

***Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld: Manfaat dan Metabolit Sekundernya**

Marina Silalahi*

Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

*e-mail: marina_biouki@yahoo.com

Abstract

Boesenbergia rotunda (L.). Mansfeld, or temu kunci is native plant in Indonesia, which is used as medicine, vegetables, and spices. The use of plants as medicine and spices relates to its compounds of secondary metabolites. This article aims to explain the uses and bioactive compounds of *B. rotunda*. 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. *Boesenbergia rotunda* have flavonoids (chalcones, flavanones, and flavones) and essential oils (terpinene, geraniol, camphor, α -ocimene, 1,8-cineole, myrcene, borneol, camphene, methyl cinnamate, terpineol, geraniol, and neral. The essential oil founded on *B. rotunda* produces a distinctive odour, so that are used as antipyretic, aroma therapy, and analgesic. Flavonoids of *B. rotunda* have been used as an anti-HIV-1, antitumor, anti-inflammatory, anti-oxidative, anti-cancer, anti-obesity, and anti-microbial. Extract of *B. rotunda* resulted lysis of membranes and walls microbial. The uses of extract of *B. rotunda* as antiobesity because its to increase the activity of enzymes involved in lipid catabolism.

Keywords: *Boesenbergia rotunda*, essential oils, flavonoids, anti-microbial

PENDAHULUAN

Zingiberaceae merupakan satu famili besar dalam ordo *Zingiberales*. Diperkirakan sebanyak 50 genus dan 1000 spesies termasuk dalam famili *Zingiberaceae* (Ching *et al.* 2011). Spesies yang masuk ke dalam famili *Zingiberaceae* dapat dikenali salah satunya melalui aroma yang khas yang dimilikinya. Aroma pada famili *Zingiberaceae* merupakan essensial oil atau yang sering disebut juga sebagai minyak atsiri.

Boesenbergia rotunda atau yang dikenal dengan nama temu kunci merupakan salah satu spesies yang

dimanfaatkan oleh berbagai etnis sebagai bahan obat. Temu kunci merupakan tanaman asli (native) Indonesia khususnya di pulau Sumatera, Jawa dan masih ditemukan hidup liar di hutan-hutan daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (de Guzman and Simeonsma 1999). Masyarakat lokal Indonesia telah lama memanfaatkan temu kunci sebagai obat tradisional khususnya jamu untuk mengatasi berbagai penyakit seperti gangguan saluran pencernaan, aprosidiak, tonik (Burkill 1935), sebagai obat batuk, meningkatkan produksi air susu ibu (Syahputro *et al.* 2013).

Pada perkembangan selanjutnya *B. rotunda* banyak dimanfaatkan dalam pengobatan yang disebabkan oleh mikroba yang disebut dengan anti mikroba. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang dimiliki oleh *B. rotunda* mampu menghambat pertumbuhan bakteri, khamir dan jamur (Taweechaisupapong *et al.* 2010) dan virus (Tewtrakul *et al.* 2003). Berbagai penyakit pada manusia sering diakibatkan oleh infeksi mikroba seperti infeksi mulut, infeksi saluran pencernaan dan penyakit kulit. Selain sebagai anti mikroba ternyata *B. rotunda* dapat menurunkan obesitas (Kim *et al.* 2013).

Pemanfaatan temu kunci dalam pengobatan berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktifnya. Secara umum diketahui bahwa temu kunci memiliki senyawa bioaktif dari kelompok flavonoid maupun essential oil (Cahyadi *et al.* 2014). Secara morfologi temu kunci mirip dengan jenis lainnya dalam famili Zingiberaceae seperti temu putih (*Curcuma zaeconomia*) dan kencur (*Kaempferia galanga*). Hal tersebut menjadi salah satu hambatan dalam pengenalan maupun pemanfaatan temu kunci. Secara empirik temu kunci hanya dikenal masyarakat bagian rimpangnya saja sedangkan bagian/organ lainnya tidak dikenali. Hal tersebut berhubungan dengan rhizoma bagian yang sering dimanfaatkan

dan mudah ditemukan di pasar. Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan botani, manfaat, dan kandungan fitokimia dari *B. rotunda*, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam pengenalan, pemanfaatan maupun pengembangan temu kunci selanjutnya.

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*.

PEMBAHASAN

1. *Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld.

Boesenbergia rotunda (L.). Mansfeld merupakan salah satu spesies yang masuk ke dalam famili Zingiberaceae. Masyarakat lokal Indonesia mengenal *B. rotunda* dengan nama temu kunci. Secara ilmiah *Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld. memiliki nama sinonim *Curcuma rotunda* (L.) (1753), *Kaempferia pandurata* Roxb. (1810), *Gastrochilus pandurata* (Roxb.) Rindley (1899), *Boesenbergia pandurata*

Boesenbergia rotunda (L.). Mansfeld :

(Roxb.) Schltr. (1913) (de Guzman and Simeonsma 1999).

Boesebergia rotunda merupakan tanaman native (alami) di pulau Sumatera dan Jawa dan tumbuh liar di hutan Jawa Tengah dan Jawa Timur. Temu kunci telah dibudidayakan di berbagai negara di Asia seperti India, Srilangka, dan berbagai negara di Asia Tenggara (de Guzman and Simeonsma 1999) seperti Malaysia (Ching *et al.* 2011) dan Thailand (Tewtrakul *et al.* 2003). Bagi masyarakat lokal Indonesia temu kunci mudah ditemukan di berbagai tempat seperti pekarangan, kebun (Cahyadi *et al.* 2014) terutama bagi masyarakat yang bermukim di pulau Jawa.

Temu kunci memiliki ciri-ciri antara lain : merupakan tanaman herba menahun (*perennial*) dengan tinggi 30-80 cm (Gambar 1). Daunnya tegak dengan jumlah 3-7 helai dengan pelapah daun yang bewarna kemerahan dan memeluk di bagian basalnya.



Gambar 1. Temu kunci atau *Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld. 1. Habitus, 2. Rhizoma 3. Pembungaan dan 4. Bunga (de Guzman and Simeosma 1999).

Rhizoma terdapat di dalam tanah dengan diameternya dapat mencapai 2 cm, yang bewarna kuning kecoklatan di bagian luar, sedangkan di bagian dalam berwarna kuning cerah. Akar membentuk umbi dan berdaging yang menyerupai kunci china (*Chinese keys*) berukuran 5-30 cm x 0,5-2,0 cm, dan menghasilkan aroma yang khas (de Guzman and Simeonsma, 1999). Bentuk akar yang menyerupai kunci inilah, diduga menjadi alasan pemberian nama temu kunci (Gambar 1).

Daun berseling (*alterna*), *biseriate*, tegak, menghasilkan aroma yang khas. Pelepah daun memiliki panjang 9-19 cm. Pelepah daun saling berpelukan sehingga membentuk batang semu (*pseudostem*). Daun memiliki ligula yang berbentuk triangular dengan ukurannya dapat mencapai 1,5 cm. Tangkai daun berbentuk *canaliculate* yang panjangnya dapat mencapai 30 cm. Helaian daun berbentuk *ellips-oblongus-lanseolatus* dengan ukuran 15-50 cm x 5-17 cm, bewarna hijau gelap.

Pembungaan (*infloresense*) muncul di bagian terminal pucuk yang menyerupai spika (like-spike) dengan panjang 10-15 cm (Gambar 1). Dalam satu *infloresence* muncul sekitar 10 bunga dengan tangkai

bunga berukuran 1-2 cm. Kaliks (kelopak) pendek berbentuk tubular dengan ukuran 1,5 cm. Mahkota (*corolla*) bunga berbentuk tabung sebanyak 3 buah berwarna putih dan bentuknya tidak sama dengan ukuran hingga 1,7 cm. Mahkota berwarna merah muda di bagian apeks dan di bagian bawahnya warnanya lebih pucat. Filament (tangkai sari) berwarna kuning-putih yang panjangnya hingga 5 mm, sedangkan antera (kepala sari) memiliki dua lobus (bilobed). Pistil memiliki 3 lobus, stilus berbentuk filiform, sedangkan stigma posisinya berada di bawah antera (de Guzman and Simeonsma 1999).

2. Manfaat

Boesenbergia rotunda merupakan tanaman yang dimanfaatkan oleh berbagai etnis khususnya di Asia Tenggara seperti Malaysia (Ching *et al.* 2011), Thailand (Tewtrakul *et al.* 2003) dan Indonesia (Cahyadi *et al.* 2014; Syahputro *et al.* 2013). Tewtrakul *et al.* (2003) menyatakan *B. rotunda* merupakan tumbuhan obat utama bagi masyarakat lokal di Thailand. Bagi masyarakat lokal Indonesia secara empirik terlihat bahwa *B. rotunda* dimanfaatkan sebagai sayuran, bumbu masak, dan juga obat. Hal tersebut berimplikasi pada tanaman tersebut mudah ditemukan di lingkungan sekitar seperti pasar, pekarangan, dan kebun. Hampir seluruh

bagian *B. rotunda* dimanfaatkan terutama daun dan rhizomanya. Walaupun *B. rotunda* dimanfaatkan sebagai bahan makanan, namun pemanfaatannya sebagai bahan obat lebih banyak dikenal.

Bagi berbagai kelompok masyarakat *B. rotunda* dimanfaatkan sebagai obat tradisional antara lain obat aphrodisiak, mengatasi gangguan kolik (Taweechaisupapong *et al.* 2010), bahan sauna (Silalahi *et al.* 2015b), sebagai campuran minuman tonik bagi ibu pasca melahirkan (Silalahi *et al.* 2015a), campuran lotion rematik, dan pegal-pegal (Burkill 1935). Dari berbagai laporan ilmiah ternyata *B. rotunda* dapat digunakan sebagai anti-HIV-1 PR (Tewtrakul *et al.* 2003), antitumor (Murakami *et al.*, 1993), anti-inflamatori (Pathong *et al.*, 1989; Yun *et al.* 2003; Kato *et al.* 2013; Kim *et al.* 2013), anti oksidatif (Kim *et al.* 2013; Yun *et al.* 2003; Cahyadi *et al.* 2014), analgesik, antipiretik (Pathong *et al.*, 1989), anti kanker (Syahputro *et al.* 2013), dan anti obesitas (Kim *et al.* 2013; Kim *et al.* 2011). Selain terbukti digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit pemberian ekstrak dari *B. rotunda* ternyata menghambat pertumbuhan fungi, khamir (Jantan *et al.* 2003; Cahyadi *et al.* 2014), dan bakteri (Miksusanti *et al.* 2008; Cahyadi *et al.* 2013) sehingga dikenal sebagai antimikroba.

Pemanfaatan *B. rotunda* dalam artikel ini akan difokuskan sebagai anti mikroba dan obesitas. Hal tersebut berhubungan dengan kenyataan bahwa berbagai penyakit pada manusia berhubungan dengan infeksi mikroba (virus, bakteri, khamir, dan jamur), sedangkan obesitas merupakan penyakit degeneratif yang saat ini penderitanya semakin meningkat.

2.1. Anti Mikroba

Anti mikroba merupakan senyawa atau zat yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, khamir, jamur (Taweechaisupapong *et al.* 2010) dan virus (Tewtrakul *et al.* 2003). Beberapa peneliti melaporkan bahwa ekstrak rhizoma *B. rotunda* mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* (Taweechaisupapong *et al.* 2010; Limsuwan *et al.* 2013), *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus* sp., *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (Taweechaisupapong *et al.* 2010), *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Mucor* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Cryptococcus neoformans*, *Candida tropicalis*, *Torulopsis glabrata* (Jantan *et al.* 1983), *Streptococcus pyogenes* (Limsuwan *et al.* 2013), *Helicobacter pylori* (Hwang *et al.* 2004), *Streptococcus aureus* (Voravuthikunchai *et al.* 2006).

Mikroba-mikroba tersebut sebagian besar merupakan mikroba patogen yang mengakibatkan berbagai penyakit pada manusia. *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus* sp., *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, dan *Candida albicans* mikroba yang patogen di mulut (Taweechaisupapong *et al.* 2010) yang diduga menyebabkan berbagai gangguan kesehatan di mulut, saluran pernapasan, maupun saluran pencernaan. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri gram positif yang banyak ditemukan di tenggorokan dan kulit (Limsuwan *et al.* 2013) yang mengakibatkan berbagai penyakit pada kulit maupun saluran pernapasan manusia.

Metabolit sekunder dari *B. rotunda* yang memiliki aktivitas sebagai anti mikroba adalah flavonoid dan essential oil. Flavonoid telah terbukti menghambat pertumbuhan jamur, khamir (Jantan *et al.* 2003), bakteri (Miksusanti *et al.* 2008), dan virus (Tewtrakul *et al.* 2003). Beberapa flavonoid yang memiliki aktivitas antimikroba antara lain: pinostrobin (Hwang *et al.* 2004), panduratin A (Rukayadi *et al.* 2009; Hwang *et al.* 2004), isopanduratin (Hynes *et al.* 2009), dan cardamonin (Tewtrakul *et al.* 2003). Pinostrobin menghambat pertumbuhan *Helicobacter pylori* (Hwang *et al.* 2004), panduratin menghambat pertumbuhan

Staphylococci, *Enterococci* (Rukayadi *et al.* 2009; Hwang *et al.* 2004), isopanduratin menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus salivarius* (Hynes *et al.* 2009), sedangkan cardomonin menghambat virus HIV (Tewtrakul *et al.* 2003). Tewtrakul *et al.* (2003) menyatakan bahwa cardamonin menunjukkan aktivitas sebagai anti-HIV-1 PR dengan nilai IC₅₀ sebanyak 31 µg/ml.

Kemampuan ekstrak *B. rotunda* menghambat pertumbuhan mikroba adalah melalui penghambatan atau pengrusakan kerja dari enzim-enzim yang dibutuhkan dalam pembentukan membran maupun dinding sel bakteri (Limsuwan *et al.* 2013). Lebih lanjut Limsuwan *et al.* (2013) menyatakan bahwa bakteri *Streptococcus pyogenes* yang diberi ekstrak *B. rotunda* mengalami penurunan produksi dan aktivitas enzim protease dan streptolisin yang mengakibatkan terjadinya hidrolisis dan haemolisis.

2.2. *Obesitas*

Obesitas merupakan suatu kelainan metabolisme yang diakibatkan adanya kelebihan pasokan energi dalam tubuh yang disimpan dalam bentuk lemak (James *et al.* 2004). Secara empirik terlihat bahwa jumlah manusia yang menderita obesitas makin meningkat seiring waktu dan umur.

Hal tersebut disebabkan asupan makanan yang berlebihan, konsumsi makanan yang rendah serat, dan pola makan yang tidak teratur. Berbagai cara dikembangkan untuk menurunkan atau mencegah obesitas salah satunya dengan mengkonsumsi bahan alami seperti rhizoma *B. rotunda*.

Prinsip utama dalam pengobatan obesitas adalah pengaturan jalur metabolisme lipid dalam tubuh (Shi *et al.* 2004). Ekstrak dari rhizoma *B. rotunda* khususnya panduratin A (Cahyadi *et al.* 2013) mampu menurunkan obesitas (Kim *et al.* 2013). Ekstrak *B. rotunda* akan menurunkan akumulasi trigliserida di dalam sel adiposit 3T3-L1 dan hepatosit HepG2 melalui aktivasi AMP-activated protein kinase (AMPK) yang mengatur regulasi dan signal ekspresi dari protein yang berhubungan dengan metabolisme lipid (Kim *et al.* 2013). Selain menurunkan trigliserida, pemberian ekstrak *B. rotunda* pada tikus akan meningkatkan kadar serum kolesterol total, dan menekan kolesterol *low-density lipoprotein* (LDL) dan triglicerida (Kim *et al.* 2013). Panduratin A akan merangsang AMP-activated protein kinase (AMPK) signaling yang mengakibatkan terjadi peningkatan katabolisme lipid sehingga terjadi penurunan akumulasi lipid di dalam tubuh (Kim *et al.* 2011).

3. Metabolit Sekunder

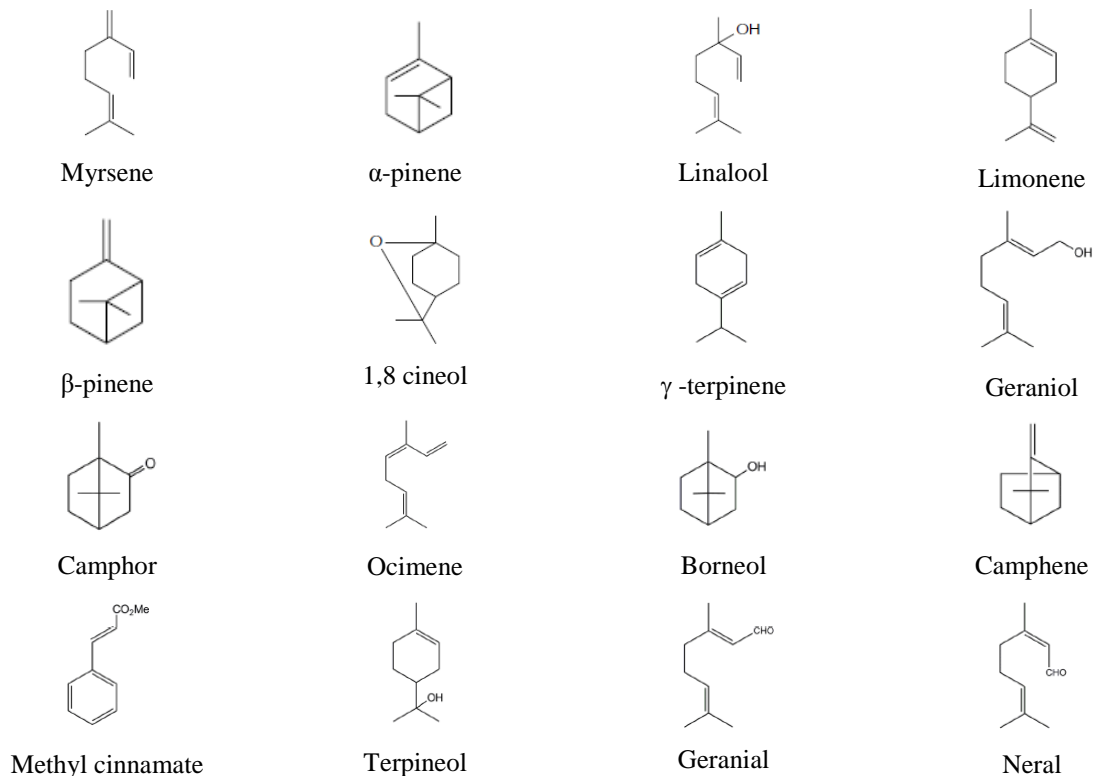
Senyawa metabolit sekunder diartikan sebagai senyawa organik yang dihasilkan dalam jumlah sedikit melalui jalur metabolisme sekunder (Croteau *et al.* 2000). Metabolit sekunder, dilihat dari jalur sintesis, berasal dari metabolit primer yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Peran dari metabolit sekunder bagi tumbuhan belum sepenuhnya dipahami, namun diyakini sebagai pelindung terhadap cekaman maupun serangan patogen. Manusia memanfaatkan metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan untuk berbagai tujuan khususnya dalam bidang pengobatan.

Berdasarkan jalur biosintesisnya, metabolit sekunder dibagi menjadi 3

kelompok utama yaitu terpenoid, senyawa fenolik, dan alkaloid (Croteau *et al.* 2000). Dari berbagai laporan ilmiah senyawa utama yang terdapat pada *B. rotunda* adalah terpenoid (mono dan seskuiterpenoid) dan flavonoid, sedangkan alkaloid belum pernah dilaporkan. Mono dan seskuiterpen yang terdapat pada *B. rotunda* merupakan essential oil (Cahyadi *et al.* 2013), yang menghasilkan aroma yang khas.

3.1. Essential Oil

Harborne (1987) menyatakan bahwa 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 .



Gambar 2. Struktur beberapa essential oil yang terdapat pada *B. rotunda*

(Cahyadi *et al.* 2014)

Essensial oil sering juga disebut dengan minyak atsiri atau volatile oil. Essensial oil merupakan senyawa yang masuk ke dalam kelompok terpen yang memiliki atom karbon 10 (monoterpen) dan 15 (sekuiterpen). Disebut volatil oil karena merupakan senyawa bersifat mudah menguap suhu kamar dan menghasilkan aroma yang khas. Dalam bidang industri, essential oil banyak digunakan sebagai bahan pembuat kosmetik, parfum, antiseptik, dan bahan terapi (aromaterapi).

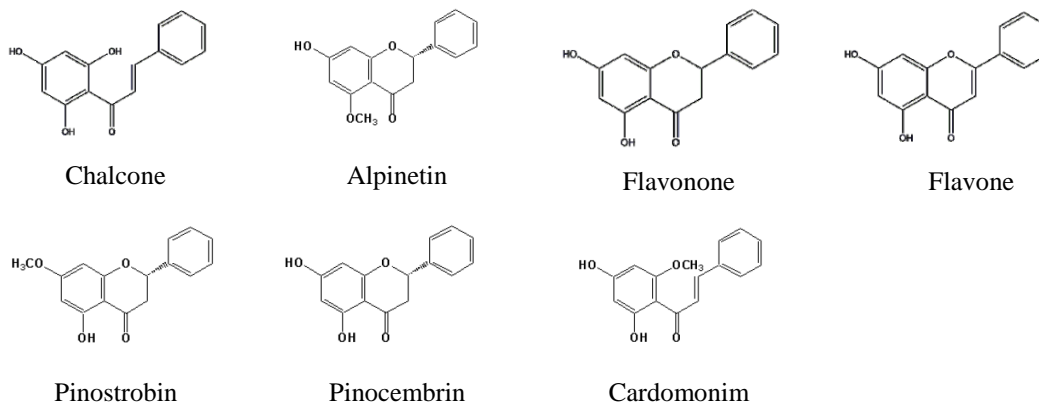
Essensial oil yang ditemukan pada berbagai organ *B. rotunda* terutama bagian rhizomanya antara lain 1,8-cineole (Cahyadi *et al.* 2014; Arniputri *et al.* 2007; Pancharoen *et al.*, 1987), methyl cinnamate, camphor, (Arniputri *et al.* 2007; Cahyadi *et al.* 2014) α -terpinene, geraniol, α -ocimene, myrcene, borneol, camphene, terpineol, geranial, neral (Cahyadi *et al.* 2013), trans- α -ocyneme, trans-geraniol, (Arniputri *et al.* 2007). Struktur dari essential oil yang

terdapat pada *B. rotunda* dapat dilihat pada Gambar 2.

3.2. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang masuk ke dalam kelompok fenol. Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil fungsional yang terikat pada cincin aromatis. Flavonoid merupakan metabolit sekunder utama yang terdapat pada *B. Pandurata* dan diperkirakan lebih dari 51 jenis (Cahyadi *et al.* 2014), sehingga pengembangan pemanfaatan flavonoidnya lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan essential oil. Kandungan flavonoid yang terdapat pada *B. rotunda* dimanfaatkan sebagai anti-HIV-1, antitumor, anti-inflamatori, anti oksidatif, anti kanker, anti obesitas dan anti-mikroba.

Flavonoid utama yang terdapat pada *B. rotunda* adalah flavanones, chalcones, flavones (Cahyadi *et al.* 2014; Ching *et al.* 2011) (Gambar 3).



Gambar 3. Struktur flavonoid utama yang terdapat dalam *B. rotunda*

(Cahyadi *et al.* 2014); (Tewtrakul *et al.* 2003)

Bila dilihat dari strukturnya, flavonoid yang terdapat pada temu kunci lebih kompleks dibandingkan dengan struktur essential oil, hal tersebut diduga mengakibatkan sisi bioaktifnya lebih banyak dibandingkan dengan essential oil.

Pinostrobin, pinocembrin, alpinetin merupakan senyawa yang masuk dalam kelompok flavonones, sedangkan cardamonin dan boesenbergin A merupakan senyawa dalam kelompok chalcones (Ching *et al.* 2011). Senyawa-senyawa tersebut telah diisolasi dari rhizoma *Boesenbergia rotunda* oleh Ching *et al.* (2011) dengan menggunakan kloroform. Flavonoid juga terdapat pada *B. rotunda* adalah boesenbergin, cardamonin, pinostrobin (Jaipetch *et al.*, 1982).

KESIMPULAN

1. Senyawa bioaktif yang terdapat dalam *B. rotunda* adalah flavonoid (chalcones, flavanones, dan flavones) dan essential oil (terpinene, geraniol, camphor, α -ocimene, 1,8-cineole, myrcene, borneol, camphene, methyl cinnamate, terpineol, geranial, and neral).

2. Essential oil yang terdapat pada *B. rotunda* dapat dikembangkan sebagai aroma terapi.
3. Flavonoid dari *B. rotunda* mengakibatkan lisis pada membran maupun dinding mikroba dan juga dapat meningkatkan aktivitas enzim yang berperan dalam katabolisme lipid.

DAFTAR PUSTAKA

- Arniputri, R.B., Saky, A.T. dan Rahayu, M. 2007. Identifikasi Komponen Utama Minyak Atsiri Temu Kunci (*Kaemferia pandurata* Roxb.) pada Ketinggian Tempat yang Berbeda. *Biodiversitas* 8(2): 135-137.
- Burkill, I.H., 1935. *A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula Volume I*. London: Government of the Straits Settlements & Federated Malay State by the Crown agents for the colonies: 1078-1079.
- Cahyadi, A., Hartati, R., Wirasutisna, K,R., and Elfahmi. 2014. *Boesenbergia pandurata* Roxb., An Indonesian Medicinal Plant: Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology. *Procedia Chemistry* 13: 13-37.

- Ching, A.Y.L., Wah, T.S., Sukari, M.A., Lian, G.E.C., Rahmani, M. and Khalid, K. 2007. Characterization of Flavonoid Derivatives from *Boesenbergia rotunda* (L.) *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* 11(1): 154-159.
- Croteau, R., Kutchan, T.M. and Lewis, N.G. 2000. Natural Products (secondary metabolites) in: *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, B. Buchanan, W. Gruissem, R. Jones, Eds. American Society of Plant Physiologists: 1250-1310.
- de Guzman, C.C. and Siemeonsma. 1999. *Spices (13)*. Plant Resources of South-East Asia. Backhuys Publishers, Leiden.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung.
- Hwang, J.K., Chung, J.Y., Baek, N.I., and Park, J.H. 2004. Isopanduratin a from *Kaempferia pandurata* as an Active Antibacterial Agent Against Cariogenic *Streptococcus mutans*. *International Journal Antimicrob Agents* 23: 377-381.
- Hynes, W. 2004. Virulence Factors of The Group a *Streptococci* and Genes That Regulate Their Expression. *Front Biosci.* 9: 3399-3433.
- Jaipetch, T., Reutrakul, V., Tuntiwachwuttikul, P. and Santisuk, T. 1983. Flavonoids in the Black Rhizomes of *Boesenbergia pandurata*. *Phytochemistry* 22(2): 625-626.
- James, P.T., Rigby, N., and Leach, R. 2004. The Obesity Epidemic, Metabolic Syndrome And Future Prevention Strategies. *Eur. Journal Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 11: 3-8.
- Jantan, I., Yassin, M.S.M., Chin, C.B., Chen, L.L. and Sim, N.L. 2003. Antifungal Activity of The Essential Oils of Nine *Zingiberaceae* species. *Pharm. Biol.* 41: 392-397.
- Kim, D.Y., Kim, M.S., Sa B.K., Kim, M.B. and Hwang, J.K. 2013. *Boesenbergia pandurata* Attenuates Diet-induced Obesity by Activating AMP-Activated Protein Kinase and Regulating Lipid Metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* 13, 994-1005.
- Kim, D.Y., Lee, M.S., Jo, K., and Lee, K. E. 2011. Therapeutic Potential of Panduratin A, LKB1-Dependent

- AMP-Activated Protein Kinase Stimulator, With Activation of Ppara/ Δ For The Treatment Of Obesity. *Diabetes. Obes. Metab.* 13: 584-593.
- Limsuwan, S., Piyawan, S. and Voravuthikunchai. 2013. Bactericidal, Bacteriolytic, and Antibacterial Virulence Activities of *Boesenbergia pandurata* (Roxb) Schltr Extract against *Streptococcus pyogenes*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 12(6): 1023-1028.
- Miksusanti, Jenie, B.S.L., Priosoeryanto, B.P., Syarief, R., and Rekso, G.T. 2008. Mode of action Temu Kunci (*Kaempferia pandurata*) Essential Oil on *E. coli* K1.1 Cell Determined By Leakage Of Material Cell And Salt Tolerance Assays. *Hayati J Biosci.* 15: 56-60.
- Murakami, A., Kondo, A., Nakamura, Y., Ohigashi, H., and Koshimizu, K. 1993. Possible Anti-Tumor Promoting Properties of Edible Plants from Thailand, and Identification of An Active Constituent Cardamonin, of *Boesenbergia*. *Biosci. Biotech. Biochem* 57(11): 1971-1973.
- Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld :
- Pancharoen, O., Kelvin, P., Reutrakul, V., Taylor, W.C., and Tuntiwachwuttikul, P. 1987. Constituents of the *Zingiberaceae*. *Aust. J. Chem.* 40(3): 455- 459.
- Pathong, A., Tassaneeyakul, W., Kanjanapothi, D., Tuntiwachwuttikul, P., Reutrakul, V. 1989. Antiinflammatory Activity Of 5, 7-Dimethoxyflavone. *Planta Med.* 55(2): 133-136.
- Rukayadi, Y., Lee, K., Han, S., Yong, D., Hwang, J.K. 2009. In vitro activities of panduratin A Against Clinical *Staphylococcus* Strains. *Antimicrob Agents Chemother.* 53: 4529-4532.
- Shi, Y., and Burn, P. 2004. Lipid Metabolic Enzymes: Emerging Drug Targets for The Treatment Of Obesity. *Nat. Rev. Drug. Discov.* 3: 695-710.
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, E.B., and 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, E.B., Supriatna, J., and 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.
- Syahputro, M.A.B.H., Munawaro, A., and Dahlan, T.S. 2013. Biological Activities of Panduratin A, an Active Compound From Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*). *CISAK C4/P38*: 1-4.
- Taweechaisupapong, S., Singhara, S., Lertsatitthanakorn, P. and Khunkitti, W. 2010. Antimicrobial Effects of *Boesenbergia pandurata* and *Piper sarmentosum* Leaf Extracts on Planktonic Cells and Biofilm Of Oral Pathogens. *Pak. J. Pharm. Sci.* 23(2): 224-231
- Protease Inhibitory Substances From The Rhizomes of *Boesenbergia pandurata* Holtt. *Songklanakarin Journal Sci. Technol.* 25(4): 503-508.
- Tewtrakul, S., Subhadhirasakul, S., Puripattanavong, J., and Panphadung, T. 2003. HIV-1 Activities of Panduratin A, an Active Compound From Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*). *CISAK C4/P38*: 1-4.
- Yun, J.M., Kwon, H., and Hwang, J.K. 2003. In Vitro Anti-Inflammatory Activity Of Panduratin A Isolated from *Kaempferia pandurata* in RAW264.7 cells. *Planta Med.* 69: 1102–1108.