

## Diversitas Senyawa Volatil dari Berbagai Jenis Tanaman Dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama yang Ramah Lingkungan

MASRIANY MASRIANY<sup>1\*</sup>, AFRIDHA SARI<sup>2</sup>, DEVI ARMITA<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

Jl. HM. Yasin Limpo No. 36 Gowa, Indonesia. 92113

\*Email: masriany.musa@uin-alauddin.ac.id

### ABSTRACT

Volatile compounds are secondary metabolites derived from plants which are volatile in nature. Volatile compounds have an important role in the communication system for plants with other organisms around them. This study is a literature study that aims to see the various volatile compounds from plants and their potential as pest control. The results of the study indicated that the diversity of volatile compounds from various plants consisted of several groups of compounds, namely: (1) Fatty acid derivatives; (2) Terpenoids; (3) Phenols, and others. Volatile compounds can be used in pest control because several volatile compounds are capable of being repellent for herbivorous insects, thus this ability is used as a reference for formulating bioinsecticides in pest control that is more environmentally friendly.

Keywords: attractants; secondary metabolites; volatile compounds

### INTISARI

Senyawa volatil merupakan metabolit sekunder yang diproduksi oleh tumbuhan dengan sifat mudah menguap. Senyawa volatil memiliki peranan penting dalam sistem komunikasi bagi tumbuhan dengan organisme lain di sekitarnya. Studi ini merupakan studi literatur yang bertujuan untuk mengetahui diversitas senyawa volatil dari berbagai tanaman dan potensinya sebagai pengendali hama. Hasil studi menunjukkan bahwa diversitas senyawa volatil dari berbagai tanaman terdiri atas beberapa kelompok senyawa, yaitu antara lain: (1) Derivatif asam lemak; (2) Terpenoids; (3) Fenol, dan lain-lain. Senyawa volatil dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hama secara alami karena beberapa senyawa volatil mampu menjadi atraktan ataupun *repellent* bagi serangga herbivora dengan demikian kemampuan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk memformulasi bioinsektisida dalam pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: atraktan; metabolit sekunder; senyawa volatil

### PENDAHULUAN

Produksi metabolit sekunder pada tumbuhan umumnya berfungsi untuk menunjang keberlangsungan hidup tumbuhan di alam. Metabolit sekunder yang dihasilkan bersifat spesifik spesies artinya spesies tertentu mampu menghasilkan metabolit sekunder tertentu pula. Contoh metabolit sekunder yang dilepaskan tumbuhan antara lain senyawa terpenoid, flavonoid, alkaloid, tanin dan steroid.

Metabolit sekunder berperan penting baik bagi tumbuhan itu sendiri maupun terhadap organisme lain. Ada metabolit sekunder yang berperan sebagai sistem pertahanan tanaman dari serangan mikroba dan serangga herbivora. Salah satu metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan adalah senyawa volatil yang merupakan sinyal kimia antara tumbuhan dengan serangga herbivor dan parasitoid. Senyawa volatil merupakan senyawa organik

yang memiliki kisaran berat molekul 50-200 Dalton, dengan berat molekul rendah senyawa tersebut dapat menguap dengan mudah dan berdifusi dalam fase gas dan dalam sistem biologis. Senyawa volatil yang dilepaskan tumbuhan memiliki beberapa peranan yakni sebagai *semiochemical* yaitu senyawa penanda sinyal yang berfungsi menyampaikan informasi baik antar organisme sejenis maupun interspesies, sebagai feromon, alat proteksi diri bagi tumbuhan, sebagai penunjuk dalam pencarian makanan bagi serangga herbivora, alat untuk menemukan pasangan, predator dan habitat yang sesuai (Rowan, 2011).

Salah satu faktor yang memicu senyawa volatil mudah menguap adalah terjadinya kenaikan suhu. Proses pengeringan pada bagian suatu tanaman dapat menyebabkan kandungan volatil dalam flavor mengalami perubahan kadar. Akibat dari proses pengeringan ini, senyawa volatil dalam bahan akan menghilang

yang diakibatkan oleh adanya reaksi oksidasi dan hidrolisis. Senyawa volatil tetap dapat dipertahankan dengan proses *curing*. *Curing* merupakan suatu perlakuan yang diberikan pada bahan dengan melakukan perubahan pada senyawa yang diinginkan seperti pada senyawa flavor. Proses *curing* ini penting untuk dilakukan dalam ekstraksi senyawa yang sifatnya mudah menguap. Pada tanaman tembakau, berbagai komponen flavor yang tidak diinginkan akan menghilang dan komponen yang diinginkan akan muncul setelah pemberian perlakuan *curing* yang dipengaruhi oleh reaksi enzimatik. *Curing* melibatkan proses pengeringan sehingga kadar air dalam bahan harus dikontrol agar tidak terjadi penurunan (Wartini *et al.*, 2010).

Senyawa volatil dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hama hayati. Aroma dari senyawa volatil mampu menarik perhatian serangga herbivora sehingga dapat dijadikan sebagai atraktan untuk pengendali hama. Senyawa volatil sebagai pengendali hama ini dapat diekstraksi dengan metode maserasi berulang (Wonorahardjo *et al.*, 2015). Berdasarkan informasi metabolit sekunder dari berbagai jenis tanaman yang memproduksi senyawa volatil maka kajian ini bertujuan untuk mengetahui diversitas senyawa volatil dari berbagai jenis tanaman serta potensinya sebagai pengendali hama.

## SENYAWA VOLATIL DARI BUNGA

Senyawa volatil dapat diperoleh dari berbagai jenis organ tanaman seperti akar, daun, bunga, buah, biji, rimpang kayu dan kulit kayu. Salah satu jenis tanaman yang mampu menghasilkan senyawa volatil adalah bunga melati (*Jasminum sambac*). Melati mengandung senyawa volatil dalam bentuk minyak atsiri yang terdapat pada bagian bunganya. Komponen senyawa hasil ekstraksi dari minyak melati yaitu *cis jasmine*, *z-jasmone*, *benzyl acetate*, *linalyl asetat* dan *linalool Cis jasmine* dan *z-jasmone* merupakan aroma struktural yang berasal dari kelompok keton *cyclopentanones* dan *cyclopentenones*. *Cis jasmine* dan *z-jasmone* inilah yang kemudian menjadi senyawa yang menghasilkan wangi khas pada melati (Hidayat, 2016).

Senyawa volatil yang dilepaskan bunga umumnya menjadi alat komunikasi antara tumbuhan dengan organisme lain. Wartini *et al.* (2012) melaporkan bahwa bunga kamboja cendana mengandung senyawa volatil berupa kelompok alkana, alkena, alkohol dan aldehid. Lima senyawa utama yang merupakan penyusun terbesar minyak atsiri kamboja cendana yaitu nonadecana (4,87-7,71%), patchouli alkohol (4,87-15,23%), octadecenal (2,82-15,93%), octadecana (6,35-6,39%) dan eicosane sebesar 6,35-19,39.

Shi *et al.* (2019) menyatakan bahwa senyawa volatil yang paling dominan dari 6 genus bunga *Lycoris* adalah B-Ocimene. Zhou *et al.* (2020) membandingkan antara *R. odorata* dan *R. chinensis* dan menunjukkan bahwa *R. odorata* melepaskan lebih banyak senyawa dari jalur metabolit benzodiazepine seperti 3,5-dimethoxytoluene dan phenyl ethanol sedangkan *R. chinensis* lebih banyak melepaskan 1,3,5-trimethoxybenzene.

Masriany *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa bunga pisang mengeluarkan senyawa volatil berupa alpha-pinen, beta-Pinene, Ocimen, Limonen dan Nonadecana. Alpha pinen berperan sebagai atraktan bagi serangga vektor penyakit darah pada tanaman pisang. Kigathi *et al.* (2019) menyatakan bahwa bunga semanggi merah (*Trifolium pretense*) melepaskan senyawa volatil berupa B-Ocimene, (E)- $\beta$ caryophyllene, (Z)-3-hexenyl acetate, 1-Octene-3-ol, Benzyl alkohol, dan Nonanal. Dari studi yang dilakukan Kigathi *et al.*, (2019) ini menunjukkan bahwa pelepasan senyawa volatil dari bunga semanggi dipengaruhi oleh aktivitas makan serangga *Spodoptera litura*. Tanaman kontrol yang tidak terinfestasi hanya melepaskan senyawa B-Ocimene sebesar 0,5 sedangkan pada tanaman yang terinfestasi *S. litura* mengeluarkan B-Ocimene sebesar 26,7.

Bagian mahkota bunga pada mawar mengandung senyawa minyak atsiri yang penggunaannya sudah banyak diaplikasikan dalam proses pembuatan parfum dan berbagai jenis bahan kosmetik lainnya karena khasiatnya yang mampu menjaga kelembaban dan menyamarkan kerutan pada kulit. Komponen minyak atsiri yang ditemukan pada mahkota

mawar di antaranya yaitu *citronellol*, *geraniol*, *linalool*, *phenyl ethyl alcohol*,  $\alpha$ -*pinene*,  $\beta$ -*pinene*, *p-cymene*, *camphene*, *neral*, *geranyl acetate*, *neryl acetate*, *eugenol*, *farsenol*, *stearoptene*, *rose oxide*, *benzyl alcohol* dan *limonene*. *Citronellol* dan *geraniol* merupakan 2 komponen utama yang terdapat dalam kelopak mawar yang banyak diaplikasikan dalam pembuatan parfum, aromaterapi dan bahan pewangi lainnya

## SENYAWA VOLATIL DARI BUAH

Wahyunita (2019) membandingkan senyawa volatilen pada buah nanas dan buah nangka. Buah nanas memiliki kandungan senyawa volatil yang lebih tinggi untuk beberapa jenis yaitu antara lain: 2-*Furancarboxaldehyde*, 5-(*hydroxymethyl*)-(CAS) HMF, 2-Amino-9-(3,4-*Dihydroxi-5Formic acid*, 2-*propenyl ester* (CAS) *Allyl formate*, 2(5H)-*Furanone*, dan 2'-*Bioxirane* sedangkan pada buah nangka senyawa volatil dengan kandungan yang lebih tinggi yaitu berupa: 2-*Nitroethylpropionate*, *Glutaconic anhydride*, 1,2-*Cyclopentanedione*, *Diacetone alcohol* dan *Corylon*.

Ekstraksi senyawa volatil pada setiap tanaman menghasilkan jumlah senyawa yang berbeda-beda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sampebara (2019) menjelaskan bahwa hasil identifikasi volatil dari buah kakao menggunakan GC-MS didapatkan 30 jenis senyawa, 5 di antaranya merupakan senyawa utama yaitu *caffeine* 33,04%, *theobromin* 20,21%, *hexadecanoic acid* (metol palmiat) 19,58%, *cytidine* 2,79% dan *9-octadecanoic acid* 2,28%. Indriyati (2011) menyatakan bahwa limbah cair buah kakao mengandung senyawa volatil berupa: etil-2-hidroksi propanoat (5,96%); *cis*-7-dodesenil asetat (2,28%); senyawa asetami- da (1,36%); 3,5-dihidroksi-2metil-5,6-dihidropiran (16,64%); hidroksimetilfurfurol (52,31%); dan derivat1-undekuna (3,34%). Pada penelitian yang dilakukan oleh Meutia *et al* (2015) yang melakukan ekstraksi senyawa volatil kakao dengan GC-MS yang dilanjutkan dengan GC-O. Hasil ekstraksi GC-MS menunjukkan bahwa terdapat senyawa utama yang berhasil diidentifikasi di antaranya yaitu senyawa

*geranyl acetate* dan *D-Limonene*. Namun senyawa utama hasil analisis GC-MS ini tidak menunjukkan aroma yang diidentifikasi dari GC-O. Berdasarkan hasil analisis GC-O menunjukkan senyawa yang berhasil teridentifikasi di antaranya adalah aroma *flowery*, *green*, *sweet*, dan *spicy*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Caporaso *et al.* (2018) yang mengidentifikasi senyawa volatil kopi menggunakan SPME-GC-MS untuk mempelajari variasi senyawa volatil pada berbagai kumpulan biji kopi yang dipanggang dalam kondisi yang sama dan dianalisis secara terpisah. Hasil menunjukkan bahwa senyawa yang paling bervariasi adalah 2,3-*butanediol*, 3-*ethylpyridine* dan *hexanal*. Selain itu didapatkan jenis senyawa lain seperti 2-*furanmethanol*, 1- (*acetyloxy*)-2-*propanone* dan 2-*formyl-1-methylpyrrole*.

Kadir *et al.* (2010) yang mengidentifikasi senyawa volatil dari asap cair tempurung kelapa hibrida menggunakan GC-MS, melaporkan bahwa terdapat 23 senyawa fenolik, 8 senyawa karbonil dan 11 jenis asam. Gurudebaan *et al.* (2011) melakukan karakterisasi senyawa volatil dari *bitter* apel, hasilnya menunjukkan bahwa ada berbagai jenis rasa yang diidentifikasi menjadi 5 golongan yaitu alkohol (4-(1-*metil*)*etoksi*, 1-*Butanol*, 5-*metoksi*, 2-*metil*, 2-*pentanol*, 1-*siklopentil*, 2-*propena-1-ol* dan 2-*Furanmethanol*, *tetrahidro-5-metil cis* dan *trans Isomer*), dan *keton*. Sedangkan Barlina (2015) melaporkan bahwa senyawa volatil pada gula aren lebih didominasi oleh senyawa pirazin.

Ekstraksi senyawa volatil juga banyak dilakukan pada biji padi aromatik karena mengandung senyawa 2-AP (2-*acetyl-1-pyrroline*) yang menjadi senyawa utama yang memberikan aroma khas pada padi aromatik. Penelitian yang dilakukan Elsera (2014) menunjukkan bahwa beras aromatik yang ditanam di ketinggian tempat yang berbeda memengaruhi konsentrasi senyawa volatil yang dihasilkan dalam hal ini (2-AP). Kondisi tanah dan iklim dapat memengaruhi keragaman senyawa volatil serta kandungan 2-AP. Terdapat 5 jenis senyawa utama pembentuk aroma pada padi aromatik di antaranya asam

butirat, *benzaldehyd*, *2-nonen-1-ol*, *toluene*, dan *heptil alcohol*.

### SENYAWA VOLATIL DARI DAUN

Minyak atsiri (volatil) dapat dimanfaatkan dalam menekan pertumbuhan bakteri dan jamur patogen. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Mbatu *et al.* (2018) yang menguji aktivitas minyak atsiri pada daun cengkeh dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Candida albicans*. Daun cengkeh mengandung komponen minyak atsiri utama yang disebut eugenol dengan efektivitasnya terhadap penghambatan bakteri, jamur, insektisida dan sebagai sumber aroma yang biasanya digunakan dalam bahan makanan. Selain itu, daun cengkeh juga mengandung senyawa lainnya di antaranya asam galat, kuersetin, rutin dan kaempferol. Minyak atsiri yang terdapat pada daun cengkeh menunjukkan aktivitas antijamur dengan daya hambat pertumbuhan sebesar 15 mm terhadap *Candida albicans*.

Hasil analisis GC-MS pada ekstrak daun sembung (*Blumea balsamifera*) mengandung senyawa golongan benzena, monoterpen (*camphor*, *L-Borneol*), seskuioterpen (*α-guaiene*, *caryophyllene*, *humulene*) dan senyawa diterpen (*neophytadiene*) (Mantra *et al.*, 2019). Daun sembung ini banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan jamu tradisional. Silalahi (2017) melaporkan bahwa daun salam (*Syzygium polyanthum*) mengandung metabolit sekunder berupa terpenoid, minyak esensial, tanin, flavonoid. Senyawa bioaktif pada daun salam berperan sebagai antimikroba, antioksidan, antidiabetes dan antikolesterol.

Anggraeni *et al.* (2018) membandingkan senyawa volatil hasil distilasi dari daun jahe, daun kemangi dan daun sereh wangi, hasilnya adalah daun jahe mengandung senyawa *Eucaliptol*, *Camphene*, dan *Geraniol*. Daun kemangi mengandung senyawa volatil *Geraniol*, *Sulcatone* dan *Bisabolene* sedangkan daun sereh wangi didominasi oleh senyawa *Citronella*, *Caryophyllene* dan *Geranyl Isobutyrate*. Ketiga jenis daun tersebut memiliki kemampuan repelensi/menolak *Drosophila melanogaster*.

Salembangu (*Melissa sp.*) merupakan tanaman liar yang memiliki aroma pada bagian daun, batang dan bunganya karena tanaman tersebut mampu memproduksi minyak atsiri. Hasil skrining minyak atsiri pada daun salembangu (*Melissa sp.*) menunjukkan berbagai jenis senyawa volatil di antaranya *curcumin*, *zingerone*, *quinoline*, *beta-sesquiphellandrene*, *1,8-cineole*, dan *beta-Bisabolene*. Pada bagian batang salembangu, senyawa kimia yang paling dominan yaitu *Zingerone*, *4-Terpineol*, *trans-caryophyllene*, *trans-6-shogaol*, *eugenol* dan *nortrachelogenin*. Sedangkan pada bagian bunga salembangu, senyawa volatil yang berhasil teridentifikasi yaitu *syringol* dan *zingerone*. Dari hasil penapisan senyawa pada bagian batang, daun dan bunga tanaman Salembangu (*Melissa sp.*) menunjukkan bahwa senyawa yang terdapat pada organ tanaman Salembangu (*Melissa sp.*) yaitu *Zingerone* yang menunjukkan senyawa inilah yang memberikan aroma khas pada tanaman salembangu (Nurhaen *et al.*, 2016).

Tanaman aren menjadi salah satu jenis tanaman palma yang dimanfaatkan dalam industri pangan. Nira aren merupakan bahan baku utama dalam proses produksi gula aren. Nira aren sering dijadikan bahan karena memiliki keunggulan yaitu memiliki aroma yang khas. Gula aren mengandung senyawa volatil. Hasil penapisan menunjukkan bahwa secara keseluruhan terdapat sekitar 24 jenis senyawa volatil dengan jumlah konsentrasi 40.1314 ppm. Senyawa volatile yang dominan pada gula aren yaitu *pirazin*, *asam asetat* dan *furan* sehingga menjadikan *pirazin* merupakan senyawa volatil utama pada gula aren. Senyawa volatil pada gula aren terdiri atas 8 golongan di antaranya alkohol, nitrogen, asam, aldehyd, furan dan fenol (Barlina, 2015).

### SENYAWA VOLATIL SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI

Tumbuhan melepaskan metabolit sekunder volatil yang diterima oleh serangga sebagai sinyal petunjuk mengenai lokasi sumber makanan, pasangan ataupun musuh alaminya. Berdasarkan petunjuk senyawa volatil serangga dapat dengan mudah

mengenali tumbuhan inang dan selanjutnya bagi serangga dalam penentuan tumbuhan inang adalah nilai nutrisi yang dikandung tumbuhan apakah sesuai kebutuhan serangga atau tidak, jika komponen nutrisi memenuhi kebutuhannya maka serangga akan memutuskan untuk menjadikannya sebagai tumbuhan inang. Komposisi nutrisi pada tumbuhan yang berfungsi sebagai stimulan makan bagi serangga dikenal dengan *phagostimulant*, biasanya berupa sukrosa, glukosa, asam amino, dan lipid (Lohaus & Schwerdtfeger, 2014).

Senyawa volatil dapat menghasilkan aroma yang sifatnya mudah menguap. Aroma inilah yang mampu memengaruhi perilaku hewan. Ada dua jenis pendekatan yang dapat dilakukan dalam pengontrolan hama serangga menggunakan senyawa volatil yaitu atraktan untuk menarik serangga target sehingga dapat meminimalisir gangguan hama serangga pada tanaman inang, pendekatan yang kedua adalah penolak (*repellent*) yakni aroma volatil mampu menahan pergerakan serangga sehingga tidak mendekati tanaman inang.

Perilaku serangga *fitophagus* dalam memilih tumbuhan inang melibatkan serangkaian proses sinyaling antara senyawa organik volatil tanaman dengan sistem sensor serangga. Deteksi metabolit tumbuhan oleh serangga terjadi melalui respon beragam organ reseptor: olfaktori, gustatori, taktil, dan visual (Lunau, 2000). Neuron reseptor olfaktori adalah reseptor yang bertanggung jawab menerima sinyal dari senyawa volatil yang diemisikan oleh tanaman. Sinyal tersebut kemudian diproses dan diinterpretasi oleh kombinasi beberapa reseptor yang kemudian memengaruhi keputusan serangga dalam pemilihan sumber makanan, tempat peletakan telur, serta tempat pertumbuhan dan perkembangan serangga (Karpati *et al.*, 2013).

Senyawa metabolit volatil tumbuhan dapat berperan sebagai atraktan, repelen maupun deteren bagi serangga yang kemudian memengaruhi aktivitas *foraging* dan reproduksi serangga. Umumnya metabolit sekunder yang berperan sebagai atraktan bagi serangga adalah senyawa kelompok terpenoid. Pada bunga kelapa sawit senyawa volatil *Estragol* berperan

sebagai atraktan bagi serangga pollinator *Elaidobius kamerunicus* (Anggraeni *et al.*, 2013).

Pada larva penggerek batang bergaris yang menggunakan senyawa volatil untuk menemukan tanaman padi aromatik bahkan larva ini dapat mendeteksi senyawa aromatik dari jarak jauh (Mardiah & Sudarmadji, 2012). Penelitian mengenai potensi volatil sebagai agen pengendali hayati dilakukan dengan mengidentifikasi senyawa volatil pada tanaman padi fase bunting dan matang susu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tanaman fase bunting terdapat 54 senyawa volatil sedangkan pada fase matang susu terdapat 47 senyawa volatil dengan aroma di antaranya *sweet, green, butterfly, fruity, fatty, beany* dan *pungent sour*. Tanaman padi fase bunting dan matang susu sangat disukai oleh tikus sawah. Hal inilah yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai umpan bagi tikus sawah dengan dibuat umpan yang berasal dari senyawa volatil yang dapat dijadikan sebagai teknologi pengendalian hama secara alami.

Wonorahajrdo *et al.* (2015) menunjukkan bahwa senyawa volatil dapat berpotensi sebagai atraktan (agen pengendali hayati) *Anagrus nilaparvatae* dengan melakukan isolasi senyawa volatil pada batang padi yang terinfeksi telur WBC (Wereng Batang Cokelat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 16 komponen senyawa volatil pada tanaman padi yang terinfeksi telur WBC yang terdiri dari *2-Pentanon, 4-hidroksi-4-metil, asam heksanadioat, dan dioktil ester*. *Anagrus nilaparvatae* memberikan respon positif terhadap ekstrak padi yang terinfeksi telur WBC sehingga berpotensi sebagai atraktan (pengendali hayati) *Anagrus nilaparvatae* yang sifatnya alami dan ramah lingkungan.

Saat ini ada banyak penelitian yang mengkaji potensi metabolit sekunder tumbuhan di Indonesia sebagai pengendali hama namun penelitian-penelitian tersebut masih banyak yang tidak berkesinambungan hingga menghasilkan produk siap pakai. Hal ini diduga karena masih minimnya kemitraan antara universitas dan lembaga riset dengan pihak industri, dan terbatasnya pendanaan riset

sehingga banyak riset yang bersifat kajian dasar (hulu).

## KESIMPULAN

Senyawa volatil yang dilepaskan dari tumbuhan berasal dari berbagai organ yaitu: batang, bunga dan daun. Kelompok senyawa volatil berupa terpenoid, alkaloid, tannin, steroid, Benzen dan derivat asam lemak. Jenis senyawa volatil yang potensial untuk pengendalian hama alami masih perlu studi lanjut yang lebih intensif untuk menghasilkan produk yang siap pakai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiyasa, IWP., Wartini NM., dan Yoga IWGS. 2014. Karakteristik minyak atsiri daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) hasil perlakuan lama curing dan lama ekstraksi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. vol 2(2): 77-86.
- Anggraeni, T., Nisrine, N., Barlian, A., dan Sumarsono, SH. 2018. Repellency of some essential oils against *Drosophila melanogaster*, vector for bacterium blood disease in banana plantation. *Journal of Entomology*. vol 15(3): 125-134. doi: 10.3923/je.2018.125.134.
- Anggraeni, T., Rahayu, S., Ahmad, I., Esyanti, RR., and Putra, RE. 2013. Resources partitioning and different foraging behavior is the basis for the coexistence of *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) flower. *Journal of Entomology and Nematology*. vol 5(August): 59-63. doi: 10.5897/JEN12.008.
- Aziz T., Cindo R., dan Fresca A. 2009. Pengaruh pelarut heksana dan etanol, volume pelarut, dan waktu ekstraksi terhadap hasil ekstraksi minyak kopi. *Jurnal Teknik Kimia*. vol 1(1): 1-8.
- Barlina, R. 2015. Pengaruh penyaringan nira terhadap senyawa volatil gula aren. *Buletin Palma*. vol 16(1): 32-39.
- Coparso, N., Whitworth MB., Cui C., and Fisk ID. 2018. Variability of single bean coffee volatile compounds of arabica and robusta roasted coffees analyzed by SPME-GC-MS. *Food Research International*. vol 108: 628-640. doi: 10.1016/j.foodres.2018.03.077.
- Elsera T., Jumali., dan Kusbiantoro B. 2014. Karakteristik flavor beras varietas padi aromatik dari ketinggian lokasi yang berbeda. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. vol 33(1): 27-35. doi: 10.21082/jpntp.v33n1.2014.p27-35.
- Gurudeeban S., Ramanathan T., and Satyavani K. 2011. Characterization of volatile compounds from bitter apple (*Citrullus colocynthis*) using GC-MS. *International Journal of Chemical and Analytical Science*. vol 2(8): 108-110.
- Indriyanti, DR. 2011. Identifikasi senyawa volatil dalam olahan limbah kakao sebagai potensi atraktan *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). *Jurnal Sains dan Teknologi*. vol 9(1): 11-20. doi: 10.15294/saintekno.v9i1.5520.
- Kadir, S., Darmadji, P., Hidayat, C., dan Supriyadi, S. 2010. fraksinasi dan identifikasi senyawa volatil pada asap cair tempurung kelapa hibrida. *Agritech*. vol 30(2): 57-67. doi: 10.22146/agritech.9674.
- Li, Y., Ma, H., Wan, Y., Li, T., Liu, X., Sun, Z., and Li, Z. Volatile organic compounds emissions from *Luculia pinceana* flower and its changes at different stages of flower development. *Molecules*. vol 21: 1-10. doi: 10.3390/molecules21040531.
- Lunau, K. 2000. The Ecology and Evolution of Visual Pollen Signals. *Plant Systematic and Evolution*. vol 222: 89-111.
- Mardiah Z., Suhartini., dan Kusbiantoro B. 2-Acetyl-1-Pyrroline: Senyawa volatil penting pada beras aromatik. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi*. vol 3: 1-15.
- Masriany, M., Esyanti, RR., Dwivany, FM and Anggraeni, T. 2020. Banana flower-insect interaction: alpha-pinene as potential attractant for the insect vector of banana blood disease. *HAYATI Journal of Biosciences*. vol 27(1): 9-15. doi: 10.4308/hjb.27.1.8.
- Meutia, YR., Wardayanie, NIA., Rienoviar., Mahardini T., and Wirawan, I. 2015. Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap komponen volatil yang terlibat pada ekstraksi andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *Journal of Agro-based Industry*. vol 32(1): 9-15. doi: 10.32765/warta%20ihp.v32i01.2629.
- Nurhaeni., Winarsii, D., dan Ridhayu A. 2016. Isolasi dan identifikasi komponen kimia minyak atsiri dari daun, batang dan bunga tumbuhan salembangu (*Melissa* sp.). *Online Journal of Natural Science*. vol 5(2): 149-157.
- Nurjaya dan Maulida, N. 2018. Tingkat kesukaan konsumen pada atribut beras pandanwangi murni Cianjur. *Jurnal Agroscience*. vol 8(1): 1-15.
- Prodhan, HZ., Faruq, G., Rashid AK., and Taha, RM. 2017. Effects of temperature on volatile profile and aroma quality in rice. *International Journal of Agriculture & Biology*. vol 9(5): 1065-1072. doi: 10.17957/IJAB/15.0385.
- Sampebara, AL. 2019. Identifikasi senyawa volatil dalam ekstrak metanol biji kakao non fermentasi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. vol 78(4): 543-550.
- Setyaningsih, W., Majchrzak, T., Dymerski, T., Namiensnik, J., and Palma, M. 2019. Key-Marker volatile compounds in aromatic rice (*Oryza sativa*) grains: An HS-SPME extraction method

- combined with GC x GC-TOFMS. *Molecules*. vol 24: 1-15. doi: 10.3390/molecules24224180.
- Shantinie, A., Diip KR., and Raveendran M. 2019. Comparative profiling of volatile compounds in the grains of rice varieties differing in their aroma. *Electronic Journal of Plant Breeding*. vol 10(2): 614-619. doi: 10.5958/0975-928X.2019.00077.2
- Silasahi, M. 2018. *Pandanus amaryllifolius* Roxb (Pemanfaatan dan potensinya sebagai pengawet makanan). *Jurnal Pro-Life*. vol 5(3): 626-636. doi: 10.33541/pro-life.v5i3.842.
- Sudarmaji dan Mardiah, Z. 2012. Identifikasi komponen volatil tanaman padi fase bunting dan matang susu sebagai pakan alami yang disukai tikus sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. vol 31(2): 100-107. doi: 10.21082/jpntp.v31n2.2012.p%25p.
- Wartini, NM., Ina, PT., dan Putra, GPG. 2010. Perbedaan kandungan senyawa volatil daun salam (*Eugenia polyantha* Wight) pada beberapa proses curing. *Jurnal Agritech*. vol 30(4): 231-236. doi: 10.22146/agritech.9713.
- Wonorahardjo, S., Nurindah, Sunarto, DA., Sujak., dan Zakia, N. 2015. Analisis senyawa volatil dari ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai atraktan parasitoid telur wereng batang coklat *Anagrus nilaparvatae* (Pang Et Wang) (Hymenoptera: Mymaridae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. vol 12(1): 48-57.