

IDENTIFIKASI SENYAWA VOLATIL DALAM OLAHAN LIMBAH KAKAO SEBAGAI POTENSI ATRAKTAN *BACTROCERA CARAMBOLAE* (DIPTERA:TEPHRITIDAE)

Dyah Rini Indriyanti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Abstrak. Limbah kakao cair yang diolah dengan cara pemanasan dan pemberian enzim proteolitik dapat menarik lalat buah *Bactrocera carambolae* di laboratorium. Olahan limbah kakao menghasilkan senyawa volatil yang menarik *B. carambolae*. Lalat buah *Bactrocera* spp. merupakan hama penting tanaman buah dan sayuran. Penelitian bertujuan mengidentifikasi senyawa atraktan olahan limbah kakao. Senyawa volatil tersebut diidentifikasi dengan GC-MS menggunakan pelarut metanol dan diperkuat dengan analisis infra merah. Hasil identifikasi berdasarkan analisis fragmentasi GC-MS menunjukkan bahwa olahan limbah kakao mengandung enam senyawa volatil: etil-2-hidroksi propanoat (5,96%); cis-7-dodesenil asetat (2,28%); senyawa asetami- da (1,36%); 3,5-dihidroksi-2-metil-5,6-dihidropiran (16,64%); hidroksimetilfurfurol (52,31%); dan derivat-1-undekuna (3,34%). Senyawa ini diperkuat oleh identifikasi beberapa gugus fungsional yang ditunjukkan dalam spektra infra merah olahan limbah kakao.

Kata kunci: *Bactrocera carambolae*, senyawa volatil, olahan limbah kakao.

PENDAHULUAN

Lalat buah *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae) dikenal sangat merusak tanaman buah-buahan dan sayuran di Asia (Siwi *et al.* 2006). Serangan *Bactrocera* spp. dapat menurunkan produksi hingga 40–100% (Anonim 2005). Jenis tanaman buah dan sayur yang rentan terserang lalat buah adalah jambu biji, belimbing, mangga, melon, apel, cabai merah, dan tomat (Suputa *et al.* 2006).

Upaya pengendalian hama pada berbagai tanaman buah sampai saat ini masih bertumpu pada penggunaan insektisida, karena aplikasi insektisida cukup mudah dan hasilnya cepat diketahui. Insektisida selain mempunyai dampak positif, ternyata aplikasinya menyebabkan efek samping yaitu resistensi hama, pencemaran lingkungan, efek residu dan berkurangnya keanekaragaman hayati (Istianto 2009). Salah satu cara mengurangi dampak negatif penggunaan insektisida adalah dengan umpan pakan lalat buah yang dicampur sedikit insektisida (0,2%). Aplikasi umpan pakan dapat dilakukan dengan penyemprotan secara spot pada bagian tertentu tanaman, misalnya daun (ICMPFF 2006). Umpan pakan yang berasal dari limbah dan terbukti dapat menarik spesies *Bactrocera* adalah limbah bir (Lloyd & Drew (1997). Ketertarikan *Bactrocera* pada limbah bir

disebabkan limbah tersebut mengandung protein hidrolisat yang disukai lalat buah betina.

Penelitian yang telah dilakukan adalah skrining berbagai limbah yang menarik *B. carambolae*. Hasil skrining dari 9 limbah diketahui bahwa olahan limbah kakao mempunyai potensi atraktan bagi *B. carambolae* jantan dan betina dibandingkan limbah-limbah yang lain (Indriyanti dan Suputa 2008). Penelitian selain skrining telah dilakukan pula analisis kimia kandungan protein, gula, ammonia pada olahan limbah kakao (Indriyanti *et al.* 2009). Hasil analisis kandungan protein pada olahan limbah kakao sebesar 12,98%. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan protein hidrolisat murni buatan pabrik (47,61%), tetapi lebih tinggi dari olahan limbah vinase (0,92%) dan setara dengan limbah bir (12,45%). Hasil analisis amonia pada olahan limbah kakao sebesar 46,45mg/100g, lebih rendah dibandingkan dengan protein hidrolisat (340,14mg/100g) dan limbah bir (199,13mg/100g), tetapi lebih tinggi dari olahan limbah vinase (5,86mg/100g). Uji coba penambahan amonium asetat pada limbah kakao dapat meningkatkan ketertarikan lalat betina (Indriyanti *et al.* 2009).

Ketertarikan *Bactrocera* selain amonia juga dipengaruhi oleh senyawa-senyawa volatil lain yang dikeluarkan oleh limbah yang perlu diidentifikasi lebih lanjut. Analisis kandungan senyawa volatil pada olahan limbah kakao telah dilakukan dengan GC-MS menggunakan pelarut heksan, namun hasilnya kurang memuaskan. Oleh sebab itu penelitian ini difokuskan pada analisis senyawa volatil olahan limbah kakao menggunakan GC-MS dengan pelarut metanol. Hal ini disebabkan karena hasil uji ketertarikan lalat buah *Bactrocera* tertarik pada ekstrak limbah kakao yang diekstrak dengan metanol dan air. Analisis selain dengan GC-MS juga diperkuat dengan analisis gugus fungsional dengan alat infra merah. Senyawa volatil merupakan salah satu isyarat penting bagi lalat tephrit selama pencarian inang (Fletcher dan Prokopy 1991). Lalat dewasa dapat mendeteksi senyawa-senyawa volatil dari buah yg dikeluarkan dari jarak beberapa meter, dengan menggunakan organ stimulus olfaktorinya (Aluja *et al.* & Prokopy 1992). Penelitian ini bertujuan menjawab pertanyaan, senyawa-senyawa volatil apa yang terdapat pada limbah kakao sehingga menyebabkan lalat *Bactrocera* tertarik?

METODE PENELITIAN

Serangkaian tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut: 1). rearing lalat buah *B. carambolae* untuk serangga uji di laboratorium, 2). pengolahan limbah kakao menjadi limbah yang menarik, 3). analisis GC-MS sampel olahan limbah kakao dan bir (kontrol) dengan pelarut metanol, 4). analisis gugus fungsional dengan infra merah pada sampel olahan limbah kakao, limbah bir dan protein hidrolisat murni (kontrol). Pengolahan limbah mengacu pada metode yang digunakan Lloyd & Drew (1997) yang dimodifikasi. Penelitian dilakukan di Lab. Biologi, FMIPA UNNES.

Analisis senyawa volatil pada olahan limbah kakao dan bir (sebagai pembanding) dilakukan

dengan menggunakan alat GC-MS. Variabel yang diteliti adalah senyawa-senyawa volatil yang dihasilkan dari sampel olahan limbah kakao yang diduga bersifat atraktan. Analisis dilakukan di lab. Organik FMIPA Kimia UGM. Kondisi kerja alat pada saat digunakan yaitu GCMS-QP2010S merek SHIMADZU kolom Rtx-5MS, panjang 30 meter, ID: 0,25 mm, gas pembawa helium, pengion EI, temperatur kolom 6°C, temperatur injeksi 28°C. Sampel olahan limbah kakao dan bir sebelum dianalisis GC-MS dilakukan preparasi dengan cara direfluks menggunakan metanol : aquades (90%:10%) selama 5-6 jam pada suhu 40-50°C dengan menggunakan magnetik stirer. Setelah proses refluks selesai, campuran dihilangkan pelarutnya dengan cara destilasi pada suhu 60-100°C, sampai semua pelarutnya hilang.

Analisis gugus fungsional pada olahan limbah kakao, bir dan protein hidrolisat murni dilakukan dengan menggunakan infra merah. Analisis menggunakan prosedur baku yang dikembangkan di laboratorium Organik FMIPA, UGM. Alat yang digunakan: IR prestige-21 merek SHIMADZU, *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*. Sebagai pembandingan dilakukan analisis yang sama pada protein hidrolisat murni.

Identifikasi senyawa-senyawa volatil dari olahan limbah kakao dan bir (kontrol) yang diduga berperan sebagai atraktan dilakukan sebagai berikut:

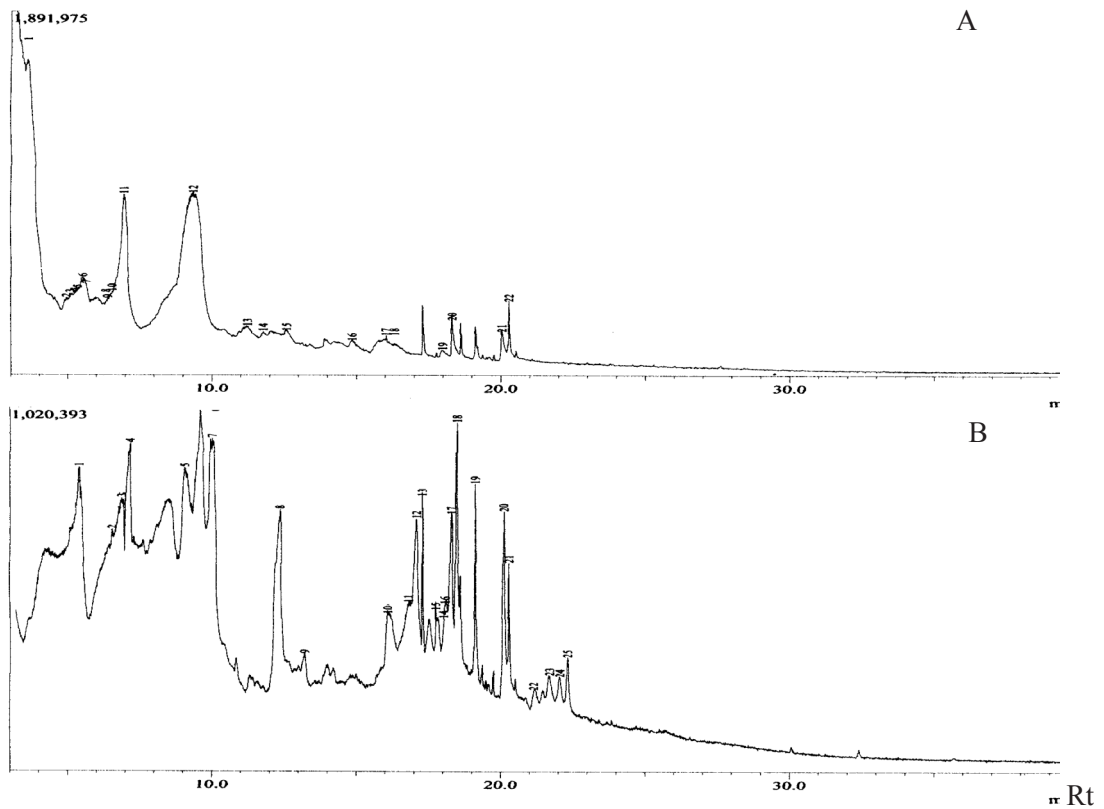
- a) menganalisis hasil GC-MS dari sampel olahan limbah kakao dan bir. Hasil analisis diperoleh nilai-nilai (peak, r-time, % area, SI, fragmentasi senyawa dan nama senyawa). Senyawa-senyawa tersebut lalu diidentifikasi berdasarkan kelaziman nama, kadar/kuantitas relatif komponen yang cukup besar dan gugus fungsionalnya.
- b) menganalisis hasil spektra infra merah dari sampel olahan limbah kakao, bir dan protein hidrolisat. Hasil analisis diperoleh nilai-nilai (peak, intensitas (% area) dan gugus fungsional). Mengidentifikasi gugus fungsional yang sama dari hasil infra merah olahan limbah kakao, limbah bir dan protein hidrolisat murni (sebagai kontrol positif). Gugus fungsional yang sama dari ketiga bahan, kemudian dikaitkan dengan gugus fungsional dari senyawa-senyawa hasil GC-MS (point a).
- c) senyawa yang diduga berperan sebagai atraktan *B. carambolae* adalah senyawa-senyawa dari olahan limbah kakao dan bir yang mempunyai gugus fungsional yang sama dari ketiga bahan (limbah kakao, bir dan protein hidrolisat murni).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kromatogram GC-MS sampel olahan limbah kakao dan limbah bir (kontrol) menunjukkan bahwa olahan limbah kakao menghasilkan 22 senyawa volatil dan 25 senyawa volatil pada olahan limbah bir. Jumlah senyawa yang dihasilkan kedua limbah cukup banyak disebabkan karena keduanya berasal dari bahan alami (Gambar 1).

Spektra infra merah pada protein hidrolisat murni (kontrol) terdapat 11 peak (serapan), 6

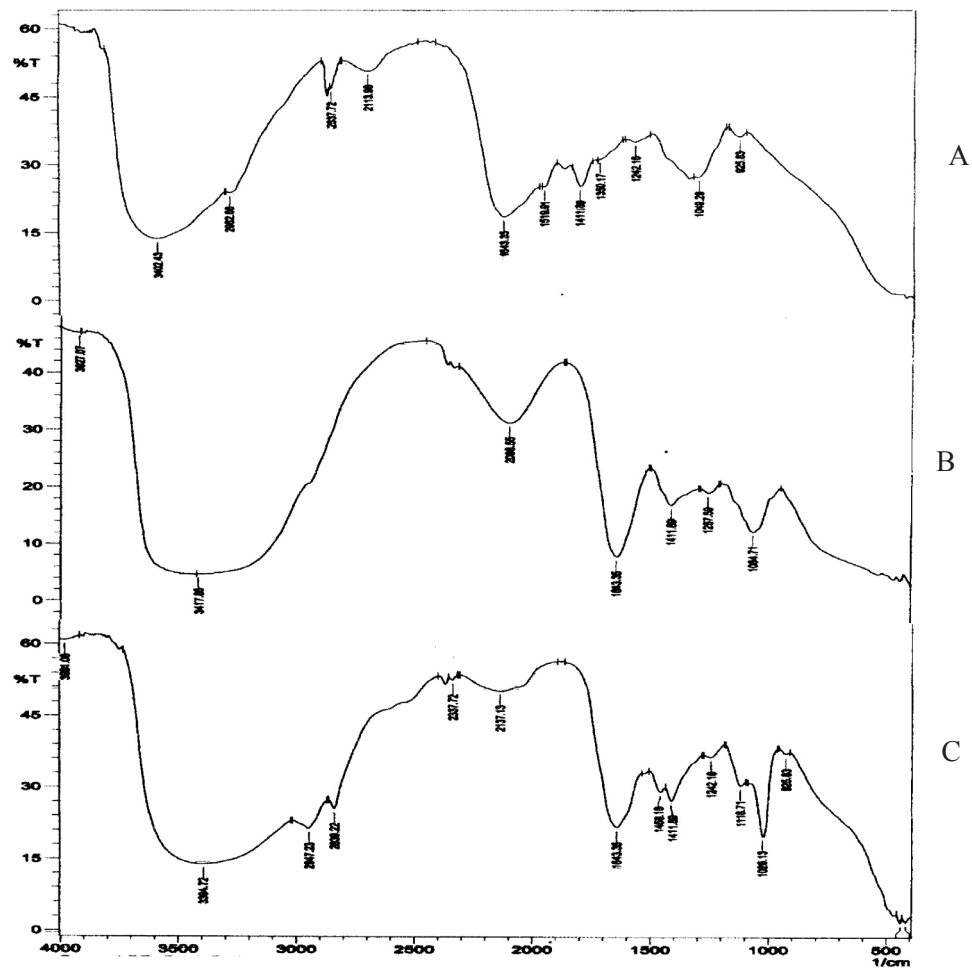
serapan pada olahan limbah kakao dan 12 serapan pada olahan limbah bir (Gambar 2). Serapan tersebut kemudian diidentifikasi gugus fungsionalnya berdasarkan bilangan gelombang masing-masing dengan menggunakan buku referensi (Crews *et al.* 1998; Silverstain *et al.* 1991).



Gambar 1. Kromatogram GC-MS olahan limbah kakao (A) dan limbah bir (B).

Hasil identifikasi gugus fungsional pada ketiga bahan (protein hidrolisat, olahan limbah bir dan olahan limbah kakao) diperoleh lima gugus fungsional yang sama yaitu: ester, amida, alkena, alkohol dan alkuna. Gugus fungsional yang sama pada ketiga bahan tersebut selanjutnya dikaitkan dengan hasil kromatogram GC-MS olahan limbah kakao dan bir (Tabel 1). Pada Tabel 1. terdapat 6 dugaan senyawa volatil yang bersifat atraktan yang dikeluarkan olahan limbah kakao dan 16 dugaan senyawa volatil dari limbah bir berdasar analisis hasil fragmentasi. Dugaan ini diperkuat oleh identifikasi beberapa gugus fungsional yang ditunjukkan dalam spektra infra merah olahan limbah kakao dan bir. Senyawa-senyawa volatil tersebut diduga kuat sebagai komponen atraktan lalat buah *Bactrocera*. Gugus fungsional diartikan sebagai gugusan atom atau atom dalam suatu molekul yang berperan dalam memberi karakteristik reaksi kimia pada molekul tersebut. Senyawa yang bergugus fungsional sama diduga memiliki reaksi kimia yang sama atau mirip. Senyawa-senyawa dari olahan limbah kakao, bir dan protein hidrolisat murni

yang memiliki gugus fungsional yang sama diduga kuat mempunyai kemiripan sifat atraktan terhadap *Bactrocera*.



Gambar 2. Spektra infra merah protein hidrolisat (A), limbah kakao (B) dan limbah bir (C)

Senyawa volatil yang dihasilkan dari olahan limbah kakao yang mengandung gugus fungsional dari golongan alkohol total sebesar 52,31%, alkena 16,64%, ester 8,24%, alkuna 3,36%, dan amida 1,36%. Pada limbah bir dari golongan ester total sebesar 39,58%, alkohol 23,43%, alkena 10,81% dan amida 5,14%. Data dari kedua limbah menunjukkan bahwa ketertarikan *B. carambolae* disebabkan karena adanya campuran dari berbagai senyawa volatil. Limbah bir lebih banyak mengandung senyawa ester dibanding limbah kakao. Hal ini kemungkinan penyebab limbah bir lebih disukai dari limbah kakao.

Tabel 1. Senyawa volatil berasal dari olahan limbah kakao dan bir yang mempunyai kesamaan gugus fungsional.

| Gugus fungsional | Senyawa volatil olahan limbah kakao | Senyawa volatil olahan limbah bir |
|------------------|--|--|
| Ester | Etil-2-hidroksi propanoat (5,96%). | Derivat Asam siklopropana karboksilat (3,42%) |
| | Cis-7-dodesenil asetat (2,28%) | Derivat asam-3-hidroksi butanoat (7,05%) Etil- 2-hidroksi butirat (10,67%) Metil piroglutamat (8,58%) Pirolidin dikarboksilat (2,55%) Metil-14-metil penta dekanolat (2,38%) 1,4-diaza 2,5-diokso 3-isobutil bi siklo (4.3.0)nonana (3,09%) 11-tetradesenil asetat (1,84%) |
| Amida | Senyawa asetamida (1,36%). | N –alil-4-oksatetradekanamida (5,14%) |
| Alkena | 3,5-dihidroksi-2-metil-5,6-dihidropiran (16,64%) | 3-metil 2- desena (6,17%) 2-undesenal (4,64%) |
| Alkohol | Hidroksi metilfurfurol (52,31%). | Derivat 2-Heptanol (2,13%). Gliserol (12,77%). Derivat 1,2-sikloheksanadiol (3,66%). 1-heksadekanol (1,88%). 1,12- dodekanadiol (2,99%). |
| Alkuna | Derivat -1-undekuna (3,34%) | Tidak terdeteksi |

Salah satu senyawa golongan ester pada olahan limbah kakao yaitu 7-dodesenil asetat berdasarkan penelusuran referensi diperoleh informasi bahwa senyawa ini merupakan salah satu komponen sex feromon dari beberapa ngengat yaitu: ngengat *Strepsicrates semicanella* (Lepidoptera: Tortricidae) (Wakamura *et al.* 2005; Sadao, *et al.*, 2005). *Dendrolimus superans sibiricus* (Lepidoptera : Lasiocampidae) (Klun *et al.* 2000), dan sex feromon ngengat ordo Lepidoptera dan Diptera (Bykov *et al.* 1999). Salah satu senyawa yang dikeluarkan oleh limbah bir yaitu 11-tetradesenil asetat berdasarkan penelusuran referensi diperoleh informasi bahwa senyawa ini merupakan salah satu komponen senyawa sex feromon dari serangga *Etiella zinckenella* (Tabata *et al.* 2008), *Ostrinia nubilalis* (Li *et al.* 2008) *Plutella xylostella* (Yang *et al.* 2007), dan *Sesamia cretica* (Germinara *et al.* 2007).

Senyawa volatil yang memiliki gugus amida teridentifikasi satu senyawa yaitu senyawa asetamida (1,36%) pada limbah kakao dan N –alil-4-oksatetra dekanamida (5,14%) pada limbah bir. Senyawa-senyawa yang termasuk gugus amida merupakan fragmentasi dari protein. Protein terbukti sebagai salah satu senyawa yang menarik lalat buah telah banyak dilaporkan oleh

berbagai peneliti diantaranya Robacker *et al.* (1997) dan Weldon *et al.* (2008).

Senyawa atraktan yang memiliki gugus alkena teridentifikasi satu senyawa pada olahan limbah kakao dan dua senyawa pada limbah bir. Salah satu senyawa pada limbah bir yaitu 2-undecenal menurut Yamakawa (2009) merupakan salah satu komponen senyawa sintetis digunakan untuk menarik serangga golongan Lepidoptera.

Senyawa volatil yang memiliki gugus alkohol pada olahan limbah kakao teridentifikasi satu senyawa dengan intensitas terbesar yaitu 52,31% dan lima senyawa pada olahan limbah bir. Senyawa-senyawa yang memiliki gugus alkohol banyak dilaporkan sebagai atraktan lalat buah. Alkohol/etanol merupakan salah satu senyawa volatil terdapat dalam berbagai jus buah yang menarik lalat buah (Michelle *et al.* 2008; Massa *et al.* 2008; Siderhurs & Jang 2006; Malo *et al.* 2005; Gonzalez *et al.* 2006; Cruz *et al.* 2006; Lee *et al.* 1997).

Hasil analisis GC-MS membuktikan bahwa penyebab *B. carambolae* tertarik pada olahan limbah kakao dan bir disebabkan karena keduanya mengandung campuran (*blended*) berbagai macam senyawa volatil. Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa peneliti yang melaporkan bahwa pada ekstrak jagung terdapat 19 macam campuran senyawa volatil yang menyebabkan *A. ludens* tertarik (Lee *et al.* 1997). Pada buah *spondias mombin* terdapat 9 senyawa volatil (Cruz *et al.* 2006) dan buah *chapoté* terdapat 16 senyawa volatil (Robacker *et al.* 1992). Senyawa yang bersifat volatil berperan sebagai pemicu awal menarik lalat buah datang pada umpan yang disajikan. Hal ini disebabkan karena senyawa volatil dengan berat molekul kecil lebih mudah menguap terlebih dahulu. Senyawa volatil menyebarkan bau khas sehingga menarik *B. carambolae* untuk datang dan mencicipi umpan yang disajikan. Senyawa-senyawa non volatil misalnya protein dan gula menentukan kualitas kandungan umpan. Oleh sebab itu ketertarikan *B. carambolae* pada olahan limbah kakao dan bir disebabkan karena campuran senyawa-senyawa kimia volatil dan non

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa limbah kakao mengandung senyawa-senyawa volatil: etil-2-hidroksi propanoat (5,96%), cis-7-dodesenil asetat (2,28%), senyawa asetamida (1,36%), 3,5-dihidroksi-2-metil-5,6-dihidropiran (16,64%), hidroksimetilfurfurol (52,31%), dan derivat -1-undekuna (3,34%). Olahan limbah bir mengandung senyawa-senyawa volatil: derivat asam siklopropana karboksilat (3,42%), derivat asam-3-hidroksi butanoat (7,05%), etil- 2-hidroksi butirat (10,67%), metil piroglutamat (8,58%), pirolidin dikarboksilat (2,55%), metil-14-metil penta dekanat (2,38%), 1,4-diaza 2,5-diokso 3-isobutil bisiklo (4.3.0)nonana (3,09%), 11-tetradesenil asetat (1,84%); N -alil-4-oksatetradekanamida (5,14%), 3-metil 2-desena (6,17%), 2-undesenal (4,64%), derivat 2-heptanol (2,13%), gliserol (12,77%), derivat

1,2-sikloheksanadiol (3,66%), 1-heksadekanol (1,88%), dan 1,12- dodekanadiol (2,99%). Senyawa-senyawa tersebut diduga kuat penyebab *B. carambolae* tertarik pada kedua limbah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aluja, M. and R.J. Prokopy. 1992. Host search behaviour by *Rhagoletis pomonella* flies: inter tree movement pattern in respon to wind-borne fruit volatiles under field condition. *Physiol. Entomol.* 17: 1-8.
- Anonim. 2005. Training workshop on area wide control of fruit flies using protein baits. Regional Centre, International Centre for Management of Pest Fruit Flies. Kedah. *Applicata.* 104(2-3): 345-351.
- Bykov, VI., T.A. Butenko, E.B. Petrova, E.S. Finkelshtein. 1999. Synthesis of Z-isomeric insect sex pheromone components via ethenolysis of 1,5-cyclooctadiene. *Tetrahedron.* 55 (27): 8249-8252.
- Crews, P., J. Rodriguez, and M. Jaspars. 1998. Organic structure analysis. Oxford University Press. New York.
- Cruz, L., E.A. Malo, J. Toledo, A. Virgen, A. Del Mazo, J.C. Rojas. 2006. A new potential attractant foe *Anastrepha obliqua* from *Spondias mombin* fruits. *J.Chem Ecol*, 32(2) 351-365. Feb. 2006.
- Fletcher, B.S., and R.J. Prokopy . 1991. Host location and oviposition in tephritid fruits flies. Pp. 139-171. In W.j. Bailey and J.Ridsdill-Smith, Reproductive behaviour of insect: individuals and population. Chapman & Hall. New York.
- Germinara, G.S., A.El gargoti, A. De Cristofaro, G. Rotundo. 2007. Female sex feromone of *Sesamia cretia*: chemical and behaviour evidence for a three-component blend. *Entomologia Exper. Et. Applicata.* 124(2): 213-219.
- Gonzalez, R., Toledo, J., Cruz-Lopez, L., Virgen, A., Santiesteban, A., and Malo, E.A. 2006. A. New blend of white sapote fruit volatiles as potensial attractant to *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *J.Econ Entomol*, vol 99 (6) 1994-2001. Dec. 2006.
- ICMPFF. 2006. Integrated system approach for managing fruit flies using protein bait spray technology field management of fruit fly. Diakses dari internet, 12 Januari 2007. [Http://www.blog.biocert.or.id.htm](http://www.blog.biocert.or.id.htm). Diakses tanggal 18 Januari 2007.
- Indriyanti, D.R., Suputa, N.K. Dewi. 2009. Eksplorasi zat atraktan dari limbah untuk pengendalian lalat buah *Bactrocera* sp (Diptera: Tephritidae). *Laporan penelitian Fundamental. FMIPA UNNES.* 26 hal.

- Indriyanti dan Suputa. 2008. Skrining sebagai limbah terhadap ketertarikan *Bactrocera carambolae*. *Laporan penelitian. FMIPA UNNES. 40 hal.*
- Istianto, M. 2009. Sebuah konsep alternatif pengendalian hama yang bersifat ramah lingkungan. <http://horti-tech.blogspot.com>. Diakses tanggal 1 Agustus 2010.
- Klun, J.A., Y.N. Baranchikov, V.C. Mastro, Y. Hijji, J. Nicholson, I. Ragenovich, T.A. Vshivkova. 2000. A sex attractant for the Siberian moth *Dendrolimus superans sibiricus* (Lepidoptera : Lasiocampidae). *Journal Of Entomological Science. 35 (2): 158-166.*
- Lee, C.J., A.B. Demilo, D.S. Moreno, and R.L. Mangan. 1997. Identification of the volatile component of E802 mazoferm steepwater, a condensed fermented corn extractive highly attractive to the mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Agric. Food Chem. 45: 2327-2331.*
- Li, J.M., J.P. Yong, H.A. Aisa. 2008. Synthesis of (Z/E)-11-tetradecen-1-ol, a component of *Ostrinia nubilalis* sex pheromone. *Chemistry Of Natural Compounds.*
- Lloyd, A., and R.A.I. Drew. 1997. Modification and testing of brewery waste yeast as a protein source for fruit fly bait. P. 192-198. in A.J. Allwood and R.A.I. Drew. *Management of fruit flies in the Pacific. ACIAR, Nadi, Fiji.*
- Malo, E.A., L.C.Lopez, J.Toledo, A.D. Mazo, A.Virgen and J.C. Rojas. 2005. Behavioral and electrophysiological responses of the Mexican fruti fly (Diptera: Tephritidae) to guava volatiles. *Florida entomologist 88(4):364-420. December 2005.*
- Massa, M.J., D.C. Robacker, and J.Patti. 2008. Identification of grape juice aroma volatiles and attractiveness to the mexican fruti fly (Diptera:Tephritidae). *Florida entomologist 91(2): 266-273. june 2008.*
- Michelle, J. M., C.R. Davi, and P. Joseph. 2008. Identification of grape juice aroma volatiles and attractiveness to the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist. 91(2): 266-276.*
- Prokopy, R.J., D.R. Papai, and J. Hendrichs. 1992. Behavioral responses of *Ceratitis capitata* flies bait spray droplees and natural food. *Entomol Exp. 64: 247-257.*
- Robacker, D.C., A.B. Demilo, and D.J. Voaden 1997. Mexican fruit fly attractans: effects of 1-pyroline and other amines on attractiveness of a mixture of ammonia, methylamine, and putrescine. *J. Chem. Ecol. 23(5): 1263-1280.*
- Sadao ,W., A. Norio, K.Kinue. 2005. Sex pheromone components of an olethreutid moth, *Strepsicrates semicanella* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae), a pest of guava and eucalyptus in Okinawa. *Applied Entomology and Zoology. 40 (4): 637-642.*
- Siderhurst, M.S., and E.B. Jang. 2006. Female biased attraction of oriental fruit fly, *Bactrocera*

- Dorsalis* (Hendel), to a blend of host fruit volatiles from *Terminalia catappa* L. *J. Chem. Ecol.* 32(11): 2513-2524.
- Silverstain, R.M., G. C. Bassler, and T.C. Morrill. 1991. *Spectrometric identification of organic compounds (fifth edition)*. John Wiley & Sons, Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto & Singapore.
- Siwi, S.S., P. Hidayat., dan Suputa. 2006. Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*. 65 hal.
- Suputa, Cahyaniati, A. Kustaryati, Issuilaningtyas, M. Railan, & W.P. Mardiasih. 2006. *Pedoman Pengelolaan Hama Lalat Buah*. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. Direktorat Jenderal Hortikultura. Jakarta. ISBN 979-3147-21-0.
- Tabata, J., T. Yokosuka, M. Hattori, M. Ohashi, H. Noguchi, H. Sugie. 2008. Sex attractant pheromone of the limabean pod borer, *Etiella zinckenella* (Treitschke) (Lepidoptera: Pyralidae), in Japan. *Applied Entomology And Zoology*. 43 (3): 351-358.
- Wakamura, S., N. Arakaki, K. Kinjo. 2005. Sex pheromone components of an olethreutid moth, *Strepsicrates semicanella* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae), a pest of guava and eucalyptus in Okinawa. *Applied Entomology And Zoology*. 40 (4): 637-642.
- Weldon , C.W., S.D. Perez, and P.W. Taylor. 2008. Feeding on yeast hydrolysate enhances attraction to cue-lure in Queensland fruit flies *Bactrocera tryoni*. *Entomo. Exper. Appl.* 129(2): 200-209.
- Yamakawa, R., Do, N.D., Adachi, Ando, T. 2009. 6Z,9Z,12Z)-6,9,12-Octadecatriene and (3Z,6Z,9Z,12Z)-3,6,9,12-icosatetraene, the novel sex pheromones produced by emerald moths. *Tetrahedron Letters*. 50 (33): 47.
- Yang, C.Y., S. Lee, K.S. Choi, H.Y. Jeon, K.S. Boo. 2007. Sex pheromone production and response in Korean populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*. 124 (3): 293-298.