testing design using (A) multi-choice method and (B) dual-choice method

Uji Insektisidal

Uji insektisidal bahan nabati terhadap larva *E. cauttella* menggunakan metode pengaruh residu (*residual effect*) menurut Peta & Pathipati (2008). Serangga uji yang digunakan adalah larva *E. cauttella* instar ke-3 hasil perbanyakan di laboratorium. Wadah plastik berdiameter 9 cm dan tinggi 10 cm, diisi 100 gram pakan buatan yang telah dicampur 10 ml ekstrak nabati dengan konsentrasi 0,5% (v/v), masing-masing dari *A. conyzoides*, *A. indica* dan *A. sativum*, minyak *R. trisperma*, *S. aromaticum*, dan *A. nardus*. Setiap perlakuan menggunakan 15 ekor serangga uji dengan 5 kali ulangan. Pengamatan terhadap jumlah serangga yang mati (mortalitas) dilakukan pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Repelensi Bahan Nabati terhadap Larva *E. cauttella*

Serangga pradewasa (larva) dari Ordo Lepidoptera tidak memiliki sistem penciuman (*olfactory system*) untuk mendeteksi aroma dari senyawa-senyawa volatil. Larva *E. cauttella* akan mendeteksi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam bahan nabati menggunakan sistem pengecap (*gustatory system*) yang terdapat dalam organ mulutnya. Oleh sebab itu, larva serangga uji ini membutuhkan waktu cukup lama untuk memilih dan menentukan pakannya.

Hasil uji pendahuluan dengan metode multi-pilihan (*multiple-choice test*) menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. conyzoides* dan umbi *A. sativum* merupakan bahan yang paling tidak disukai oleh larva *E. cauttella*. Persentase jumlah larva yang ditemukan menetap pada 4 HSP kedua jenis bahan uji tersebut adalah masing-masing 3,0% dan 3,5%. Sementara itu, pada perlakuan

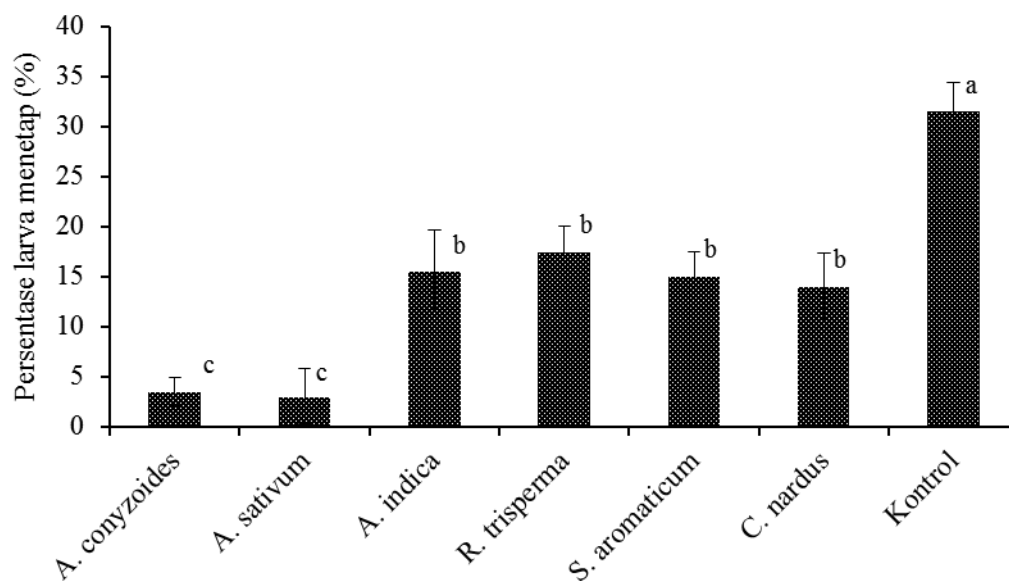
empat jenis bahan uji lainnya, yaitu ekstrak biji *A. indica*, serta minyak *A. nardus*, *S. aromaticum*, dan *R. trisperma*, ditemukan lebih banyak jumlah larva yang menetap pada 4 HSP, yaitu sebanyak 14,0%–17,5%. Semua bahan nabati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat repelen. Hal ini ditunjukkan oleh persentase jumlah larva *E. cauttella* yang menetap pada 4 HSP nyata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yang mencapai 31,50 % (Gambar 2).

Larva *E. cauttella* menghindari dari pakan yang sudah diberi perlakuan bahan nabati karena terpengaruh adanya beberapa senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai repelen atau antifedan, yaitu alkaloid, saponin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida. Menurut Shukla (2013) bahan tanaman yang mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, terpenoid, glikosida, beberapa sterol, dan minyak atsiri berpotensi sebagai insektisida. Hasil analisis kandungan fitokimia dari bahan-bahan yang diuji menunjukkan bahwa ekstrak *A. conyzoides* dan *A. sativum*, serta minyak *R. trisperma* dan *S. aromaticum* mengandung senyawa alkaloid, saponin, triterpenoid, dan glikosida (Soesanthy & Samsudin, 2013; Mishra & Kalyani, 2014; Chauhan & Rijhwani, 2015) (Tabel 1). Hasil pengujian Kamboj & Saluja (2011) menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. conyzoides* mengandung steroid, terpen, fenol, saponin, asam lemak, dan alkaloid. Sementara itu, Nerio, Olivero-Verbel, & Stashenko (2010) menjelaskan bahwa minyak *A. nardus* mengandung senyawa monoterpen dan sesquiterpen, seperti α -pinene, limonene, citronellol, citronellal, camphor dan thymol. Jayanudin (2011) mengemukakan bahwa minyak *S. aromaticum* mengandung eugenol dan trans-caryophyllene. Sementara itu, ekstrak biji *A. indica* diketahui mengandung alkaloid, glikosida, terpenoid, steroid, flavonoids dan tannin (Susmitha, Vidyamol, Ranganayaki, & Vijayaragavan, 2013; Harry-Asobara, Linda, Samson, & Okon, 2014).

Tabel 1. Kandungan senyawa fitokimia yang bekerja sebagai repelen dan insektisidal
 Table 1. Phytochemical compounds work as a repellent and insecticide

Bahan nabati	Senyawa metabolit sekunder						
	Alkaloid	Saponin	Fenolik	Flavonoid	Triterpenoid	Steroid	Glikosida
<i>A. conyzoides</i>	+	+	+	-	+	+	+
<i>A. sativum</i>	+	+	-	-	+	-	+
<i>A. indica</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. trisperma</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>S. aromaticum</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. nardus</i>	-	+	+	-	+	+	+

Sumber/Sources: Soesanthy & Samsudin (2013); Mishra & Kalyani (2014); Chauhan & Rijhwani (2015)



Gambar 2. Persentase larva *E. cautella* yang menetap pada masing-masing perlakuan
Figure 2. Percentage of *E. cautella* larvae that settled in each treatment

Hasil pengujian menggunakan metode dua-pilihan (*dual-choice tests*) menunjukkan bahwa persentase repelensi (PR) ekstrak umbi *A. sativum* dan daun *A. conyzoides* terhadap larva *E. cautella* merupakan yang tertinggi, yaitu masing-masing 81,33% dan 78,67%. Persentase repelensi bahan nabati lainnya rata-rata di bawah 50%, yaitu hanya 28,00%–44,00% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak umbi *A. sativum* dan daun *A. conyzoides* memiliki aktivitas repelensi yang kuat terhadap larva *E. cautella* dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pelindung biji kakao di gudang penyimpanan.

Aktivitas repelensi ekstrak dan minyak umbi bawang putih *A. sativum* terhadap beberapa jenis serangga hama gudang lainnya telah dilaporkan sebelumnya. Anwar, Gould, Tinson, Groom, & Hamilton (2016) melaporkan bahwa beberapa produk yang berbasis minyak bawang putih bekerja sebagai

repelen terhadap serangga hama dan telah digunakan sebagai pengendali hama tanaman. Bahan aktif dari umbi *A. sativum* yang spesifik bekerja sebagai repelen terhadap serangga hama gudang adalah di-2-propenyl trisulfide dan di-2-propenyl tetrasulfide (Wang *et al.*, 2014). Ekstrak umbi *A. sativum* dapat melindungi biji gandum dari infestasi hama gudang *Sitophilus* sp. sampai 35,9% dan menekan kehilangan berat biji sampai 75,9% (Sasaki & Calafiori, 1987). Hasil penelitian Rahman & Motoyama (2000) dan Yang, Liang, Xu, Lu, & Zeng (2010) menunjukkan bahwa ekstrak *A. sativum* juga bersifat repelen dan toksik terhadap hama gudang *S. oryzae* dan *Tribolium castaneum*. Menurut Mobki, Safavi, Safaralizadeh, & Panahi (2014), ekstrak umbi *A. sativum* dengan dosis sangat rendah, yaitu 2,13 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, memiliki persentase repelensi 95% terhadap hama gudang *T. castaneum*.

Tabel 2. Persentase repelensi (PR) beberapa bahan nabati terhadap larva *E. cautella* menggunakan metode dua pilihan
Table 2. The percentage of repellency (PR) of some botanical materials against *E. cautella* larvae using dual-choice method

Bahan nabati	Rata-rata jumlah larva pada perlakuan	Rata-rata jumlah larva pada kontrol	Persentase Repelensi (%)
<i>A. conyzoides</i>	1,60	13,40	78,67 a
<i>A. sativum</i>	1,40	13,60	81,33 a
<i>A. indica</i>	4,80	10,20	36,00 b
<i>R. trisperma</i>	5,40	9,60	28,00 b
<i>S. aromaticum</i>	4,60	10,40	38,67 b
<i>A. nardus</i>	4,20	10,80	44,00 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Tukey's test at 5% levels

Ekstrak daun *A. conyzoides* berpotensi untuk dijadikan bahan pelindung biji kakao dari serangan *E. cautella* di gudang. Bahan tanaman ini mengandung metabolit sekunder seperti terpenoid, flavanoid, alkaloid, steroid, dan chromene (Chauhan & Rihwani, 2015). Hasil penelitian Kong, Hu, Xu, Zhang, & Liang (2005) menyatakan bahwa ekstrak daun *A. conyzoides* juga mengandung demethoxy-ageratochromene, β -caryophyllene, α -bisabolene, dan E- β -farnesene yang bersifat atraktan terhadap tungau predator *Amblyseius newsami*, tetapi bersifat repelen terhadap tungau merah *Panonychus citri*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat bahan nabati lainnya juga bersifat repelen terhadap larva *E. cautella*, meskipun menghasilkan nilai PR di bawah 50%. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang telah dilaporkan oleh Licciardello, Muratore, Suma, Russo, & Nerin (2013), bahwa minyak *citronella* dari tanaman *Cymbopogon* spp. pada konsentrasi lebih dari 0,005 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ bersifat repelen terhadap hama gudang *T. castaneum* dengan persentase repelensi sebesar 53%. Minyak *A. nardus* juga bersifat repelen terhadap hama gudang *Oryzaephilus surinamensis* (Manzoor, Nasim, Saif, & Asma Malik, 2011) dan efektif sebagai repelen untuk mengendalikan kecoa (Mikonnen, Abate, & Manhile, 2015). Bahkan menurut Zhang *et al.* (2011) geraniol dan citronellol memiliki aktivitas repelensi lebih kuat terhadap hama gudang *T. castaneum* dibandingkan dengan DEET (N,N-diethyl-meta-toluamide). DEET merupakan bahan repelen serangga berspektrum luas

yang sudah umum digunakan di dunia (Ditzen, Pellegrino, & Vosshall, 2008). Hasil pengujian repelensi ekstrak biji *A. indica* terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* menghasilkan persentase repelensi sangat tinggi, yaitu mencapai 90,26% (Mandal, 2011), dan hama gudang *S. oryzae* (Paranagama, Abeysekera, Nugaliyadde, & Abeywickrama, 2002).

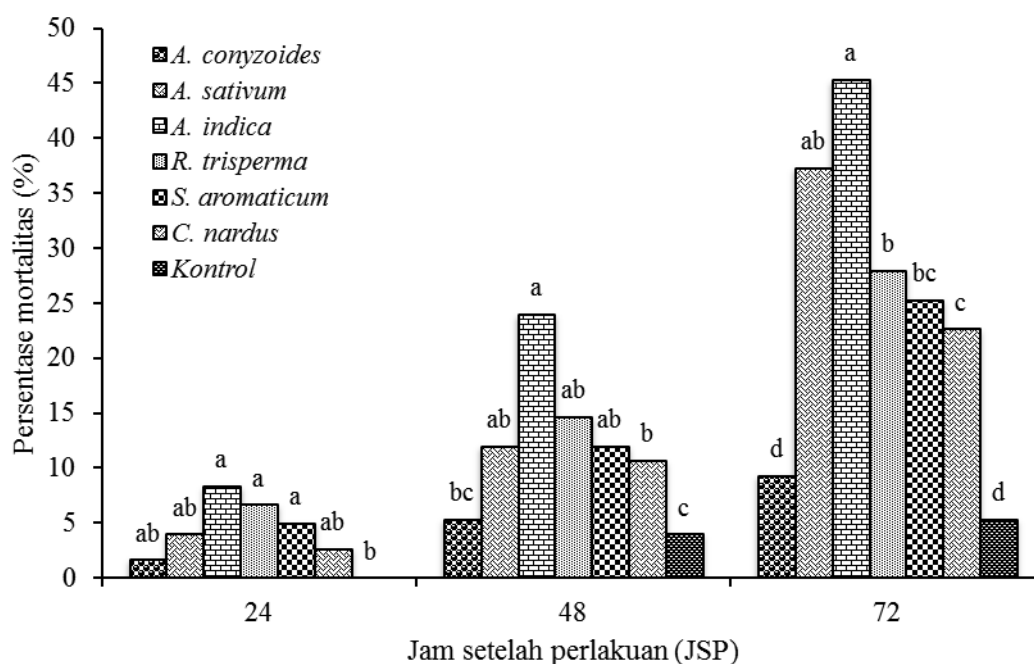
Aktivitas Insektisidal Bahan Nabati terhadap Larva *E. cautella*

Aktivitas insektisidal dari bahan nabati yang diuji baru terlihat pengaruhnya terhadap larva *E. cautella* pada 48 JSP. Kematian larva serangga uji akibat terpapar bahan nabati ekstrak biji *A. indica* mulai terlihat pada 48 JSP dengan gejala tubuhnya lemas dengan warna cerah, kemudian pada 72 JSP warnanya berubah menjadi lebih gelap (Gambar 3). Hasil pengamatan pada 72 JSP terlihat bahwa ekstrak biji *A. indica* dan umbi *A. sativum* serta minyak *R. trisperma*, *S. Aromaticum*, dan *A. nardus* menunjukkan indikasi bersifat insektisidal terhadap larva *E. cautella*. Hal ini terlihat dari angka persentase mortalitas larva *E. cautella* yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hanya satu jenis bahan nabati, yaitu ekstrak daun *A. conyzoides*, yang menghasilkan persentase mortalitas larva *E. cautella* tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Ekstrak biji *A. indica* memiliki aktivitas insektisidal paling tinggi meskipun tidak berbeda nyata dengan ekstrak umbi *A. sativum* (Gambar 4).



Foto: Samsudin

Gambar 3. Gejala larva *E. cautella* yang mati setelah perlakuan ekstrak biji *A. indica*
Figure 3. Symptoms of *E. cautella* larvae that died after treatment using extract of *A. indica* seeds



Gambar 4. Rata-rata mortalitas larva *E. cautella* setelah perlakuan bahan nabati
Figure 4. The average mortality of *E. cautella* larvae after treatment using botanical pesticides

Miresmailli & Isman (2014) menyatakan bahwa aktivitas insektisidal bahan nabati terhadap serangga hama sangat bervariasi tergantung dari banyak faktor. Faktor utama yang menentukan aktivitas insektisidal bahan nabati adalah kandungan senyawa metabolit sekundernya. Menurut Utami, Syaufina, & Haneda, (2010) senyawa flavonoid, steroid, saponin, dan tanin, memiliki efek beracun terhadap serangga. Keenam bahan nabati yang diuji, yaitu ekstrak daun *A. conyzoides*, biji *A. indica*, dan umbi *A. sativum*, serta minyak *R. trisperma*, *S. aromaticum*, dan *A. nardus* mengandung senyawa alkaloid, saponin, triterpenoid, dan glikosida (Soesanthy & Samsudin, 2013).

Ekstrak biji mimba *A. indica* mengandung senyawa metabolit sekunder dominan, yaitu *azadirachtin* yang telah terbukti efektif mengendalikan lebih dari 300 spesies serangga hama, termasuk hama-hama penting tanaman budi daya, seperti ulat grayak, pengorok daun, kutu daun, dan kutu putih (Walter, 1999). Ulrichs & Mewis (2000) melaporkan bahwa produk insektisida nabati berbahan mimba efektif mengendalikan hama gudang *S. oryzae* dan *T. castaneum*. Sementara itu, Makanjuola (1989) melaporkan bahwa mimba efektif menekan perkembangan hama gudang *Callosobruchus maculatus* dan *S. oryzae*, tetapi tidak berpengaruh terhadap *Cylas puncticollis*.

KESIMPULAN

Ekstrak umbi *A. sativum* memiliki persentase repelensi dan insektisidal yang tinggi terhadap larva *E. cautella*. Ekstrak daun *A. conyzoides* memiliki persentase repelensi paling tinggi tetapi tidak bersifat insektisidal terhadap larva *E. cautella*. Sebaliknya, ekstrak biji *A. indica* bersifat insektisidal kuat, tetapi persentase repelensinya masih rendah. Ketiga bahan nabati tersebut berpotensi digunakan sebagai bahan pelindung biji kakao dari infestasi larva *E. cautella* di gudang penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo-El-Saad, M.M., H.A. Elshafie, A.M. Al Ajlan, & I.A. Bou-Khowh. (2011). Non-chemical alternatives to methyl bromide against *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae): microwave and ozon. *Agric. Biol. J.N. Am.*, 2(8), 1222–1231.
- Adeyemi, M. (2011). A review of secondary metabolites from plant materials for post harvest storage. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol*, 6(2), 94–102.
- Anwar, A., Gould, E., Tinson, R., Groom, M., & Hamilton, C. (2016). Think yellow and keep green—role of sulfanes from garlic in agriculture. *Antioxidants*, 6(1), 3. <http://doi.org/10.3390/antiox6010003>.

- Caballero-Gallardo, K., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2011). Repellent activity of essential oils and some of their individual constituents against *Tribolium castaneum* herbst. *J. Agric. Food Chem.*, 59(5), 1690–1696.
- Chauhan, A., & Rijhwani, S. (2015). A Comprehensive review on *Ageratum conyzoides* Linn. (Goat weed). *Int. J. Pharm. Phytopharm. Res.*, 3(Special Issue), 348–358.
- Dadang, & Prijono. (2008). *Insektisida nabati: Prinsip, pemanfaatan, dan pengembangan* (p. 163). Bogor: Departemen Proteksi Tanaman.
- Dharmaputra, O.S., Sunjaya, Retnowati, I., & Ambarwati, S. (2000). Stored cocoa beans quality affected by fermentation and *Ephestia cautella* Walker (Lepidoptera: Phycitidae) Infestation. *Biotropia*, 15, 58–75.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia: Kakao 2014-2016* (p. 68). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Ditzen, M., Pellegrino, M., & Voshall, L. B. (2008). Insect odorant receptors are molecular targets of the insect repellent DEET. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5871), 1838–1842.
- Dobie, P., Haines, C.P., Hodges, R. J. Prevet, P.F., & Rees, D.P. (1991). *Insect and arachnids of tropical stored products. Their biology and identification*. United Kingdom: Nasional Resources Institute (NRI).
- Eziah, V.Y., Sackey, I., Boateng, B.A., & Obeng-Ofori, D. (2011). Bioefficacy of neem oil (calneem), a botanical insecticide against the tropical warehouse moth, *Ephestia cautella*. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci.*, 1(7), 242–248.
- Fields, P. G., Xie, Y. S., & Hou, X. (2001). Repellent effect of pea (*Pisum sativum*) fractions against stored-product insects. *J. Stor. Prod. Res.*, 37(4), 359–370. doi: [http://doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00038-2](http://doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00038-2).
- Harry-Asobara, Linda, J., Samson, & Okon, E.-O. (2014). Comparative study of the phytochemical properties of *Jatropha curcas* and *Azadirachta indica* plant extracts. *J. Pois. Med. Plants Res.*, 2(2), 20–24.
- Jayanudin. (2011). Komposisi kimia minyak atsiri daun cengkeh. *J. Teknik Kimia Indonesia*, 10(1), 37–42.
- Kamboj, A., & Saluja, A. K. (2011). Isolation of stigmasterol and β -sitosterol from petroleum ether extract of aerial parts of *Ageratum conyzoides* (Asteraceae). *Int. J. Pharm. & Pharma. Sci.*, 3(1), 94–96.
- Kong, C., Hu, F., Xu, X., Zhang, M., & Liang, W. (2005). Volatile allelochemicals in the *Ageratum conyzoides* intercropped citrus orchard and their effects on mites *Amblyseius newsami* and *Panonychus citri*. *J. Chem. Ecol.*, 31(9), 2193–2203.
- Licciardello, F., Muratore, G., Suma, P., Russo, A., & Nerín, C. (2013). Effectiveness of a novel insect-repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*Tribolium castaneum*). *Innov. Food Sci. Em. Tech.*, 19, 173–180.
- Liu, C.H., Mishra, A.K., Tan, R.X., Tang, C., Yang, H., & Shen, Y.F. (2006). Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. *Bioresource Technol.*, 97, 1969–1973.
- Makanjuola, W. A. (1989). Evaluation of extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) for the control of some stored product pests. *J. Stor. Prod. Res.*, 25(4), 231–237.
- Mandal, S. (2011). Repellent activity of eucalyptus and *Azadirachta indica* seed oil against the filarial mosquito *Culex quinquefasciatus* say (Diptera: Culicidae) in India. *Asian Pacific J. Trop. Biomed.*, 1(SUPPL. 1).
- Manzoor, F., Nasim, G., Saif, S., & Asma Malik, S. (2011). Effect of ethanolic plant extracts on three storage grain pests of economic importance. *Pakistan J. Bot.*, 43(6), 2941–2946.
- Mikonnen, M., Abate, S., & Manhile, B. (2015). Adaptation of citronella grass oil (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) technologies as an alternative method for cockroaches (*Blattella germanica* L.). *Int. J. Innov. Agric. & Biol. Res.*, 3(1), 29–33.
- Miresmailli, S., & Isman, M. B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*.
- Mishra, R. P., & Kalyani, S. (2014). Antimicrobial activities of *Syzygium aromaticum* L. (clove). *Int. Res. J. Biol. Sci.*, 3(8), 22–25.
- Mobki, M., Safavi, S. A., Safaralizadeh, M. H., & Panahi, O. (2014). Toxicity and repellency of garlic (*Allium sativum* L.) extract grown in Iran against *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae and adults. *Arch. Phytopathol. & Plant Protec.*, 47(1), 59–68.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technol.*, 101(1), 372–378.
- Paluch, G., Grodnitzky, J., Bartholomay, L., & Coats, J. (2009). Quantitative structure-activity relationship of botanical sesquiterpenes: Spatial and contact repellency to the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. *J. Agric. and Food Chem.*, 57(16), 7618–7625.
- Paranagama, P. A., Abeysekera, K. H. T., Nugaliyadde, L., & Abeywickrama, K. (2002). Bioactivity of leaf volatiles of *Azadirachta indica* A. Juss. and *Murraya koenigii* Spreng. against *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Trop. Agric. Res. and Exten.*, 5(1/2), 17–21.

- Peta, D., & Pathipati, U. R. (2008). Biological potency of certain plant extracts in management of two lepidopteran pests of *Ricinus communis* L. *Journal of Biopesticides*, 1(2), 170–176.
- Pino, O., Sánchez, Y., & Rojas, M. M. (2013). Plant secondary metabolites as an alternative in pest management. I: Background, research approaches and trends. *Revista de Protección Vegetal*, 28(2), 81–94.
- Rahman, G. K. M. M., & Motoyama, N. (2000). Repellent effect of garlic against stored product pests. *J. Pes. Sci.*, 25(3), 247–252.
- Rahman, A. & Talukder, F.A. (2006). Bioefficacy of some plant derivatives that protect grain against the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *J. Insect Sci.*, 6, 03.
- Sasaki, E. T., & Calafiori, M. H. (1987). Repellent effect of garlic (*Allium sativum* L.) on *Sitophilus* sp. in stored maize. *Ecosistema, publ.*, 1988, 30–33.
- Shukla, A. C. (2013). Plant secondary metabolites as source of postharvest disease management: An overview. *J. Stor. Prod. and Posth. Res.*, 4(1), 1–10. doi: <http://doi.org/10.5897/JSPPR12.029>.
- Sjam, S. (2007). Pengelolaan hama pasca panen untuk memenuhi tuntutan perdagangan internasional. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sulse* (pp. 246–249).
- Sjam, S., Melina, & Thamrin, S. (2010). Pengujian ekstrak tumbuhan *Vitex trifolia* L., *Acorus colomus* L., dan *Andropogon nardus* L. terhadap hama pasca panen *Araecerus fasciculatus* de Geer (Coleoptera: Anthribidae) pada biji kakao. *J. Entomol. Indon.*, 7(1), 1–8.
- Soesanthy, F., & Samsudin. (2013). Peranan ekstrak babadotan dan bawang putih serta minyak kemiri sunan terhadap serangan penggerek buah kakao. *J. Tan. Industri & Penyegetar*, 4(2), 157–164.
- Susmitha, S., Vidyamol, K. K., Ranganayaki, P., & Vijayaragavan, R. (2013). Phytochemical extraction and antimicrobial properties of *Azadirachta indica* (Neem). *Global J. Pharm.*, 7(3), 316–320. doi: <http://doi.org/10.5829/idosi.gjp.2013.7.3.1107>.
- Tetty, E., Jonfia-Essien, W.A., & Obeng-Ofori. (2014). The impact of insect infestation on stored purpled cocoa beans. *Jenrem*, 1(3), 176–181.
- Tusuncu, S., Emekci, M., & Navarro, S. (2001). The use of modified atmospheres for controlling almond moth, *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). *Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products* (pp. 637–642). Gold-Coast Australia, 29 Oct–3 Nov. 2000.
- Tuty, F.M. (2009). *Analisis permintaan ekspor biji kakao Sulawesi Tengah oleh Malaysia*. (Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang).
- Ulrichs, C., & Mewis, I. (2000). Treatment of rice with neem and diatomaceous earth for controlling the stored-product Coleoptera, *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum*. *Anzeiger Fur Schadlingskunde-Journal of Pest Science*, 73(2), 37–40.
- Utami, S., Syaufina, L., & Haneda, N. F. (2010). Daya racun ekstrak kasar daun bintaro (*Cerbera odol/am* Gaertn.) terhadap larva *Spodoptera litura* Fab.. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 96–100.
- Walter, J. F. (1999). Commercial experience with neem products. In Franklin R. Hall & Julius J. Menn. (Eds.), *Biopesticides use and delivery* (p. 155–170). Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Wang, X., Li, Q., Shen, L., Yang, J., Cheng, H., Jiang, S., ... Wang, H. (2014). Fumigant, contact, and repellent activities of essential oils against the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *J. Insect Sci.*, 14(1), 1–11.
- Yang, F. L., Liang, G. W., Xu, Y. J., Lu, Y. Y., & Zeng, L. (2010). Diatomaceous earth enhances the toxicity of garlic, *Allium sativum*, essential oil against stored-product pests. *J. Stor. Prod. Res.*, 46(2), 118–123.
- Zandi-Sohani, N., Hojjati, M., & Carbonell-Barrachina, A. A. (2012). Bioactivity of *Lantana camara* L. essential oil against *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(4), 502–506.
- Zhang, J. S., Zhao, N. N., Liu, Q. Z., Liu, Z. L., Du, S. S., Zhou, L., & Deng, Z. W. (2011). Repellent constituents of essential oil of *Cymbopogon distans* aerial parts against two stored-product insects. *J. Agric. & Food Chem.*, 59(18), 9910–9915.

