

*Jurnal*  
**TANAMAN INDUSTRI  
 DAN PENYEGAR**  
 Journal of Industrial and Beverage Crops  
 Volume 5, Nomor 3, November 2018

**POTENSI ASAP CAIR SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI PENGENDALI  
 PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei***  
**POTENTIAL OF LIQUID SMOKE AS BOTANICAL INSECTICIDE  
 TO CONTROL COFFEE BERRY BORER *Hypothenemus hampei***

\* Gusti Indriati dan Samsudin

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

(Tanggal diterima: 28 Desember 2017, direvisi: 20 Mei 2018, disetujui terbit: 26 November 2018)

**ABSTRAK**

Penggerak buah kopi (PBKo) merupakan hama utama tanaman kopi. Hama ini sulit dikendalikan karena menyerang buah kopi sejak berada di pohon hingga tahap penyimpanan di gudang. Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi asap cair sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama PBKo. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, mulai bulan Januari sampai Desember 2016. Asap cair yang digunakan berasal dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi. Analisis kandungan fitokimia asap cair dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan *gas chromatography mass spectrometry* (GCMS). Uji toksisitas menggunakan metode residu dan kontak. Pengujian toksisitas dilakukan pada konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%, kontrol (akuades), insektisida klorpirifos (2 ml/l) sebagai pembanding. Masing-masing perlakuan menggunakan 15 ekor imago *H. hampei* diulang 3 kali. Parameter yang diamati mortalitas pada 24, 48, 72, 96, dan 120 jam setelah perlakuan (JSP). Uji daya tolak makan (*antifeedancy*) menggunakan 10 buah biji kopi dalam wadah plastik yang diinfestasi 20 ekor imago diulang 3 kali. Parameter yang diamati adalah jumlah lubang gerekkan pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari setelah infestasi. Hasil analisis menunjukkan komponen terbesar dalam asap cair yang diduga berfungsi sebagai insektisida adalah *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* dan *acetic acid*. Semua asap cair yang diuji bersifat toksik terhadap imago PBKo. Mortalitas imago PBKo tertinggi pada perlakuan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 2,5% sebesar 48,87%, dengan tingkat serangan 20% dan penurunan serangan 70%. Asap cair dari tempurung kelapa berpotensi sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama PBKo.

**Kata kunci:** Asap cair, *Hypothenemus hampei*, kopi

**ABSTRACT**

Coffee berry borer (CBB) is the main pest of coffee plants. This pest is difficult to control as it attacks coffee fruit on the tree, multiplies inside the fruit and stays till storage. The study aimed to determine the potential liquid smoke from plant waste to control CBB. The research was conducted at Plant Protection Laboratory (IIBCRI), from January to December 2016. The liquid smokes made from cacao pod husks, sawdust, coconut shells, and rice husks. Phytochemical content of liquid smokes was analyzed qualitatively and quantitatively using *gas chromatography mass spectrometry* (GCMS). Toxicity analysis was carried out by residual and contact methods at concentrations of 1%; 1.5%; 2%; 2.5%; controls (aquades), and chlorpyrifos insecticide (2 ml/l) as comparison. Each treatment used 15 *H. hampei* imagos, repeated 3 times. Mortality parameters were observed at 24, 48, 72, 96, and 120 hours after treatment (HAT). To investigate antifeedance, 10 coffee fruits were infested with 20 imagos in plastic containers, repeated 3 times and parameters observed were the number of holes at 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 days after infestation. The results showed that the largest component in liquid smoke presumably functioned as insecticides are *Benzenesulfonic acid 4-hydroxy* and *Acetic acid*. All liquid smokes tested were toxic to CBB imagos. The highest CBB mortalities occurred after liquid smoke treatment from coconut shell at concentrations of 2.5% by 48.87%, attack rate was only 20%, decreased 70%. Liquid smoke from coconut shell is the most potential as botanical insecticide to control CBB.

**Keywords:** Coffee, *Hypothenemus hampei*, liquid smoke

## PENDAHULUAN

Hama penggerek buah kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) merupakan hama utama tanaman kopi. Kerusakan buah kopi akibat PBKo mencapai 25,2%–32% (Subawa & Sudarsono, 2011) dengan penurunan produksi 20%–30% (Hayata, 2016). *H. hampei* menginfeksi buah dari semua tingkat umur. Hama ini masuk ke dalam buah kopi dengan cara membuat lubang di sekitar diskus dan berkembang biak dalam buah. Hal ini terjadi sejak biji mulai membentuk endosperma, bila endosperma sudah cukup keras, serangga betina membuat lubang kecil pada permukaan kulit luar kopi (mesokarp) buah untuk meletakkan telur. Serangan pada buah muda menyebabkan gugur buah dan serangan pada buah yang cukup tua menyebabkan biji kopi cacat berlubang-lubang dan bermutu rendah.

Beberapa teknik pengendalian PBKo yang telah dilakukan antara lain secara mekanis (pembersihan gulma, pemangkasan tanaman kopi dan naungan, petik bubuk, rampasan, lelesan, dan penggunaan perangkap), agens hayati (parasitoid, dan jamur entomopatogen), kimiawi, dan penggunaan insektisida nabati (Wiryadiputra, 2012). Pengendalian PBKo dengan bahan nabati seperti minyak jarak kepyar dan serai wangi dilaporkan menyebabkan kematian imago 40,8%–80% (Celestino *et al.*, 2016; Mendesil *et al.* 2012).

Salah satu insektisida nabati yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengendali hama tanaman adalah asap cair. Asap cair diperoleh dari hasil penguraian senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam bahan tanaman melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin, yang menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan, dan gas. Proses pirolisis melibatkan berbagai reaksi, yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi.

Komponen kimia utama asap cair adalah asam asetat dan berbagai jenis fenol, karbonil, dan alkohol. Beberapa peneliti melaporkan kandungan asap cair sangat beragam tergantung pada jenis bahan yang digunakan, temperatur, tekanan, dan lama pembakaran. Komposisi asap cair sudah diteliti, dimana ditemukan hampir 100 senyawa kimia. Beberapa senyawa yang sudah diidentifikasi adalah fenolik (85 macam), karbonil (45 macam), asam (35 macam), furan (11 macam), alkohol ester (15 macam), lakton (13 macam), dan hidrokarbon alifatik (21 macam) (Swastawati *et al.*, 2012). Asap cair tandan kelapa sawit mengandung fenol, 4-metilfenol, asam dodekanoat, metil ester, asam tetradekanoat, 2-metoksi-4-metilfenol.

Asap cair telah digunakan sebagai fungisida, herbisida, dan insektisida yang bersifat penolak datang (*repellent*) bagi serangga (Tiilikkala, Fagernäs, & Tiilikkala, 2010), dan penolak makan (*antifeedant*) (Wiyantono & Winarni, 2009). Beberapa bahan tanaman yang dilaporkan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan asap cair adalah tempurung kelapa, limbah kelapa sawit (tandan dan cangkang), sekam padi, klobot jagung, kulit buah kakao, dan serbuk gergaji kayu suren (Wijaya, 2014; Anggraini & Yuniningsi, 2014; Adfa *et al.*, 2017).

Penggunaan asap cair sebagai pengendali hama telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Asap cair dari tempurung kelapa pada konsentrasi 12,5% menyebabkan kematian wereng coklat *Nilaparvata lugens* sebesar 53% dan tidak fitotoksik terhadap tanaman (Wagiman, Ardiansyah, & Witjaksono, 2014), asap cair dari limbah kelapa sawit pada konsentrasi 1,25% menyebabkan kematian *N. lugens* sebesar 91,67% (Soedijo, Pramudi, & Aisah, 2015). Selanjutnya Wititsiri (2011) melaporkan asap cair tempurung kelapa menyebabkan mortalitas rayap *Odontotermes* sp. sebesar 81,71% dan *Ferrisia virgata* sebesar 95,12%. Asap cair dari sekam padi dan tempurung kelapa bersifat *antifeedant* terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (Wiyantono & Minarni, 2009) dan asap pembakaran tempurung kelapa dapat menyebabkan kematian imago dan larva, serta kerusakan telur dari *Rhyzopertha dominica* (Aryawan, Bambang, & Astuti, 2013). Asap cair dari ranting-ranting pohon dilaporkan dapat menghambat peletakan telur *Callosobruchus maculatus* pada kacang tunggak (Chalermisan & Peerapan, 2009) dan penggunaan asap cair 0,5% untuk benih jagung dan kedelai di penyimpanan (Nugroho & Aisyah, 2013)

Penelitian bertujuan mengetahui potensi asap cair sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, Jawa Barat mulai bulan Januari sampai Desember 2016. Penelitian menggunakan serangga uji imago *H. hampei* dan asap cair dari limbah tanaman kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi.

### Pembiakan Serangga Uji PBKo

Serangga uji *H. hampei* diperoleh dari buah kopi yang terserang penggerek buah di Kebun Percobaan Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, kemudian diperbanyak di laboratorium menggunakan pakan buatan sesuai metode Brun, Gaudichon, & Wigley

(1993). Buah kopi yang terserang PBKo dikumpulkan dan dibelah untuk mendapatkan imago dan larva *H. hampei*. Larva dan imago yang diperoleh selanjutnya dipindahkan ke dalam kotak plastik untuk dipelihara sampai dewasa. Selanjutnya betina dewasa dipelihara dalam kotak plastik yang sudah diisi dengan buah kopi yang sudah matang (merah). Sebelum buah dimasukkan ke dalam kotak, terlebih dahulu disterilisasi permukaannya menggunakan klorok 1%, kemudian dicuci dengan air mengalir dan dikeringanginkan. Sanitasi sangat memengaruhi keberhasilan dalam perbanyakan *H. hampei*. Sanitasi yang baik akan mengurangi kontaminasi jamur seminimal mungkin. Selanjutnya biakan disimpan pada suhu 25°C dan kelembaban 85% pada ruang gelap. Kelembaban juga memengaruhi keberhasilan perbanyakan *H. hampei*. Kelembaban yang tinggi menyebabkan biakan sering terkontaminasi jamur, dan kondisi kering menyebabkan kematian larva yang tinggi. Biakan dibiarkan selama 2 bulan, setelah 2 bulan betina dipindahkan ke kotak plastik dengan pakan yang baru untuk meletakkan telur yang baru.

#### Penyiapan dan Pembuatan Asap Cair

Bahan yang digunakan untuk pembuatan asap cair adalah limbah tanaman dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi. Kulit buah kakao segar dicacah kecil-kecil lalu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai kadar air 6%–7% (Loppies, 2016), dan sekam padi dengan kadar air 11% (Ariyani, Mujiyanti, Umaningrum & Harlianto, 2015). Serbuk gergaji dan tempurung kelapa juga dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pirolisis (400°C; 5 jam). Pirolisis merupakan proses penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran tanpa oksigen. Proses pembuatan asap cair dilakukan menggunakan alat yang didesain khusus untuk mendapatkan asap cair melalui proses kondensasi. Kondensasi dilakukan dengan menggunakan drum sebagai tempat pembakaran bahan limbah tanaman untuk menghasilkan asap. Asap ditangkap oleh sungkup dari alat penyuling, lalu disalurkan melalui kondensor. Selanjutnya asap tersebut dikondensasikan pada kondensor menggunakan media pendingin air. Dari proses tersebut keluar cairan berwarna coklat tua hingga hitam yang dikenal sebagai asap cair. Asap cair yang dihasilkan ditampung dalam botol dan selanjutnya disimpan hingga saat digunakan.

#### Analisis Kimia Asap Cair

Asap cair yang dihasilkan dari pirolisis kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi dianalisis komponen kimianya secara kuantitatif (analisis pH dan berat jenis) dan secara kualitatif dengan menggunakan *gas chromatography mass spectrometry* (GCMS) di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

#### Uji Toksisitas

Pengujian toksisitas asap cair dilakukan dengan metode residu dan kontak.

#### Metode residu

Sampel buah kopi yang digunakan adalah buah berwarna merah. Buah kopi dicuci bersih kemudian dilakukan sterilisasi permukaan dengan klorox, lalu dibilas dengan air bersih dan dikeringanginkan selama  $\pm 15$  menit. Pengujian asap cair dengan metode residu dilakukan pada konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; kontrol (akuades); dan insektisida kimia berbahan aktif kloropirifos (2 ml/l) sebagai pembanding. Kondensat asap cair dilarutkan dalam akuades, dibuat larutan stok dengan konsentrasi 50%, kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan akuades untuk mendapatkan konsentrasi sesuai perlakuan (Wiyantono & Minarni, 2009). Masing-masing perlakuan menggunakan 10 buah kopi yang disemprot secara merata dengan asap cair dan diulang sebanyak 4 kali. Buah kopi yang telah diberi perlakuan diletakkan dalam wadah plastik, lalu dimasukkan 15 ekor imago *H. hampei*. Mortalitas imago *H. hampei* diamati pada 24 jam setelah perlakuan (JSP), 48 JSP, 72 JSP, 96 JSP, dan 120 JSP.

#### Metode kontak

Pengujian asap cair dengan metode kontak dilakukan pada konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; kontrol (akuades); dan insektisida kimia berbahan aktif kloropirifos (2 ml/l) sebagai pembanding. Kondensat asap cair dilarutkan dalam akuades, dibuat larutan stok dengan konsentrasi 50%, kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan akuades untuk mendapatkan konsentrasi sesuai perlakuan (Wiyantono & Minarni, 2009). Serangga uji *H. hampei* disemprot dengan larutan uji sesuai perlakuan, lalu dидiamkan selama 5 menit, selanjutnya diletakkan ke dalam wadah plastik yang telah diisi masing-masing 10 buah kopi, dan diulang sebanyak 4 kali. Buah kopi yang digunakan adalah buah yang sudah disterilisasi permukaan menggunakan klorok, kemudian dicuci bersih dengan air dan dikeringanginkan selama  $\pm 15$  menit. Parameter yang diamati adalah mortalitas imago *H. hampei* pada 24 jam setelah perlakuan (JSP), 48; 72; 96; dan 120 JSP.

### Uji Daya Tolak Makan (*Antifeedancy*) Asap Cair terhadap PBKo

Uji *antifeedancy* dari asap cair dilakukan pada konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; kontrol (akuades); dan insektisida kimia berbahan aktif kloropirifos (2 ml/l) sebagai pembanding. Asap cair yang digunakan terbuat dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi. Pengujian dilakukan dengan metode pilihan, yaitu menyemprot 10 buah kopi untuk masing-masing perlakuan, kemudian buah yang telah disemprot dikeringanginkan selama  $\pm 5$  menit. Sebelum buah diberi perlakuan asap cair, terlebih dahulu disterilisasi menggunakan klorok, kemudian dicuci bersih dan dikeringanginkan selama  $\pm 15$  menit. Buah kopi yang telah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam wadah plastik kemudian diinfestasikan 20 ekor imago *H. hampei* dan diinkubasi selama 24 jam. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah jumlah lubang gerakan akibat *H. hampei* pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari setelah infestasi imago PBKo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kimia Asap Cair

Asap cair merupakan hasil dari proses kondensasi asap pembakaran bahan-bahan yang mengandung hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam asap cair secara kuantitatif dan kualitatif dipengaruhi oleh komponen utama bahan yang dipirolisis. Asap cair yang berasal dari kulit buah kakao memiliki pH lebih tinggi (5,06) dibandingkan dengan asap cair dari serbuk gergaji (2,90), tempurung kelapa (2,53), dan sekam padi

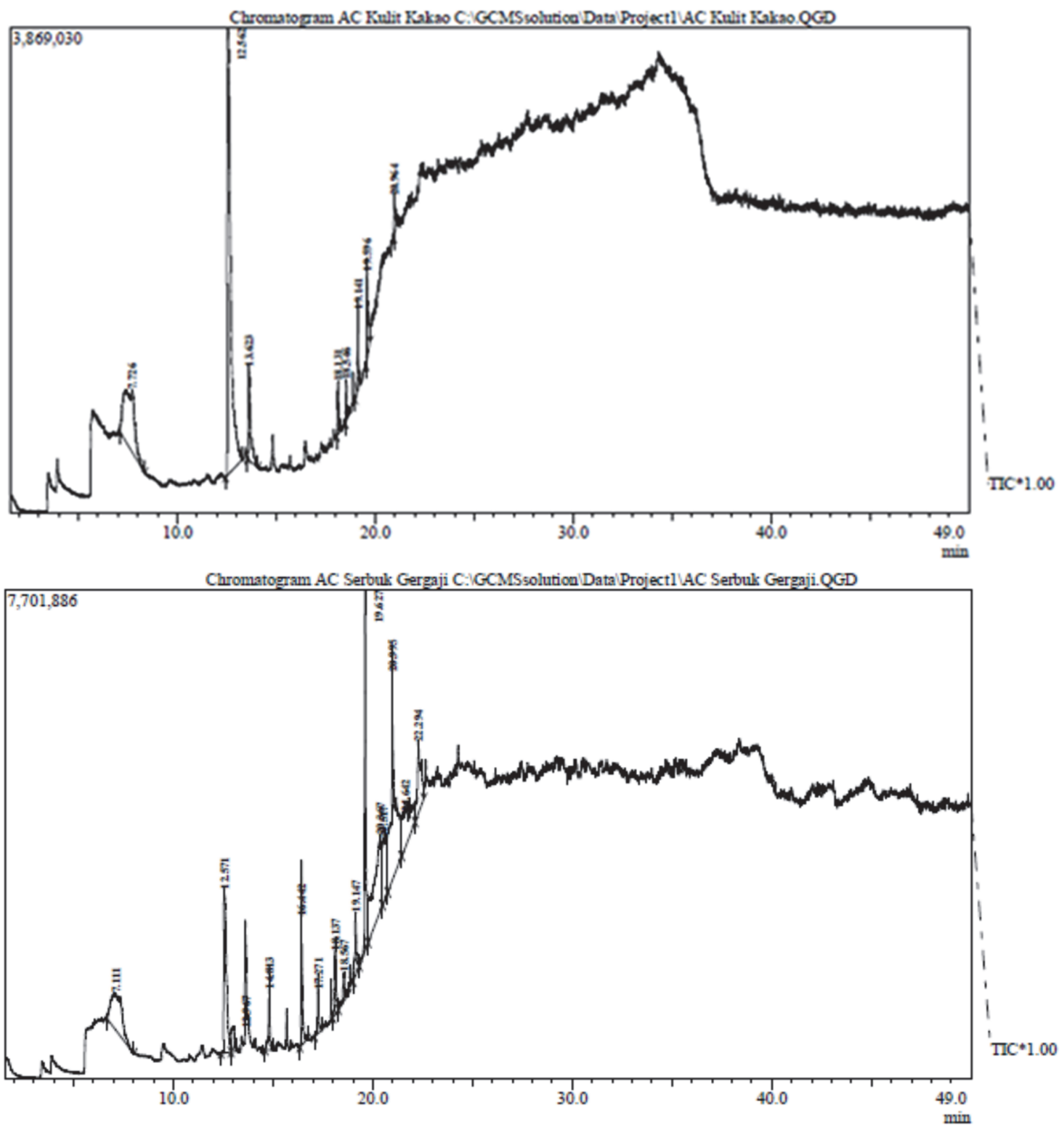
(3,35). Sementara itu berat jenis dari semua asap cair yang dianalisis relatif sama, yaitu 1,0560–1,0886 g/cm<sup>3</sup>. Hasil analisis kuantitatif berupa pH dan berat jenis asap cair yang berasal dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis secara kualitatif melalui deteksi GCMS terhadap kondensat dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Tabel 2.

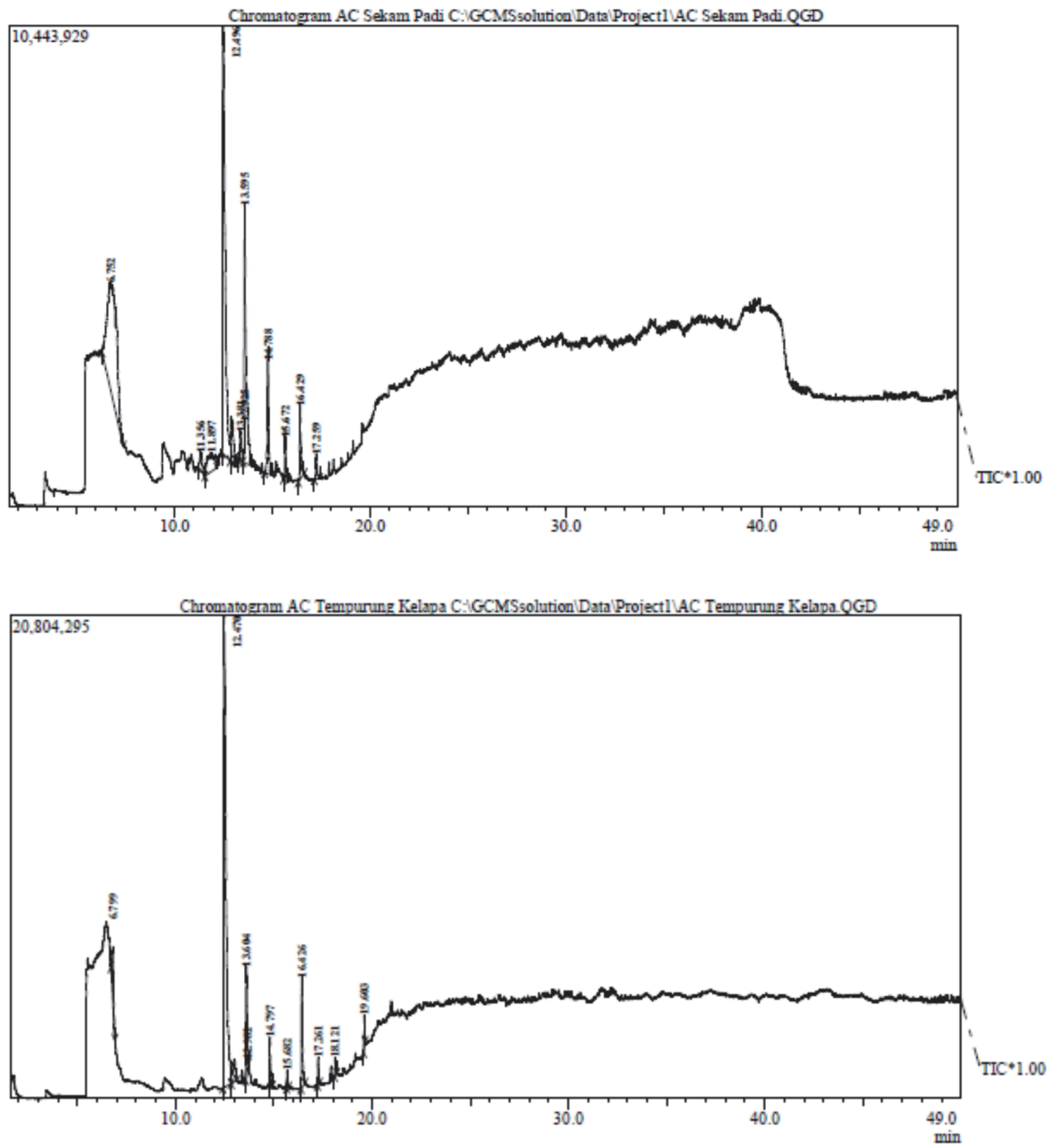
Hasil analisis kualitatif seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan puncak-puncak kromatogram senyawa penyusun asap cair kulit buah kakao terdiri dari 8 senyawa, dengan 5 senyawa berkadar tinggi adalah: 1) *benzenesulfonic acid, 4-hydroxy* (57,71%); 2) *acetic acid* (22,51%); 3) *phenol, 2-methoxy* (7,32%); 4) *myristic acid* (4,22%); dan 5) *5-azulenemethanol* (2,97%). Puncak-puncak kromatogram senyawa penyusun asap cair serbuk gergaji terdiri dari 15 senyawa, dengan 5 senyawa berkadar tinggi adalah: 1) *palmitic acid* (19,40%); 2) *dotriacontane* (15,21%); 3) *benzenesulfonic acid, 4-hydroxy* (10,69%); 4) *acetic acid* (9,81%); dan 5) *1,2-dihydroxyoctadecane* (7,96%). Senyawa penyusun asap cair tempurung kelapa terdiri dari 10 senyawa, dengan 5 senyawa yang kadarnya tinggi adalah: 1) *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* (71,42%); 2) *2-methoxyl-4-methylphenol* (7,06%); 3) *benzene, 1,2,3-trimethoxy* (6,46%); 4) *acetic acid* (4,14%); dan 5) *phenol, 2-methoxy* (4,04%). Sedangkan senyawa penyusun asap cair sekam padi terdiri dari 11 senyawa, dengan 5 senyawa paling tinggi kadarnya adalah: 1) *acetic acid* (33,15%); 2) *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* (32,77%); 3) *2-methoxyl-4-methylphenol* (14,02%); 4) *phenol, 4-ethyl-2-methoxy* (4,62%); dan 5) *ethisolide* (4,09%).

Tabel 1. Hasil analisis pH dan berat jenis dari asap cair kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi  
Table 1. pH and density analysis of liquid smoke of cocoa pod husks, sawdust, coconut shell, and rice husks

Asap cair berasal dari	pH	Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )
Kulit buah kakao	5,06	1,0886
Serbuk gergaji	2,90	1,0560
Tempurung kelapa	2,53	1,0647
Sekam padi	3,35	1,0615



Gambar 1. Data hasil deteksi GCMS dari asap cair (a) kulit buah kakao dan (b) serbuk gergaji  
Figure 1. Data of GCMS detection from liquid smoke (a) cocoa pod husks, (b) sawdust



Gambar 2. Data hasil deteksi GCMS dari asap cair (a) tempurung kelapa dan (b) sekam padi.  
Figure 2. Data of GCMS detection from liquid smoke (a) coconut shell and (b) rice husk

Tabel 2. Komponen kimia kondensat asap cair dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi berdasarkan analisis GCMS

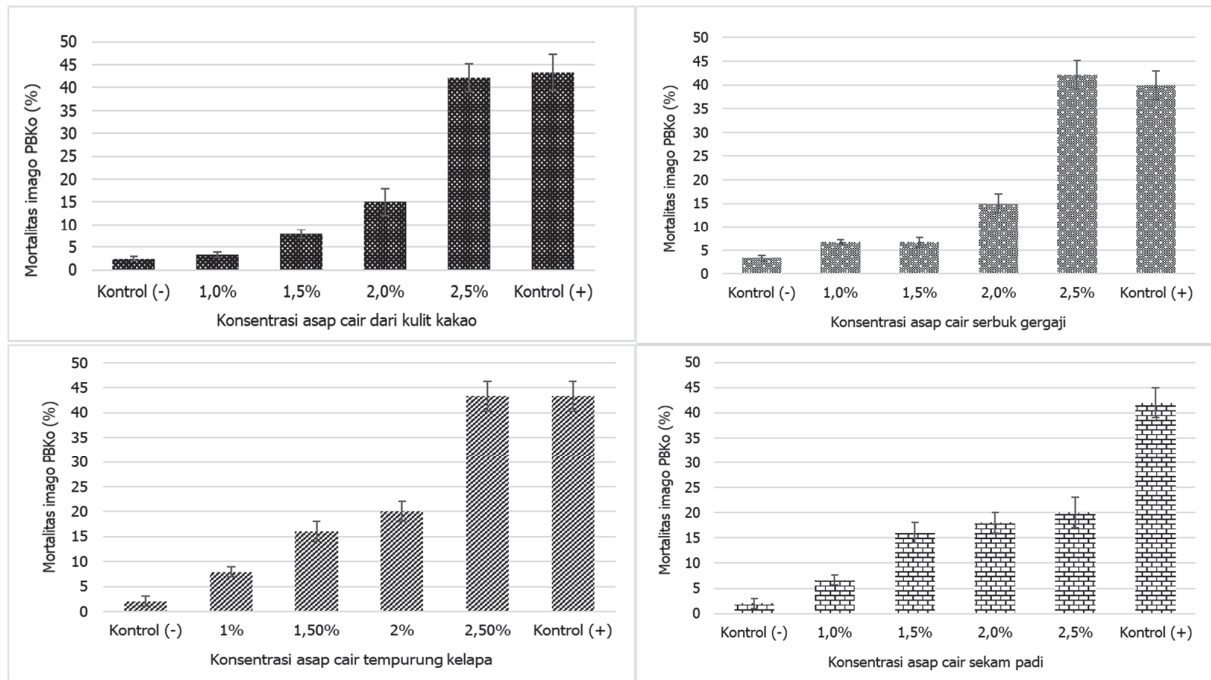
Table 2. Components of chemical condensate of liquid smoke from cocoa pod husks, sawdust, coconut shell, and rice husk based on GCMS analysis

Senyawa kimia	Kadar (%)			
	Kulit buah kakao	Serbuk gergaji	Tempurung kelapa	Sekam padi
<i>Acetic acid</i>	22,51	9,81	4,14	33,15
<i>Benzenesulfonic acid, 4-hydroxy</i>	57,71	10,69	71,42	32,77
<i>Benzene, 1,2,3-trimethoxy</i>	-	4,28	6,46	2,83
<i>2-Methoxyl-4-methylphenol</i>	-	1,69	7,06	14,02
<i>Phenol, 2,6-dimethoxy</i>	-	2,40	0,81	1,35
<i>Phenol, 2-methoxy</i>	7,32	-	4,04	1,63
<i>Phenol, 2-methyl</i>	-	-	-	3,30
<i>Phenol, 4-ethyl-2-methoxy</i>	-	-	2,53	4,63
<i>Methylsyl</i>	-	1,35	1,25	0,82
<i>Oleic acid</i>	-	2,69	-	-
<i>Guaiol</i>	1,05	1,35	-	-
<i>5-Azulenemethanol</i>	2,97	2,34	-	-
<i>Myristic acid</i>	4,62	8,48	1,19	-
<i>Dotriacontane</i>	-	15,21	-	-
<i>6,11-Undecadiene</i>	-	6,20	-	-
<i>Palmitic acid</i>	1,94	19,40	-	-
<i>1,2-Dihydroxyoctadecane</i>	-	7,69	-	-
<i>9-Hexadecenoic acid</i>	-	6,14	-	-
<i>Elemol</i>	1,88	-	-	-
<i>Lauric acid</i>	-	-	1,11	-
<i>Butyrotactone</i>	-	-	-	1,42
<i>Ethisolide</i>	-	-	-	4,09

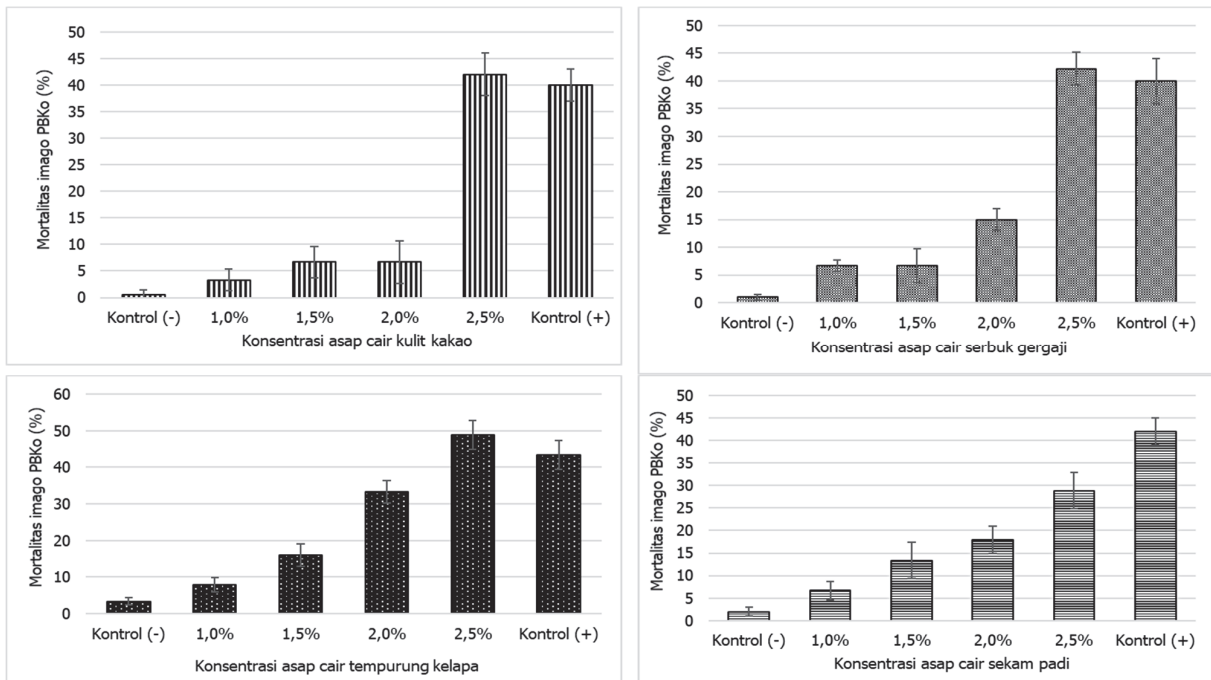
Hasil penelitian ini menunjukkan ada 2 senyawa yang terdapat pada semua asap cair dari bahan yang dipirolisis dengan kandungan yang cukup besar, yaitu *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* dan *acetic acid*. Hasil penelitian Reta (2013) menunjukkan senyawa terbesar yang ditemukan dari hasil analisis GCMS asap cair tempurung kelapa adalah *acetic acid* sebesar 81%. Demikian pula hasil penelitian (Ariyani *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa senyawa terbesar pada asap cair sekam padi adalah *acetic acid* sebesar 58,68%. Sedangkan hasil penelitian lainnya menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu Gumanti (2006) menyampaikan kandungan asam asetat asap cair asal tempurung kelapa sebesar 7,10% dan Suryono (2009) sebesar 21,68%. Perbedaan kandungan asam asetat pada asap cair tempurung kelapa tergantung kepada bahan baku yang digunakan, asal bahan baku, suhu bahan baku, kadar air bahan baku dan ukuran partikelnya.

### Toksitas Asap Cair terhadap Imago *H. hampei* dengan Metode Residu

Hasil pengamatan terhadap toksitas asap cair terhadap imago *H. Hampei* dengan metode residu menunjukkan perlakuan asap cair menyebabkan mortalitas imago PBKo (Gambar 3). Peningkatan konsentrasi menyebabkan persentase mortalitas imago PBKo semakin tinggi. Hasil pengamatan pada 120 JSP menunjukkan asap cair dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi, pada konsentrasi 2,5% menunjukkan mortalitas imago *H. hampei* berturut-turut 42,2%; 42,2%; 43,3%; dan 20%. Mortalitas imago PBKo pada perlakuan asap cair dari sekam padi paling rendah, hal ini diduga terkait dengan kandungan senyawa fitokimianya yang sebagian besar berupa senyawa volatile (fenol) yang bersifat lebih mudah menguap.



Gambar 3. Mortalitas imago PBKo pada perlakuan asap cair dengan metode residu  
*Figure 3. CBB imago mortality after liquid smoke treatment with residual method*



Gambar 4. Mortalitas imago PBKo pada perlakuan asap cair dengan metode kontak  
*Figure 4. CBB imago mortality after liquid smoke treatment with contact method*

### Toksistas Asap Cair terhadap Imago *H. hampei* dengan Metode Kontak

Mortalitas imago PBKo pada perlakuan asap cair dengan metode kontak, pada perlakuan asap cair dari tempurung kelapa menghasilkan mortalitas paling tinggi dibandingkan asap cair yang berasal dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, dan sekam padi (Gambar 4). Perlakuan asap cair dari kulit buah kakao, serbuk gergaji, tempurung kelapa, dan sekam padi pada konsentrasi 2,5% menimbulkan mortalitas imago PBKo berturut-turut 42,22%; 42,22%; 48,87%; dan 28,87% pada 120 JSP (Gambar 4).

Kematian imago PBKo diduga karena adanya senyawa yang bersifat racun perut dalam asap cair seperti *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* dan *acetic acid* yang terpenetrasi sepenuhnya ke dalam tubuh kumbang PBKo. Semakin tinggi kadar kedua senyawa tersebut dalam asap cair akan menyebabkan pertumbuhan serangga tertekan. Kemampuan senyawa aktif ini akan efektif dan semakin meningkat apabila komponen ini selalu bersama-sama dengan senyawa fenol (Darmadji, 1995).

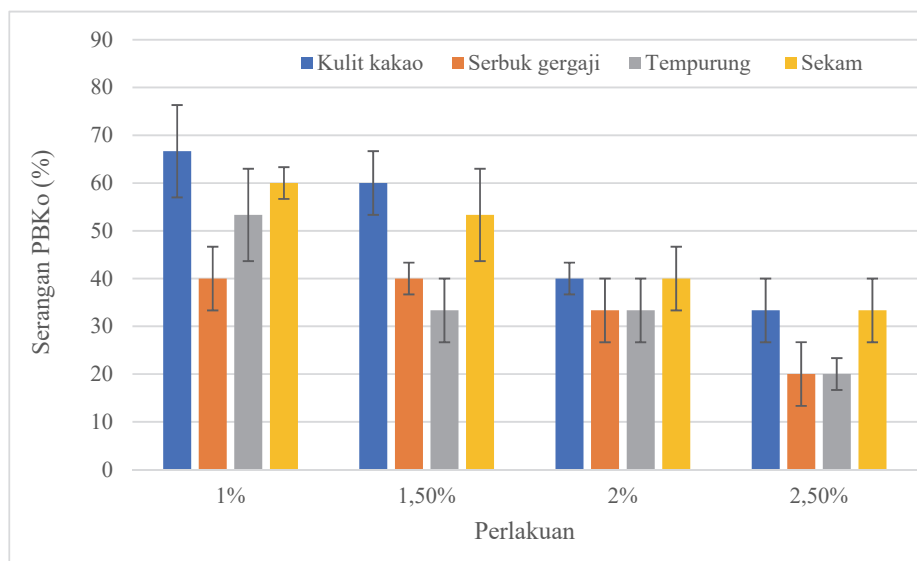
Senyawa benzo(a)pyrene yang memiliki titik leleh 179°C dan titik didih 495°C dalam bentuk padat merupakan senyawa yang bersifat toksik terhadap serangga, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai insektisida nabati (Santoso, 2016). Hasil penelitian Tima, Yopi, & Ifa (2016) menunjukkan komponen senyawa yang terdapat pada asap cair dari kulit biji mete adalah fenol dan turunannya, benzenediol dan turunannya, pyroline, alpha-D-lyxofuranoside, heptine, dan pyran yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida alternatif pengendali serangga dan organisme pengganggu lainnya pada tanaman. Senyawa tersebut apabila masuk ke dalam tubuh serangga akan cepat berdifusi ke dalam pori-pori (spirakel) pada permukaan tubuh serangga yang akan mengganggu sistem respirasi. Terganggunya sistem respirasi akan berpengaruh terhadap pembentukan energi di dalam sel, sehingga sel kekurangan energi yang menyebabkan kerusakan jaringan, keracunan, dan kematian serangga.

### Daya Tolak Makan (*Antifeedancy*) Asap Cair terhadap PBKo

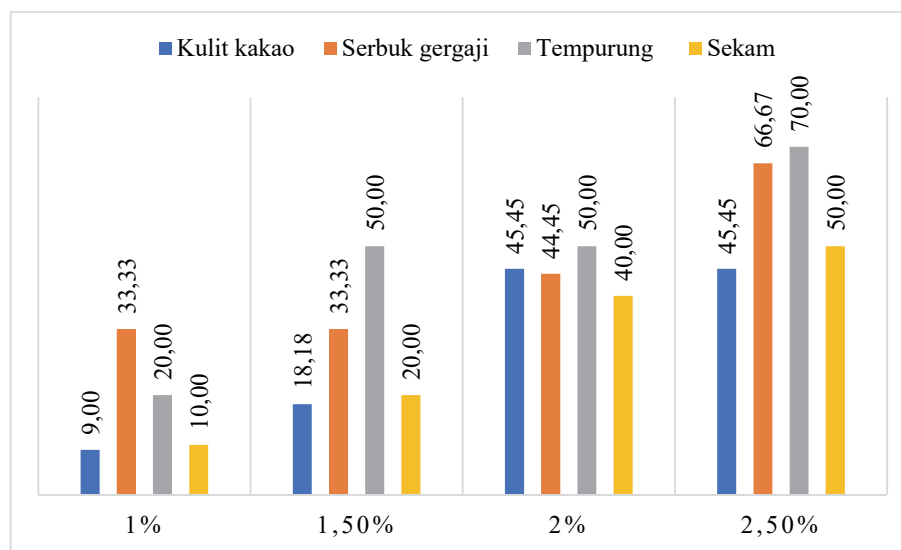
Hasil pengamatan terhadap persentase serangan PBKo pada buah kopi setelah perlakuan asap cair ditunjukkan dengan banyaknya jumlah lubang gergaji dan penurunan tingkat serangan dibandingkan dengan

kontrol (Gambar 5 dan Gambar 6). Rata-rata serangan PBKo pada buah kopi setelah perlakuan asap cair kulit buah kakao dengan konsentrasi 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% masing-masing sebesar 66,67%; 60%; 40%; 40% dengan penurunan serangan sebesar 9,08%; 18,18%; 45,45%; dan 45,45%, sedangkan pada konsentrasi 2% dan 2,5% penurunan serangan tidak berbeda dengan insektisida kimia (kontrol positif) yaitu 45,45%. Persentase serangan pada perlakuan asap cair dari serbuk gergaji masing-masing 40%; 40%; 33,33%; dan 20% dengan penurunan serangan sebesar 33,33%; 33,33%; 44,45%; dan 66,67%. Bahkan penurunan serangan pada perlakuan 2,5% lebih besar daripada kontrol positif (55,55%). Persentase serangan pada perlakuan asap cair dari tempurung kelapa masing-masing 53,33%; 33,33%; 33,33%; dan 20% dengan penurunan serangan masing-masing 20%; 50%; 50%; dan 70%. Penurunan serangan pada perlakuan 2,5% lebih besar daripada kontrol positif (59,99%). Sementara itu persentase serangan pada perlakuan asap cair dari sekam padi masing-masing 60%; 53,33%; 40%; dan 33,33% dengan penurunan serangan sebesar 10%; 20%; 40%; dan 50%. Penurunan serangan pada seluruh perlakuan asap cair dari sekam padi masih di bawah kontrol positif (80%). Semua asap cair yang digunakan pada semua konsentrasi mampu menurunkan serangan PBKo sebesar 9,08%–70,00%. Asap cair dari tempurung kelapa dan serbuk gergaji pada konsentrasi 2,5% mampu menurunkan serangan PBKo yang lebih besar daripada penggunaan insektisida kimia. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wiyantono & Minarni (2009) yang melaporkan bahwa asap cair dari tempurung kelapa bersifat *antifeedant* terhadap hama *Crociodolomia pavonana*.

Hama PBKo menyerang buah kopi sejak buah berada di pohon dan terus berkembang meskipun buah telah jatuh ke tanah bahkan buah telah di simpan dalam gudang. Perilaku serangga betina pada buah kopi, yaitu: 1) serangga betina mulai penetrasi eksokarp, 2) PBKo penetrasi buah tapi belum sampai endosperm, 3) kumbang mulai melubangi endosperm tetapi belum meletakkan telur, dan 4) PBKo memproduksi *gallery* pada endosperm dan satu atau lebih *immature* ditemukan dalam endosperm (Bustillo *et al.*, 1998 dalam Jaramillo *et al.*, 2009). Fungsi asap cair yang mengandung senyawa sebagai *antifeedant* ini akan berperan efektif dalam mencegah imago betina untuk menggerek buah kopi.



Gambar 5. Persentase serangan PBKo setelah perlakuan asap cair  
Figure 5. Percentage of CBB attacks after liquid smoke treatment



Gambar 6. Persentase penurunan serangan PBKo setelah perlakuan asap cair  
Figure 6. Percentage of attacks decrease of CBB after liquid smoke treatment

## KESIMPULAN

Semua asap cair yang diuji bersifat insektisidal terhadap imago PBKo. Kandungan senyawa kimia terbesar dari asap cair yang diduga bersifat insektisidal terhadap imago PBKo adalah *benzenesulfonic acid 4-hydroxy* dan *acetic acid*. Asap cair dari tempurung kelapa pada konsentrasi 2,5% menyebabkan mortalitas imago PBKo tertinggi yaitu 48,87%, dengan tingkat serangan 20% dan penurunan serangan 70%. Asap cair dari tempurung kelapa paling berpotensi untuk digunakan sebagai pengendali PBKo. Pengujian lebih lanjut masih

sangat diperlukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan asap cair dalam pengendalian hama dan penghitungan skala ekonomi dari penggunaan asap cair.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Sumantri, Euis, dan Rafi yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian atas dana penelitian yang telah dialokasikan melalui DIPA Balai

Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, tahun anggaran 2016.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adfa, M., Kusnanda, A. J., Saputra, W. D., Banon, C., Efdi, M., & Koketsu, M. (2017). Termiticidal activity of toona sinensis wood vinegar against *Coptotermes curvignathus* Holmgren. *Rasayan Journal of Chemistry*, *10*(4), 1088–1093. <https://doi.org/10.7324/RJC.2017.1041866>
- Ariyani, D., & Mujiyanti, D.R., Umaningrum, D., Harlianto, Y. A. (2015). Studi kajian kandungan senyawa pada asap cair dari sekam padi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 128–133.
- Aryawan, A. A. K., & Bambang, T.R., Astuti, L. P. (2013). Potensi asap pembakaran tempurung kelapa dalam pengendalian hama *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) pada gabah dalam simpanan. *Jurnal HPT*, *1*(1), 6–15.
- Brun, L. ., Gaudichon, V., & Wigley, P. . (1993). An artificial diet for continuous rearing of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Insect Sci. Applic.*, *14*(5/6), 585–587.
- Celestino, F. N., Pratisoli, D., Machado, L. C., Gonçalves, H. J., Junior, S., Queiroz, V. T. De, & Mardgan, L. (2016). Control of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with botanical insecticides and mineral oils. *Acta Scientiarum Agronomy*, *38*(1), 1–8. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.27430>
- Chalermman, Y., & Peerapan, S. (2009). Wood vinegar: by-product from rural charcoal kilns and its role in plant protection. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, (189–195), 189–195.
- Hayata, H. (2016). Hubungan persentase serangan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae) dengan dugaan kehilangan hasil di Kecamatan Betara Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*, *1*(2), 85–90.
- Jaramillo, J., Chabi-olaye, A., Borgemeister, C., Kamonjo, C., Poehling, H. M., & Vega, F. E. (2009). Where to sample? Ecological implications of sampling strata in determining abundance and impact of natural enemies of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. *Biological Control*, *49*(3), 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.12.007>
- Loppies, J. E. (2016). Karakteristik arang kulit buah kakao yang dihasilkan dari berbagai kondisi pirolisis. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, *11*(2), 105–111.
- Mendesil, E., Tadesse, M., & Negash, M. (2012). Efficacy of plant essential oils against two major insect pests of coffee (Coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, and antestia bug, *Antestiopsis intricata*) and maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *45*(3), 366–372. <https://doi.org/10.1080/03235408.2011.587286>
- Nugroho, A., & Aisyah, I. (2013). Efektivitas asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai biopestisida benih di gudang penyimpanan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *31*(1), 1–8.
- Reta, K.B. (2013). Pembuatan asap cair dari kelapa, tongkol jagung, dan bambu menggunakan proses slow pyrolysis. *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia 1*(1)-1-10.
- Santoso, R. S. (2016). Characterization of liquid smoke from coconut shell as a natural pesticide for *Hexamitodera semivelutinia* Beetle on Clove Trees. *International Journal of Applied Chemistry*, *12*(3), 389–397.
- Soedijo, S., Pramudi, M. I., & Aisah, S. (2015). Introduction study of potential of natural insecticide liquid smoke from solid waste oil palm to brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stall ) in South Kalimantan. *Asian Journal of Applied Sciences*, *03*(01), 196–198.
- Subawa, I. ., & Sudarsono, H. (2011). Serangan hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera: Scolytidae) pada sistem agroforestri sederhana VS. sistem agroforestri komplek di Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi IV*, (November), 329–337.
- Tiilikkala, K., Fagernäs, L., & Tiilikkala, J. (2010). History and use of wood pyrolysis liquids as biocide and plant protection product. *The Open Agricultural Journal*, *4*, 111–118.
- Tima, S. L. T., Yopi, & Ifa, L. (2016). Pemanfaatan asap cair kulit biji mete sebagai pestisida. *Journal of Chemical Proses Engineering*, *01*(02), 16–22.
- Wagiman, F. X., Ardiansyah, A., & Witjaksono. (2014). Activity of coconut-shell liquid-smoke as an insecticide on the rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, *9*(9), 293–296.
- Wiradiputra, S. (2012). Keefektifan insektisida Cyantraniliprole terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada kopi arabika. *Pelita Perkebunan*, *28*(2), 100–110.

Wititsiri, S. (2011). Production of wood vinegars from coconut shells and additional materials for control of termite workers, *Odontotermes* sp. and striped mealy bugs, *Ferrisia virgata*. *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 33(3), 349–354.

Wiyantono, & W, M. (2009). Kajian Potensi Aap Cair dalam Mengendalikan Uat Krop Kubis, *Crocidolomia pavonana*. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 9(1), 50–56.