

ESSENSIAL OIL PADA *Alpinia galanga* (L.) WILLD. DAN PEMANFAATANNYA

Marina Silalahi*

Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

*marina_biouki@yahoo.com

Abstract

Alpinia galanga (L.) Willd., or lengkuas is native plant in Indonesia, which is used as medicine and spices. The use of plants as medicine and spices relates to its compounds of secondary metabolites especially the essential oil. This article aims to explain the uses and essential oil of *Alpinia galanga*. This article is based on literature offline and online media. Offline literature used the books, whereas online media used Web, Scopus, Pubmed, and scientific journals. Based on a study of ethnobotany galangal used as medicine, spices and insecticide. *Alpinia galanga* have 167 types of essential oils are 110 types in leaves, 108 types in stem, 107 types in rhizomes, and 108 types in root (Jirofetz et al. 2003). Essential oils of *Alpinia galanga* have biological activities as inhibit the growth of microbes that cause damage to the food and inhibit free radicals, so that to be potential as a natural food preservative and as an antioxidant.

Keywords: *Alpinia galanga*, essential oil, antioksidan, dan antimikroba.

PENDAHULUAN

Alpinia galanga (L.) Willd. atau yang lebih dikenal dengan nama lengkuas merupakan tanaman yang mudah ditemukan di Indonesia. Lengkuas merupakan salah satu spesies yang masuk dalam famili Zingiberaceae. Oleh masyarakat Indonesia, *Alpinia galanga* memiliki nama lokal *laos* (Jawa), *laja* (Sunda), dan *kelawas* (Karo). Asal usul dari *A. galanga* tidak diketahui dengan pasti, namun telah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat di China bagian Selatan, pulau Jawa, dan Sumatera. Saat ini lengkuas telah dibudidayakan di berbagai negara di Asia seperti Bangladesh, India, China, dan Surinan.

Masyarakat lokal Indonesia, memanfaatkan lengkuas untuk berbagai tujuan seperti sebagai bumbu masak dan bahan obat. Berbagai masakan lokal Indonesia memanfaatkan lengkuas sebagai salah satu komponen utama dalam bumbu seperti arsik (gulai ikan mas etnis Batak) (Purba, 2015), ayam goreng, gulai, maupun masakan lainnya.

Makanan yang diberi lengkuas memiliki rasa pedas seperti lada (*Piper nigrum*) dan jahe (*Zingiber officinale*) (de Guzman dan Simeonsma, 1999). Selain itu, penambahan lengkuas sebagai pada makanan akan menambah cita rasa maupun untuk daya simpan makanan menjadi lebih lama.

Sebagai bahan obat lengkuas dimanfaatkan sebagai obat kulit (Silalahi et al., 2015a) dan bahan oukup (Silalahi et al., 2015b). Kemampuan lengkuas untuk mengawetkan makanan maupun sebagai obat berhubungan dengan komponen metabolit sekunder yang khususnya *essensial oil* (de Guzman dan Simeonsma, 1999). Abdullah et al (2015) menyatakan bahwa 1,8-cineol merupakan senyawa utama penanda pada genus *Alpinia* dan memiliki bioaktifitas yang sangat kuat. Hingga saat ini tulisan yang mengungkapkan hubungan *essensial oil* dengan pemanfaatan lengkuas sebagai bumbu masak maupun obat sangat terbatas. Artikel ini bertujuan untuk mengungkapkan kandungan

essensial oil pada *A. galanga* dan perannya sebagai obat maupun bumbu masakan.

METODE PENELITIAN

Tulisan ini didasarkan pada kajian literatur baik secara *online* dan *offline*. *Offline* didasarkan pada berbagai buku literatur seperti *Plants Resources of South East Asian* (PROSEA) 13 dan buku lainnya. *Media online* didasarkan pada Web, Scopus, Pubmed, dan media *on-line* yang digunakan untuk publikasi dari berbagai *Scientific journals*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lengkuas (*Alpinia galanga*)

Alpinia galanga merupakan salah satu spesies dari Famili Zingiberaceae. Genus *Alpinia* diperkirakan memiliki sekitar 250 species yang sebagian besar terdistribusi di China, India, India Timur, dan Polynesia (Lemmon dan Sherman, 1964). *Alpinia galanga* (L.) Willd memiliki nama sinonim *Maranta galanga* L (1762), *Languas vulgare* Koenig (1783), *Amomum galanga* (L.) Lour. (1790), *Languas galanga* (L.) Stuntz (1912) (de Guzman dan Simeonsma, 1999). Oleh masyarakat Indonesia, *Alpinia galanga* memiliki nama lokal antara lain: laos (Jawa), laja (Sunda), kelawas (Karo), halaos (Toba). Asal usul dari *A. galanga* tidak diketahui dengan pasti, namun telah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat di China bagian Selatan dan masyarakat di pulau Jawa maupun Sumatera.

Alpinia galanga merupakan tumbuhan herba menahun (perennial) dengan tinggi dapat mencapai hingga 3,5 m. Rhizoma terdapat di bawah permukaan tanah merayap dan memiliki

banyak percabangan, bertekstur keras, berserat, dan mengkilat dengan ukuran 2-4 cm bewarna merah terang atau kuning pucat (Gambar 1). Batang semu tegak yang dibentuk dari pelepah daun. Tata letak daunnya alternate, memiliki ligula dengan panjang tangkai daun 1-1,5 cm dan helaian daun berbentuk lanset. Pembungaan bersifat terminal yang tersusun secara rasemosa dan menghasilkan aroma. Pembiakan biasanya dilakukan dengan rhizoma (de Guzman dan Siemonsma, 1999).

Alpinia galanga banyak digunakan sebagai bumbu masak (spices), yang menghasilkan rasa pedas seperti lada (*Piper nigrum*) dan jahe (*Zingiber officinale*) serta aroma yang khas. Sebagai bumbu masak bagian yang dimanfaatkan adalah bagian rimpang atau rhizoma yang telah tua. Berbagai masakan memanfaatkan rhizoma *A. galanga* sebagai komponen utama maupun sebagai komponen tambahan seperti ayam goreng,



Gambar 1. *Alpinia galanga* 1. Rhizoma; 2. Taruk (shoot) dengan pembungaan (de Guzman and Siemonsma, 1999).

rendang, gulai dan kari. Selain rhizoma ternyata oleh bergai etnis di Asia Selatan memanfaatkan bunga sebagai bumbu masakan.

Penambahan *A. galanga* pada makanan mengakibatkan makanan memiliki aroma khas dan daya simpan yang lebih lama atau makanan lebih awet. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Alpinia galanga* memiliki potensi yang kuat untuk dimanfaatkan sebagai pengawet makanan alami sehingga lebih aman untuk dikonsumsi. Dasar utama pemanfaatan tumbuhan dalam pengawetan makanan adanya senyawa dari tumbuhan yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba yang mengakibatkan pembusukan pada makanan. *Essensial oil* pada tumbuhan mampu merusak membran dalam dan luar sel dari mikroba (Onmetta-aree *et al.*, 2006) termasuk di dalamnya mikroba yang mengakibatkan kerusakan makanan maupun mikroba yang mengakibatkan berbagai penyakit.

Selain sebagai bumbu masak lengkuas juga banyak digunakan sebagai obat tradisional seperti untuk mengobati penyakit kulit (Silalahi *et al.*, 2015a), karminatif, gangguan lambung, (Pornpimon dan Devahastin 2008), aprodisiak, anti ulcer (Akhtar *et al.*, 2010), ramuan ibu pasca melahirkan (Silalahi *et al.*, 2015b). Sebagai bahan obat dimanfaatkan bagian daun maupun bagian rhizoma. Berdasarkan bioessay *A. galanga* juga dapat menunjukkan aktivitas sebagai anthelmintic, anti-inflammatory (Akhtar *et al.*, 2010), anti plasmodium (Pornpimon dan Devahastin, 2008), anti bakteri (Akhtar *et al.*, 2010; Pornpimon dan Devahastin, 2008).

Essensial Oil

Biosintesis dan jenis *Essensial oil*

Metabolit sekunder yang diproduksi tumbuhan merupakan hasil dari metabolisme sekunder. Dalam proses metabolisme sekunder memanfaatkan senyawa antara yang dihasilkan dari proses metabolisme primer. *Essensial oil* dalam tumbuhan merupakan bagian dari kelompok senyawa terpenoid. Menurut Harborne, terpen adalah suatu senyawa kimia yang tersusun oleh molekul isopren $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ dan kerangka karbonnya dibangun oleh penyambungan dua atau lebih satuan unit C_5 (Harborne, 1987). Unit tersebut kemudian menjadi dasar dalam pengelompokan terpenoid.

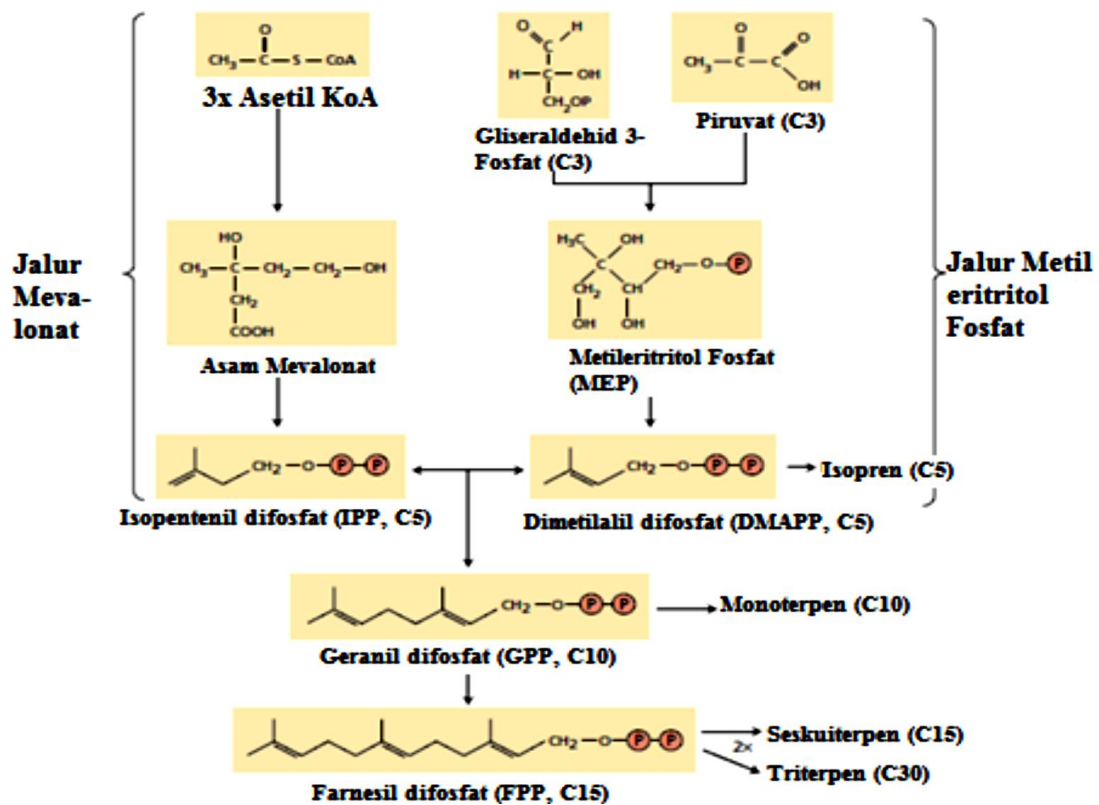
Terpenoid terbagi atas monoterpenoid, sesquiterpenoid, diterpenoid, triterpenoid, tetraterpenoid dan politerpenoid yang masing-masing terdiri atas 10, 15, 20, 30, 40 dan lebih dari 40 atom karbon. Masing-masing dari senyawa tersebut memiliki sifat penguapan yang berbeda, yakni monoterpen dan sesquiterpen yang mudah menguap, diterpen yang kurang menguap, serta triterpen dan sterol yang tidak menguap (Zulak dan Bohlmann, 2010).

Taiz dan Zeiger (2006) menyatakan untuk pembentukan *essensial oil* pada tumbuhan dibutuhkan senyawa antara hasil dari pemecahan glukosa yaitu asetil KoA, Gliseraldehida 3-fosfat dan asam piruvat. Asetil KoA melalui jalur asam mevalonat akan membentuk isopentenil difosfat (IPP), sedangkan gliseraldehida 3 fosfat dan asam piruvat melalui jalur metil eritritol fosfat akan

membentuk dimetilalil difosfat (DMAPP). Isopentenil difosfat (IPP) dan isomernya, dimetilalil difosfat (DMAPP), merupakan senyawa 5 karbon yang telah teraktivasi untuk bergabung dan membentuk senyawa terpen yang lebih besar (Aharoni *et al.*, 2006; Taiz dan Zeiger, 2006).

Pertama, IPP dan DPP bergabung membentuk geranil difosfat (GPP senyawa 10 karbon) yang merupakan prekursor bagi sebagian besar monoterpenoid (Taiz dan Zeiger, 2006; Lange dan Turner, 2013). GPP kemudian dapat bergabung dengan molekul IPP lain sehingga membentuk senyawa dengan 15 atom karbon bernama farnesil difosfat (FPP), yang merupakan prekursor dari hampir semua sesquiterpenoid (Taiz dan Zeiger, 2006; Zulak dan Bohlmann, 2010) (Gambar 2).

Jumlah dan jenis *essential oil* yang terdapat pada *A. galanga* bervariasi. Ditemukan sebanyak 167 *essential oil* pada *A. galanga* (Silalahi and Nisyawati 2016 in press) yang tersebar dalam 110 jenis *essential oil* di daun, 108 jenis di batang, 107 jenis di rhizoma dan 108 jenis di akar (Zirofetz *et al.*, 2003). Hal tersebut menunjukkan bahwa berbagai jenis *essential oil* yang sama ditemukan di berbagai organ, namun konsentrasinya bervariasi antara satu organ dengan organ lainnya. Essential oil *A. galanga* yang paling banyak ditemukan di daun adalah 1,8-cineole (28.3%), camphor (15.6%), β -pinene (5.0%), (*E*)-methyl cinnamate (4.6%), bornyl acetate (4.3%) dan guaiol



Gambar 2. Jalur Sintesis monoterpenoid dan sesquiterpenoid (Taiz dan Zeiger 2006)

(3.5%). Jenis essential oil yang banyak ditemukan di batang 1,8-cineole (31.1%), camphor (11.0%), (*E*)-methyl cinnamate (7.4%), guaiol (4.9%), bornyl acetate (3.6%), β -pinene (3.3%) dan α -terpineol (3.3%). 1,8-cineole (28.4%), α -fenchyl acetate (18.4%), camphor (7.7%),

(*E*)-methyl cinnamate (4.2%) dan guaiol (3.3%) merupakan *essential oil* utama yang banyak ditemukan di rhizoma. Akar *A. galanga* mengandung *essential oil* utama yaitu contains α -fenchyl acetate (40.9%), 1,8-cineole (9.4%), borneol (6.3%), bornyl acetate (5.4%) dan elemol (3.1%) (Jirovetz et al. 2003).

Perbedaan komponen utama *essential oil* yang terdapat pada berbagai organ mengakibatkan aroma khas dari setiap organ berbeda. Jirovetz *et al.* (2003) menyatakan bahwa aroma yang *essential oil* khas pada daun dan batang *Alpinia galanga* memiliki aroma yang kuat seperti eucalyptus, pinene, dan camphor sehingga dipakai dalam pengobatan herbal, sedangkan rhizoma memiliki aroma khas eucalyptus dan camphor sehingga digunakan sebagai herbal maupun bumbu masak, sedangkan akar memiliki aroma yang khas camphoraceous, eucalyptol and borneol sehingga dipakai sebagai bumbu masak (Jirovetz *et al.* 2003).

Sedikitnya ditemukan sebanyak 167 jenis *essential oil* yang ditemukan pada

berbagai organ *A. galanga*. Berikut ini merupakan berbagai *essential oil* yang terdapat pada *Alpinia galanga*: β -Pinene^(1,2,3,4), α -Pinene, α -Terpineol^(1,2,3), Camphene, Fenchene, α -Phellandrene, γ -Terpinene, Linalool, Fenchol, Borneol, Geraniol, Myrtenol^(1,2), Camphor^(1,2,4), 1,8-Cineole^(1,4), β -Farnesene^(1,5), Terpinen-4-ol^(1,3), β -Terpinen, 2,4(8)-*p*-Menthadiene, 2-Isopropyltoluene, Eucalyptol, 1-Methyl-3-(1'-methylcyclopropyl) cyclopentene, 2,2-Dimethylheptane, Undecane, Linalool, 2-Methyloctane, Camphene hydrate, 4-Carvomenthenol, (+)-Sabinol, Fenchyl acetate, Citronellyl formate, Benzylacetone, *p*-Menth-1-en-3-one, 1-Bornyl acetate, Thymyl acetate, Benzalacetone, Nerol acetate, Caryophyllene, α -Caryophyllene, Methyl isoeugenol, Dihydro-cis- α -copaene-8-ol, Aciphyllene, 2-Methyl-decane, 3,7,11-Trimethyl-3-hydroxy-6,10-dodecadien-1-yl acetate, 1-Methylene-2*b*-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4*b*-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane, 2-(1,1-Dimethylethyl)-6-(1-ethylethyl) phenol, 1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane, ethyltrans-2-phenyl-1-cyclopropanecarboxylate, Bicyclo[6.1.0] non-1-ene, 3,5-Dimethyl-4-octanone, 2-Methyl-3-(3-methylbut-2-enyl)-2-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane, Bornylane, Scytalone, 3-Ethyl-3-methyl-

decane, 9-Oxononanoic acid, 2-(Fench-2-yl)fenchane ⁽²⁾, Ethyl acetate, (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Hexenol, Hexanol, Methyl isobutyl ketone, α -Thujene, Tricyclene, 1-Octen-3-ol, Sabinene, Myrcene, δ -3-Carene, α -Terpinene, *p*-Cymene, Limonene, β -Phellandrene, Benzyl alcohol, (*Z*)- β -Ocimene, (*E*)- β -Ocimene, *trans*-Sabinene hydrate, *cis*-Linalool oxide, *trans*-Linalool oxide, Fenchone, α -*p*-Dimethyl styrene, Terpinolene, *cis*-Sabinene hydrate, α -Fenchol, Phenylethyl alcohol, Nonanal, *cis-p*-Menth-2-en-1-ol, β -Thujone, *trans*-Pinocarveol, β -Terpineol, Isoborneol, Isopulegol, *p*-Cymen-8-ol, Myrtenal, Verbenone, *trans*-Carveol, α -Fenchyl acetate, *cis*-Carveol, Carvone, Pulegone, Linalyl acetate, Isopulegyl acetate, *cis*-Sabinyl acetate, 2-Hydroxy-1,8-cineole, Isobornyl acetate, Bornyl acetate, Terpinen-4-yl acetate, pinocarvone, (*Z*)-Methyl cinnamate, Eugenol, (*E*)-Methyl cinnamate, α -Cubebene, α -Copaene, β -Patchoulene, β -Bourbonene, β -Elemene, α -Gurjunene, β -Caryophyllene, β -Gurjunene, α -Bergamotene, (*E*)- β -Farnesene, α -Guaiene, Alloaromadendrene, α -Humulene, Germacrene D, *Ar*-Curcumene, β -Selinene, Viridiflorene, γ -Muuroleone, Valencene, α -Muuroleone, α -Selinene, γ -Elemene, β -Bisabolene, γ -Cadinene, σ -Cadinene, Elemol, (*E*)-Nerolidol, β -Chamigrene,

Carotol, Spathulenol, Caryophyllene oxide, Globulol, Ledol, Viridiflorol, Cubenol, Cuaiol, γ -Eudesmol, Cadinol, Muurolol, α -Cadinol, β -Eudesmol, α -Bisabolol, β -Bisabolol, α -Eudesmol, (*Z*)- α -Bergamotol, (*Z,E*)-Farnesol, (*E,E*)-Farnesol, Nootketone⁽¹⁾, *trans*-Caryophyllene, Zingiberene⁽⁵⁾, Methyl Eugenol, Eugenol acetate, Chavicol (4-allylphenol), Chavicol acetate⁽⁶⁾.

(¹Jirovetz *et al.*, 2003; ²Wu *et al.*, 2014; ³Raina *et al.*, 2014; ⁴Raina *et al.*, 2002; ⁵Phanthonga *et al.*, 2013; ⁶de Potter *et al.*, 1995)

Manfaat Essensial Oil

Essensial oil merupakan senyawa dari kelompok mono dan seskuiterpenoid yang memiliki 10 dan 15 atom karbon. *Essensial oil* sering juga disebut sebagai *volatil oil* karena mudah menguap pada suhu kamar sehingga menghasilkan aroma tertentu. Secara empirik terlihat bahwa *essensial oil* dimanfaatkan untuk menghasilkan aroma khas baik dalam makanan maupun dalam terapi. Pemanfaatan *essensial oil* dalam terapi sering disebut sebagai aroma terapi yaitu terapi yang didasarkan pada aroma.

Antioksidan

Saat ini sedang berkembang pemanfaatan bahan alami untuk tujuan pengobatan termasuk sebagai antioksidan. Antioksidan adalah bahan yang dapat menghambat radikal bebas atau mencegah pembentukan radikal bebas (Chan *et al.*,

2007). Dari berbagai laporan senyawa fenolik (Chan *et al.*, 2007) lebih banyak digunakan sebagai antioksidan dibandingkan jenis senyawa lainnya, namun beberapa peneliti juga melaporkan bahwa *essensial oil* juga memiliki kemampuan untuk menghambat radikal bebas. Beberapa *essensial oil* seperti linalool, menthol dan limonene telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan (Kunta *et al.*, 1997).

Pengembangan dan penggalian antioksidan dari bahan alam terus dikembangkan karena dianggap lebih aman, memiliki potensi nutrisi dan memiliki efek yang menyembuhkan. *Essensial oil* sebagai antioksidan yang dapat diperoleh dari berbagai tanaman bumbu masak (spices) (Carrubba dan Calabrese, 1998), termasuk di dalamnya *A. galanga* (Mahae dan Chaiseri, 2009). Mahae dan Chaiseri, (2009) menemukan bahwa ekstrak alkohol dari *essensial oil A. galanga* menunjukkan aktivitas sebagai antioksidan menghambat radikal bebas dengan nilai IC50 essential oil (455.43 mg/ml) lebih tinggi dibandingkan dengan antioksidan komersial.

Methyl eugenol, chavicol, dan eugenol, merupakan jenis *essensial oil* yang berfungsi sebagai antioksidan (Mahae dan Chaiseri 2009). Pemakaian *essensial oil* sebagai antioksidan memiliki

keuntungan dibanding senyawa lainnya karena sekaligus digunakan dalam bumbu masak yang memiliki aroma yang enak. Dorman *et al.* (1995) melaporkan beberapa *essensial oil* yang memiliki sifat sebagai antioksidan: μ -pinene, camphene, sabinene, β -pinene, myrcene, τ -cymene, 1,8-cineole, limonene, γ -terpinene, linalool, borneol, terpinene-4-ol, μ -terpineol, geranyl acetate, methyl eugenol dan β -caryophyllene.

Anti bakteri

Essensial oil dari rhizoma dari *Alpinia galanga* memiliki aktivitas antimikoba (Jantan *et al.*, 2004; De Pooter, 1985; Charles *et al.*, 1999) dan anti bakteri (Wannissorn *et al.*, 2005). Dari berbagai penelitian dijelaskan bahwa bakteri yang dihambat oleh *essensial oil A. galanga* dapat berupa bakteri patogen pada manusia maupun bakteri yang mencemari makanan. *Alpinia galanga* memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan mikroba yang terdapat pada makanan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexneri*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus aureus* (Richard *et al.*, 1990), *S. aureus* (Oonmetta-aree *et al.*, 2006). *Alpinia galanga* mengandung *essensial oil* 1,8-cineole, β -farnesene, trans-caryophyllene, zingiberene menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus*

(Phantong *et al.*, 2013).

Penghambatan pertumbuhan mikroba yang diberi *essential oil* *Alpinia galanga* mengakibatkan kerusakan pada membran dalam, membran luar dan terjadinya koagulasi sitoplasma (Oonmetta-aree *et al.*, 2006). Lebih lanjut dikatakannya bahwa ekstrak *A. galanga* mengakibatkan perubahan pH internal dan denaturasi protein di dalam sel dan juga merusak fungsi membran sitoplasma dari sel *S. aureus* sehingga ion-ion di dalam sel hilang (Oonmetta-aree *et al.*, 2006). Janssen dan Scheffer (1985) melaporkan terpinen-4-ol, merupakan salah satu *essential oil* dari keolompok yang mampu menghambat *Trichophyton mentagrophytes*.

Essensial oil yang terdapat dalam lengkuas mampu menghambat pertumbuhan mikroba yang menyebabkan kerusakan makanan pada makanan laut seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa *essential oil* yang terdapat pada *A. galanga* berpotensi dikembangkan sebagai pengawet makanan alami (Sripur dan Jinda, 2014).

Insektisida

Selain dimanfaatkan sebagai aroma terapi, aroma yang dihasilkan *essential oil*

juga dimanfaatkan sebagai anti insekta. Hal tersebut berhubungan dengan adanya kemampuan *essential oil* yang terdapat pada tumbuhan aromatik sebagai *larvicidal*, *toxic*, *repellent*, *growth inhibiting*, *ovicidal*, *antifeedant*, dan *antioviposition* (Isman, 2006; Rajendran dan Srianjini, 2008). Terpeneol dan eucalyptol menunjukkan kemampuan yang kuat untuk melawan *L. serricornis* (LD50 = 13.3 dan 15.6 µg/adult, secara berurutan) (Wu *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

1. *Alpinia galanga* dimanfaatkan sebagai obat (penyakit kulit, karminatif, gangguan lambung, aprodisiak, anti ulcer, ramuan ibu pasca melahirkan) dan bumbu masak.
2. *Alpinia galanga* memiliki sebanyak 167 jenis *essential oil* yang tersebar pada daun sebanyak 110 jenis, 108 jenis di batang, 107 jenis di rhizoma dan 108 jenis di akar.
3. *Essensial oil* dari *Alpinia galanga* mampu menghambat pertumbuhan mikroba yang mengakibatkan kerusakan makanan dan juga dapat menghambat radikal bebas, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pengawet makanan alami maupun sebagai antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F., Subramanian, P., Ibrahim H., Abdul MSN., Lee. GS., dan Hong, SL. 2015. Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *Alpinia galanga* against asian subterranean termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Science*, 15: 1-7.
- Akhtar P., Ali, M., Sharma, M., Farooqi, F., Mir, S., Yusuf, M., dan Khan NH. 2010 Development of quality standards of *Alpinia galangal* (Linn.) Willd. Rhizome. *Cur Bot*, 1: 04-09.
- Carrubba, A. dan Calabrese, I. 1998. Antioxidant compound in some herbaceous aromatic plants. *Acta Hort*. 457: 85-93.
- Chan, EWC., Lim, YY dan Omar, M. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chem*, 104: 1586-1593.
- Charles, DJ., Simon, JE dan Singh, NK. 1999. The essential oil of *Alpinia Galanaga* Willd. *Journal Essential Oil Research*, 11: 719-723.
- de Guzman, CC dan Siemonsma, JS. 1999. Spices. Plant resources of South-East Asia. Backhuys Publishers, Leiden.
- De Pooter, HL., Omar, MN., Coolsaet, BA dan Schamp, NM. 1985. The essential oil of greater galangal (*Alpinia galanga*) from Malaysia. *Phytochemistry*, 24: 93-96.
- Dorman, HJD., Deans, SG dan Noble, RC. 1995. Evaluation *in vitro* of plant essential oil as natural antioxidant. *Journal Essential Oil Research*, 7: 645-651.
- Harborne, JB. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung.
- Isman, MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, dan repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- Jantan, IB., Ahmad, FB dan Ahmad, AS. 2004. Constituents of the rhizome and seed oil of greater galangal *Alpinia galanga* (L) from Malaysia. *Journal Essential Oil Research*, 16: 174-176.
- Janssen, AM dan Scheffer, JJC. 1985. Acetoxychavicol acetate, an antifungal component of *Alpinia galanga*. *Planta Medica*, 6: 507- 511.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Shafi, MP dan Leela, NK. 2003. Analysis of the essential oil of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from Southern India. *Acta Pharm*, 53: 73-81.
- Lange BM and Turner, GW. 2012. Terpenoid biosynthesis in thricomes-current status ad future opportunities. *Plant Biotechnology Journal*, 11: 2-22.
- Latha, C., Shriram, D., Jahagirdar, S., Dhakephalkar, P dan Rojatkhar, S. 2009. Antiplasmid activity of 1'-acetoxychavicol acetate from *Alpinia galanga* against multi-drug resistant bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 25: 522-525.
- Mahae, N dan Chaiser, S. 2009 Antioxidant activities and antioxidative components in extracts of *Alpinia galanga* (L.) Sw.. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 43: 358-369 .
- Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasalucka, P dan Eumke, G.. 2006. Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT*, 39: 1214-1220.
- Phanthonga, P., Lomarata, P., Chomnawang, MT dan Bunyapraphatsar, N. 2013. Antibacterial activity of essential oil and their active components from Thai spices against foodborne pathogens. *Science Asia*, 39: 472-476.

- Pornpimon, M dan Devahastin, S. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian goosebeery and galangal extracts. *Food Science Technology*, 41:1153-1159.
- Purba, EC. 2015. Etnobotani Masyarakat Etnis Karo di Kecamatan Merdeka Sumatera Utara, [Tesis] Departemen Bilogi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].
- Raina, VK., Srivastava, SK dan Syamasunder, KV. 2002. The essential oil of 'greater galangal' [*Alpinia galanga* (L.) Willd.] from the lower Himalayan region of India. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(5): 358-360.
- Raina, AP., Verma, SK dan Abraham, Z. 2014. Volatile constituents of essential oil isolated from *Alpinia galanga* Willd. (L.) and *A. officinarum* hance rhizomes from North East India. *Journal of Essential Oil Research*, 26(1): 24-28.
- Rajendran S and Srianjini V. 2008. Plant products as fumigants for stored product insects control. *Journal of Stored Products Research*, 44: 126-135
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, EB dan Supriatna, J. 2015a. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia, *Biodiversitas*, 16(1): 44-54.
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, EB., Supriatna, J., dan Mangunwardoyo, W. 2015b. The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal Ethnopharmacology*, 175: 432-443.
- Silalahi, M dan Nisyawati. 2016. Ethnobotanical Study of the Traditional Steam-bathing byBatak Ethnic in North Sumatra, Indonesia, *Brasiliera Journal Pharmacognosy* (in press).
- Sripur, W dan Jinda, N. 2014. Effect of *Alpinia galangal* essential oil on bacteria spoilage. *The 26 th Meeting of the Thai Society for Biotechnology a International Conference. Thailand* : 1-6
- Taiz, L. dan E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland: xxvi + 764 hlm.
- Wu, Y., Wang, Y., Li, ZH., Wang, CF., Wei, JY., Li, XL., Wang, PJ., Zhou, ZF., Du, SS., Huang, DY dan Deng, ZW. 2014. Composition of the essential oil from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne* *Bulletin of Insectology* 67(2): 247-254.
- Wannissorn, B., Jarikasem, S., Siriwangchai, T dan Thubthimthed, S. 2005. Antibacterial properties of essential oil from Thai medicinal plants. *Fitoterapia*, 76: 233-6.
- Zulak, K.G. dan Bohlmann, J. 2010. Terpenoid biosynthesis and specialized vascular cells of conifer defense. *Journal of Integrative Plant Biology*, 52(1): 86-97.