

p ISSN 2302-0903

e ISSN 2579-7557

Volume 5

Nomor 1

Maret 2018

Jurnal *Pro* - Life

**A NEW VARIETY OF *Paphiopedilum barbatum* (ORCHIDACEAE: CYPRIPEDIOIDEAE)
FROM SUMATRA, INDONESIA**

**EFEK ANTIFERTILITAS EKSTRAK AIR BIJI PEPAYA (*Carica papaya* L.) TERHADAP
JUMLAH DAN DIAMETER FOLIKEL de Graaf MENCIT (*Mus musculus*) BETINA**

**STUDI MORFOLOGI BEBERAPA JENIS LAMUN DI PANTAI TIMUR DAN PANTAI
BARAT, CAGAR ALAM PANGANDARAN**

**PEMANFAATAN TUMBUHAN UNTUK BEBERAPA UPACARA ADAT OLEH
MASYARAKAT DESA PANGANDARAN KECAMATAN PANGANDARAN,
KABUPATEN PANGANDARAN**

**ETNOBOTANI *JOKO KAH*A : TRADISI PENYAMBUTAN TAMU PADA MASYARAKAT
DESA BOBANEHENA DI HALMAHERA BARAT, MALUKU UTARA**

***Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe (MANFAAT DAN BIOAKTIVITAS)**

**PEMANFAATAN LIMBAH BIJI DURIAN (*Durio zibethinus* Murr) SEBAGAI BAHAN
BAKU PEMBUATAN TEMPE ALTERNATIF MELALUI PROSES FERMENTASI OLEH
JAMUR *Rhizopus oligosporus***

Penerbit

**Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Kristen Indonesia**

MINYAK ESSENSIAL PADA KEMANGI (*Ocimum basilicum* L.)

Marina Silalahi

Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Corresponding author: marina.silalahi@uki.ac.id, marina_biouki@yahoo.com

Abstract

Ocimum basilicum L. or basil is widely used as a community producing the essential oils. By human the *Ocimum basilicum* has been used as medicine, vegetable, and spices. This article is based on offline and online media literature. Offline literature used the books, dissertations, thesis, whereas online media used Web, Scopus, Pubmed, and scientific journals. The main essential oils in the *Ocimum basilicum* have monoterpenes derivatives (camphor, limonene, 1,8-cineole, linalool, geraniol) and phenylpropanoid derivatives (eugenol, methyleugenol, chavicol, estragole, methyl-cinnamate). The traditional medicine its utilized as a carminative, stomach and antispasmodial, nausea, bloating, and dysentery. Based on its, bioessay have activity as an antioxidant, anti-bacterial, and anti-cancer.

Keywords: *Ocimum basilicum*, essential oils, anti-cancer, and anti-bacterial

PENDAHULUAN

Ocimum merupakan salah satu genus dari famili *Lamiaceae* yang kaya akan minyak esensial. Genus *Ocimum* memiliki lebih dari 150 spesies (Javanmardi *et al.*, 2002; Sajjadi, 2006). Minyak esensial merupakan senyawa yang mudah menguap sehingga menghasilkan aroma khas. Oleh sebab itu, senyawa tersebut banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, dan dalam pengobatan. Beberapa minyak esensial oil yang telah dikomersialkan yaitu geraniol dan lavender.

Ocimum basilicum atau yang dikenal juga sebagai kemangi merupakan salah jenis dari genus *Ocimum* yang banyak digunakan masyarakat sebagai penghasil minyak esensial. Secara empirik di Indonesia, kemangi sangat mudah ditemukan di pekarangan maupun di

lanskap lainnya serta diperdagangkan secara luas di berbagai pasar tradisional dan pasar modern. Dalam kehidupan sehari-hari *O. basilicum* dimanfaatkan sebagai obat, sayur, dan bumbu masak. Oleh masyarakat lokal Indonesia *O. basilicum* dimanfaatkan sebagai lalapan, bahan tambahan pada berbagai masakan seperti pepes, gulai ikan, dan rica-rica (sejenis tumis daging ayam maupun daging lainnya). Makanan yang diberi bahan tambahan *O. basilicum* memiliki aroma khas sehingga meningkatkan selera cita rasa dan mengakibatkan masakan lebih awet.

Dalam pengobatan, *O. basilicum* digunakan dalam aroma terapi maupun untuk mengobati berbagai jenis penyakit. Pengobatan tradisional memanfaatkan *O. basilicum* sebagai obat karminatif, sakit perut, dan anti pasmodial, mual, kembung,

dan disentri (Ozcan dan Chalchat, 2002; Sajjadi, 2006). Etnis Batak di Sumatera Utara, memanfaatkan *O. basilicum* sebagai salah satu komponen atau bahan ramuan *oukup* (Silalahi, 2014). *Oukup* merupakan sauna tradisional etnis Batak Karo yang memanfaatkan tumbuhan yang kaya akan minyak essensial dari famili *Rutaceae* dan *Zingiberaceae*. Minyak essensial dari *O. basilicum* secara tradisional diperoleh dari seluruh bagian yang terdapat di atas tanah meliputi batang, daun, dan bunga melalui proses distilasi (Trevisan *et al.*, 2006). Walaupun demikian, daun segar merupakan bagian yang paling sering dimanfaatkan khususnya dalam bidang kuliner.

Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat maupun sebagai bumbu masak berhubungan dengan kandungan metabolit sekundernya terutama minyak essensial. Berbagai peneliti menyatakan bahwa minyak essensial memiliki berbagai macam bioaktivitas. Tulisan ini membahas lebih *detail* mengenai minyak essensial yang terkandung dalam *O. basilicum* dan bioaktivitasnya.

METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini didasarkan studi literatur yang diperoleh secara *online* maupun *off line*. Artikel *online* berupa jurnal maupun hasil 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* 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

Deskripsi *Ocimum basilicum* (L.)

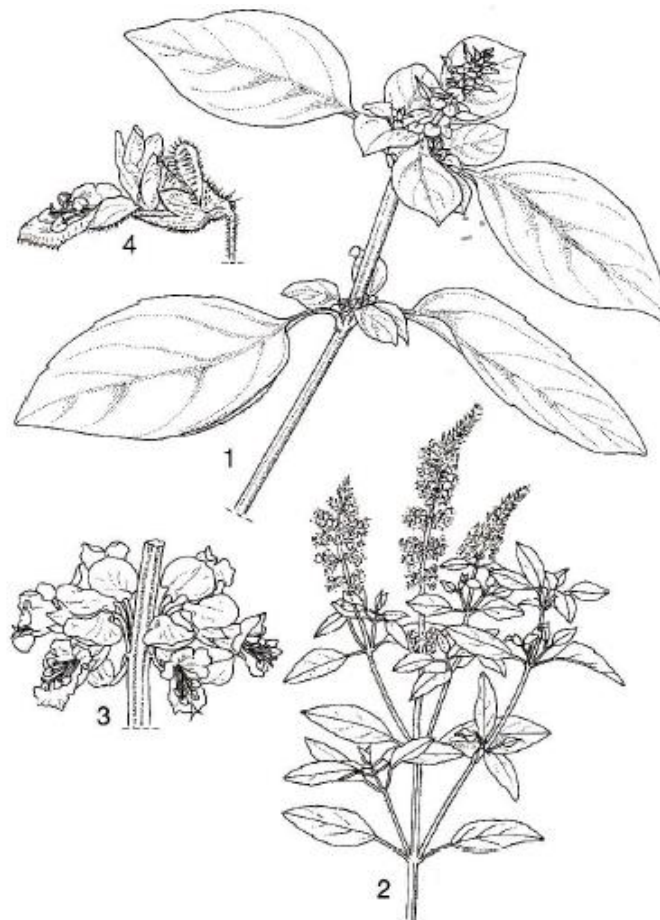
Genus *Ocimum* termasuk dalam famili *Lamiaceae* yang tersebar di daerah tropis dan sub tropis (Asia, Afrika, dan Amerika). Tanaman ini diduga berasal dari India, Afghanistan, Pakistan, India bagian Utara, dan Iran. Namun, saat ini telah dibudidayakan hampir di seluruh dunia (Moghaddam *et al.*, 2011). *Ocimum basilicum* merupakan salah satu spesies dari genus *Ocimum* yang telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat-obatan. Masyarakat Indonesia secara umum mengenal *O. basilicum* dengan nama kemangi dan dianggap bermanfaat secara ekonomi karena telah diperjualbelikan sebagai komoditi ekonomi, baik dalam bentuk segar, simplisia, maupun minyak essensial.

Ocimum basilicum merupakan tanaman annual, tumbuhan asli (*native*) yang berasal dari India dan Asia lainnya, tingginya mencapai 20 - 60 cm, dengan

bunga berwarna putih-ungu (Klimankova *et al.*, 2008). Kemangi merupakan tumbuhan herba menahun, memiliki batang berbentuk segi empat dengan ketebalan hingga mencapai 6 mm. Batang memiliki banyak percabangan, bewarna hijau terang hingga ungu gelap, dan terkadang seperti berkayu. Daun merupakan daun tunggal, berhadapan, dengan panjang tangkai daun 1 – 4,5 cm, berbentuk bulat telur hingga elips. Helaian daun berukuran 1 – 5 cm x

0,5 – 2 cm dengan pinggiran daun rata (de Guzman and Simeonsma, 1999).

Bunga *O. basilicum* memiliki *labiate* (bibir) berwarna putih, merah muda (*rose*) hingga ungu (*violet*). Kalik (kelopak bunga) berbentuk *bilabiate* dan *corolla* (mahkota bunga) memiliki 4 lobus (Moghaddam *et al.*, 2011). Bibir bagian bawah sederhana dengan 4 stamen berbaring di dalamnya (Sajjadi, 2006) (Gambar 1).



Gambar 1. *Ocimum basilicum* L. (1). bunga; (2) taruk (*shoot*); (3). pembungaan (4) flouter (de Guzman dan Simeonsma, 1999).

Genus *Ocimum* memiliki sekitar 64 (Zarlaha *et al.*, 2014) - 200 spesies (Dhiza, 2010) dan *O. basilicum* merupakan jenis yang telah banyak dibudidayakan (Sajjadi, 2006) sebagai penghasil minyak essensial. Said-Al Ahl *et al.* (2015) menyatakan di Mesir dikenal empat varietas kemangi yaitu (*O. basilicum* var. *odoratus*, *O. basilicum* var. *alba*, *O. basilicum* var. *thyrsiflorum*, dan *O. basilicum* var. *purpurascens*). Lebih lanjut Said-Al Ahl *et al.* (2015) menyatakan bahwa ke empat varietas tersebut memiliki kandungan minyak essensial yang berbeda. Sajjadi (2006) menyatakan bahwa di Iran terdapat dua cultivar *O. basilicum* yang disebut dengan *O. basilicum* L. cv. hijau dan *O. basilicum* L. cv. ungu.

Minyak Essensial

Minyak essensial merupakan salah satu jenis metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan yang bernilai secara ekonomi. Tumbuhan memanfaatkan metabolit sekunder sebagai pertahanan terhadap serangan berbagai mikroba, serangga, maupun herbivora lainnya. Jenis metabolit sekunder yang disintesis tumbuhan sangat bervariasi antara satu spesies dengan spesies lainnya, bahkan terkadang dalam spesies yang sama juga terdapat variasi tergantung faktor lingkungan. Berbagai faktor dilaporkan mempengaruhi kandungan metabolit

sekunder yaitu faktor eksternal dan internal. Beberapa faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap kandungan metabolit sekunder antara lain: topografi, cuaca, dan iklim (Zarlaha *et al.*, 2014).

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder dengan menggunakan senyawa antara yang dihasilkan pada berbagai tahapan metabolisme primer seperti pada proses glikolisis. Perbedaan senyawa prekursor maupun proses metabolisme akan mempengaruhi jenis metabolit sekunder yang dihasilkan (Taiz dan Zeinger, 2006). Hal tersebut mengakibatkan banyaknya variasi atau jenis metabolisme yang dihasilkan tumbuhan.

Terpenoid merupakan salah satu metabolit sekunder yang dibangun sub-unit C₅ yang dikenal dengan nama monoterpenoid (C₁₀), seskuiterpenoid (C₁₅), diterpenoid (C₂₀), dan triterpenoid (C₃₀). Monoterpenoid (C₁₀) dan seskuiterpenoid (C₁₅) merupakan senyawa yang mudah menguap atau sebagian besar penyusun minyak essensial atau yang dikenal juga sebagai minyak atsiri. Minyak atsiri adalah campuran senyawa volatil, terbentuk dan diakumulasikan oleh tanaman pada kelenjar rambut dan sel, dan kelenjar minyak (Zarlaha *et al.*, 2014). Minyak essensial bersifat bersifat lipofilik,

larut dalam pelarut alkohol dan lipida (Zarlaha *et al.*, 2014).

Lawrence (1988) menyatakan bahwa essential oil yang terdapat di dalam *O. basilicum* disintesis melalui melalui dua macam jalur biokimia yaitu jalur asam shikimat seperti fenilpropanoid (metil chavicol, eugenol, methyleugenol, dan metil cinnamate) dan jalur asam mevalonat seperti terpen (linalool dan geraniol). *Ocimum basilicum* mengandung hingga 1,5% minyak esensial, yang komposisinya paling banyak adalah linalool dan eugenol (Zarlaha *et al.*, 2014) (Gambar 2). Perbedaan komposisi minyak esensial pada *O. basilicum* yang dibudidayakan di berbagai lokasi geografis menyebabkan klasifikasi kemangi dilakukan berdasarkan kemotipe/ komponen kimia umum (Lawrence, 1992).

Kandungan senyawa kimia atau metabolit sekunder yang terdapat pada *O. basilicum* bervariasi dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Zarlaha *et al.*, 2014) maupun faktor internalnya (Da-Silva *et al.*, 2003). Faktor lingkungan yang mempengaruhi kuantitas dan komposisi minyak atsiri pada kemangi antara lain: kondisi tanah tempat penanaman, perubahan iklim, dan periode pemanenan (Zarlaha *et al.*, 2014), sedangkan faktor internal antara lain variasi kemotipe, warna

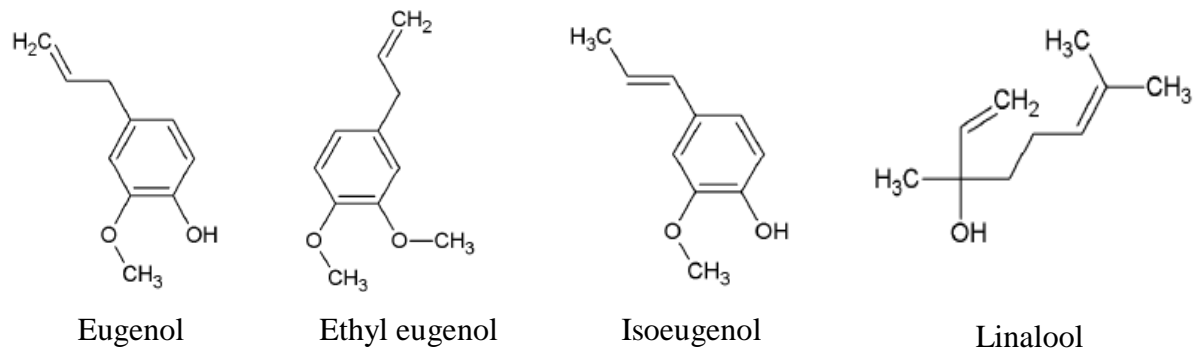
daun dan bunga, aroma dan asal tanaman (Da-Silva *et al.*, 2003).

Sebanyak 75 senyawa diidentifikasi sebagai komponen penyusun minyak esensial dari *O. basilicum* (Beatovic *et al.*, 2015). Komponen utama minyak esensial yang terdapat dalam kemangi antara lain: (-)-linalool, (-)-camphor, α -huulene, eucaliptol, eugenol, (-)-bornyl acetate, methyl chavicol, (-)-trans-caryophyllene, alpha-trans-bergamotene, dan cadinol (Zheljzakov 2008; Dhiza, 2010; Said-Al Ahl dan Mahmoud 2010). Walaupun demikian kandungan essential oil pada kemangi memiliki banyak variasi. Said-Al Ahl *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri *O. basilicum* var. *thyrsiflorum* lebih tinggi dibandingkan dengan *O. basilicum* var. *alba* dan *O. basilicum* var. *purpurascens* dan *O. basilicum* var. *odoratus*, namun kandungan utamanya adalah eugenol (38,36 - 57,79%) dan linalool (27,30 - 39,74%). Konsentrasi eugenol dan linalool pada *O. basilicum* saling berlawanan yaitu ketika konsentrasi eugenol meningkat maka konsentrasi linalool menurun dan sebaliknya (Said-Al Ahl *et al.*, 2015).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi minyak esensial pada kemangi antara lain: nutrisi tanaman, waktu pemanenan dan lama pengeringan. Nutrisi yang sangat mempengaruhi

essential oil terutama unsur makroelemen dan mikroelemen, yang secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi pH tanah. Nitrogen merupakan makroelemen unsur yang secara signifikan mempengaruhi kadar essential oil yang dihasilkan kemangi (Zheljazkov *et al.*, 2008). Konsentrasi linalool dan methylchavicol akan menurun

pada tanah basa (Said-Al Ahl and Mahmoud, 2010). Penambahan mikronutrien seperti seng dan besi pada tanah normal akan menurunkan konsentrasi linalool; sebaliknya terjadi peningkatan kandungan linalool dengan menggunakan perlakuan tanah basa (Said-Al Ahl and Mahmoud, 2010).



Gambar 2. Minyak essential turunan phenolik pada *O. basilicum* (Zarlaha *et al.*, 2014).

Selain faktor makro dan mikronutrien, waktu pemanenan dan lama pengeringan mempengaruhi kadar minyak essential oil. Pemanenan pada pukul 8:00 dan 12:00 memberikan hasil minyak essential yang lebih tinggi. Setelah lima hari pengeringan, konsentrasi linalool meningkat dari 45,18% menjadi 86,80%. *Ocimum basilicum* harus dipanen pada pagi hari dan biomassa dikeringkan pada suhu 40°C selama lima hari untuk mendapatkan linalool minyak esensial yang tinggi (Filho *et al.*, 2006).

Adanya pengaruh sejumlah faktor lingkungan tersebut mengakibatkan jenis minyak essential yang berhasil dilaporkan oleh setiap peneliti bervariasi yaitu sebanyak 30 jenis (Unnithan *et al.*, 2013), 49 jenis (Özcan dan Chalchat, 2002) dan 75 jenis (Beatovic *et al.* 2015). Walaupun demikian, komponen utamanya relatif sama antara lain, metil eugenol, α -cubebene, nerol dan ϵ -muurolene (Özcan dan Chalchat, 2002), kopaene, p-menth-2-en-1-ol, eugenylacetate, bornyl acetate, α -himachalene, rosifoliol dan (2,5%) (Unnithan *et al.*, 2013), metil chavicol,

linalool, epi- α -cadinol (5,9%) dan trans- α -bergamotene (Sajjadi, 2006)

Selain faktor lingkungan, jenis maupun konsentrasi minyak esensial yang terkandung pada kemangi juga dipengaruhi faktor internal terutama varietas. Kandungan utama *essensial oil* pada *O. basilicum* L. cv. ungu adalah metil chavicol (52,4%), linalool (20,1%), epi- α -cadinol (5,9%) dan trans- α -bergamotene (5,2%), sedangkan *O. basilicum* L. cv. hijau memiliki komponen utama antara lain metil chavicol (40,5%), geranial (27,6%), neral (18,5%) dan caryophyllene oxide (5,4%)(Sajjadi, 2006).

Manfaat Minyak Essensial

Ocimum basilicum digunakan sebagai obat, sayur, dan bumbu masak. Sebagai bahan obat tradisional kemangi digunakan sebagai obat karminatif, sakit perut, anti spasmodik, mengobati mual, kembung, dan disentri (Ozcan dan Chalchat, 2002; Sajjadi, 2006). Berbagai bioassaynya *O. basilicum* memiliki berbagai aktivitas di antaranya antioksidan (Beatovic *et al.*, 2015; Potelito *et al.*, 2007), antibakteri (Moghaddam *et al.*, 2011; Unnithan *et al.*, 2013) dan antikanker (Zarlaha *et al.*, 2014).

1. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang menghambat radikal bebas. Senyawa sintesis yang paling banyak digunakan

sebagai antioksidan antara lain: butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA) (Potelito *et al.*, 2007). Senyawa fenolik merupakan senyawa alami yang dihasilkan tumbuhan yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Agatiet *al.*, 2012). Radikal bebas pada tumbuhan umumnya disebabkan oleh paparan sinar ultraviolet (UV) yang terlalu intensif. Oleh sebab itu, tumbuhan mensintesis senyawa fenolik sebagai bentuk pertahanan diri terhadap radikal bebas (Takahashi dan Badger 2011).

Untuk menguji kemampuan suatu senyawa sebagai penangkal radikal bebas digunakan 2,20-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Hasil uji DPPH terhadap minyak esensial dari *O. bailicum* menunjukkan kapasitas antioksidan yang sangat tinggi dengan nilai IC50 = 0,03 $\mu\text{g} / \text{mL}$ (Beatovic *et al.*, 2015). Minyak esensial yang terkandung pada kemangi berupa eugenol, chavicol, linalool dan a-terpineol bersifat sebagai antioksidan (Potelito *et al.*, 2007).

2. Antibakteri

Anti mikroba merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Ekstrak *O. basilicum* mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Moghaddam *et al.*, 2011; Unnithan *et al.* 2013), plasmodium (Sajjadi, 2006), dan

jamur (Beatovic *et al.*, 2015). Kemampuan *O. basilicum* dalam menghambat pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh kultivarnya (Beatovic *et al.*, 2015). Hal tersebut diduga adanya perbedaan kandungan minyak esensial pada setiap kultivar *O. basilicum* (Said-Al Ahl *et al.*, 2015).

Ekstrak kemangi menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) dan bakteri gram positif (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*) (Moghaddam *et al.*, 2011). Walaupun demikian, aktivitas antibakteri terhadap gram positif (*Staphylococcus aureus*) lebih tinggi dibandingkan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) (Unnithan *et al.*, 2013). Hal tersebut berhubungan dengan perbedaan struktur dinding sel bakteri gram positif yang lebih sederhana dibandingkan dengan bakteri gram negatif, yang mengakibatkan minyak esensial sulit menembus dindingnya.

Zona hambat ekstrak *O. basilicum* terhadap berbagai spesies bakteri bervariasi yaitu: *Staphylococcus aureus* (29,20-30,56 mm), *Bacillus cereus* (10,66-16,11 mm), *Escherichia coli* (17,48-23,58 mm) dan untuk *Pseudomonas aeruginosa* lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya. *Minimum inhibitory concentration* (MIC) untuk bakteri gram positif adalah

sebagai: *B. cereus* yang berkisar 36-18 µg/mL, *S. aureus* 18 µg/mL, dan untuk bakteri gram negatif bakteri *E. coli* dan *P. aeruginosa* adalah 18-9 µg/mL (Moghaddam *et al.*, 2011).

3. Antikanker

Kanker merupakan salah satu jenis penyakit yang menyebabkan kematian tertinggi pada manusia. Kanker disebabkan oleh pertumbuhan sel yang tidak terkendali, oleh karena itu senyawa antikanker merupakan senyawa yang dapat menghambat pembelahan sel. Hingga saat ini senyawa antikanker sebagian besar masih diekstrak langsung dari tumbuhan. *Catharanthus roseus* dan *Taxus* sp. merupakan tumbuhan yang telah lama digunakan sebagai antikanker dan bahkan senyawa katarantin dan taxol telah berhasil dipuifikasi.

Beberapa penelitian telah berhasil menunjukkan potensi *O. basilicum* sebagai antikanker. Zarlaha *et al.* (2014) menyatakan bahwa ekstrak etanol dan minyak esensial *O. basilicum*, memiliki aktivitas sebagai antikanker pada empat sel kanker sel manusia yang berbeda yaitu sel kanker serviks adeno karsinoma sel HeLa, sel melanoma manusia FemX, sel myelogenous leukemia K562 kronis, dan sel ovarium manusia SKOV3 secara *in vitro*. Senyawa minyak esensial eugenol, isoeugenol, dan linalool yang diekstrak dari

O. basilicum menunjukkan aktivitas sitotoksik yang signifikan terutama terhadap sel SKOV3. Dalam model silico telah ditunjukkan bahwa isoeugenol secara efektif menghambat aksi enzim siklooksigenase dan lipoxygenase (Zarlaha *et al.*, 2014). Enzim ini merupakan salah satu enzim yang terlibat dalam pembelahan sel.

KESIMPULAN

1. Kandungan minyak esensial utama pada *O. basilicum* berasal dari derivat

monoterpene (camphor, limonene, 1,8-cineole, linalool, geraniol) dan derivat phenylpropanoid (eugenol, methyleugenol, chavicol, estragole, methyl-cinnamate).

2. Pengobatan tradisional memanfaatkan kemangi sebagai obat karminatif, sakit perut dan antispasmodial, mual, kembung, dan disentri.
3. Berdasarkan bioassaynya *O. basilicum* memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antibakteri dan antikanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Agati G, Azarello E, Pollastri S, dan Tattini M. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science* 196: 67-76.
- Beatovic D, Krstic-Milošević D, Trifunovic S, Šiljegovic J, Glamoclija J, Ristic M, dan Jelacic S. 2015. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of twelve *Ocimum basilicum* L. cultivars grown in Serbia *Rec. Nat. Prod.* 9(1): 62-75.
- Da-Silva F, Santos RHS, Diniz ER, Barbosa LCA, Casali VWD, dan De-Lima RR. 2003. Content and composition of basil essential oil at two different hours in the day and two seasons. *Braz. J. Med. Plants* 6(1): 33-38.
- de Guzman CC, dan Siemonsma JS. 1999. *Spices Plant Resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden
- Dzida K. 2010. Biological value and essential oil content in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on calcium fertilization and cultivar. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 9(4): 153-161.
- Filho JLSC, Blank AF, Alves PB, Ehlert PAD, Melo AS, Cavalcanti SCH, Arrigoni-Blank MDF, dan Silva-Mann R. 2006. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 16(1): 24-30.
- Javanmardi J, Khaligi A, Kashi A, Bais HP, dan Vivanco JM. 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in “local accessions and used in traditional medicine in Iran. *J. Agr. Food Chem* 50: 5878-5883.
- Klimankova E, Holadova K, Hajslova J, Cajka T, Poustka J, dan Koudela M. 2008. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry* 107: 464-472.

- Lawrence BM. 1992. Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. In: *Advances in Labiatae Science*. Harley, R.M. and Reynolds, T. (Eds), Royal Botanical Gardens: Kew, UK: 399- 436.
- Lawrence BM. 1988. In: Lawrence B.M., Mookheyee B.D., Willis B.J. (eds): *Developments in Food Sciences, Flavors and Fragrances: a World Perspective*. Elsevier, Amsterdam.
- Moghaddam, AMD, Shayegh J, Mikaili P, dan Shara JD. 2011. Antimicrobial activity of essential oil extract of *Ocimum basilicum* L. leaves on a variety of pathogenic bacteria. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(15): 3453-3456.
- Özcan M, dan Chalchat JC. 2002. Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. *Czech J. Food Sci.* 20: 223–228.
- Politeo O, Jukica M, dan Milosa M. 2007. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil. *Food Chemistry* 101(1): 379–385
- Said-Al Ahl HAH, Meawad AA, Abou-Zeid EN, dan Ali MS. 2015. Evaluation of volatile oil and its chemical constituents of some basil varieties in Egypt. *International Journal of Plant Science and Ecology* 1(3): 103-106.
- Said-Al Ahl HAH. dan Mahmoud AA. 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean Journal of Applied Sciences* 3(1): 97-111.
- Sajjadi SE. 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *Daru* 14(3): 128-130.
- Silalahi M. 2014. The Ethnomedicine of The Medicinal Plants in Sub-ethnic Batak North Sumatra and The Conservation Perspective. [Disertation]. Program Studi Biologi, Program Pasca Sarjana, FMIPA, Universitas Indonesia. [unpublished].
- Taiz L. dan Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland
- Takahashi S. dan Badger MR. 2011. Photoprotection in plants: a new light on photosystem II damage. *Trends in Plant Science* 16(1): 53-60.
- Trevisan MTS, Silva MG, Plundstein B, Spiengelhalder B. dan Owen RW. 2006. Characterization of the volatile pattern and antioxidant capacity of essential oils from different species of Genus *Ocimum*. *J. Agr. Food Chem* 50: 4378-4382.
- Unnithan CR, Dagnaw W, Undrala S. dan Ravi S. 2013. Chemical Composition and Antibacterial activity of Essential oil of *Ocimum basilicum* of Northern Ethiopia *International Research Journal of Biological Sciences* 2(9): 1-4.
- Zheljazkov VD. 2008. Yield and composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum sanctum* L. Grown at four location. *Hortscience* 43(3): 737-741.
- Zarlaha A, Kourkoumelis N, Stanojkovic TP, Kovala-Demertzi D. 2014. Cytotoxic activity of essential oil and extracts of *ocimum basilicum* against human carcinoma cells. Molecular docking study of isoeugenol as a potent cox and lox inhibitor. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 9(3): 907-917.