

Botani, Metabolit Sekunder dan Bioaktivitas Bangle (*Zingiber montanum*) (Review)

Marina Silalahi
 Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia
 e-mail: marina_biouki@yahoo.com

ABSTRACT

The use of plants as a medicine is sometimes doubted in modern medicine because it is not considered to have sufficient evidence. Zingiber montanum or also known as bangle is a of the types in the family Zingiberaceae which is used as a medicine, but an in-depth study of secondary metabolites and their bioactivity is still limited. This article aims to reveal botany, secondary metabolites, and bioactivity Z. purpureum so that it can be used as a basis for its use and development as traditional medicine and modern medicine. Studies on articles are based on various literary sources obtained off line or online in the form of journals, books, which can be downloaded using keywords, Zingiber, Zingiber montanum, secondary metabolites and bioactivities of Z. montanum. Rhizoma Z. montanum produces flavors and can be used to replace ginger (Zingiber officinale). As a traditional medicine in Asia, Z. montanum is used as a carminative drug, a stimulant for the stomach, diarrhea, colic, and headaches. Based on the bioactivity test in vitro and in vivo Z. montanum has pharmacological effects as anti-inflammatory, antimicrobial, analgesic and obesity.

Keywords : Analgesic; antimicrobial; zingiber montanum

ABSTRAK

Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat terkadang diragukan dalam pengobatan modern karena dianggap belum memiliki bukti yang cukup. *Zingiber montanum* atau yang dikenal juga sebagai bangle merupakan salah jenis dalam famili *Zingiberaceae* yang dimanfaatkan sebagai obat, namun kajian mendalam mengenai metabolit sekunder dan bioaktivitasnya masih terbatas. Artikel ini bertujuan untuk mengungkapkan botani, metabolit sekunder, dan bioaktivitas *Z. purpureum* sehingga dapat dijadikan sebagai dasar untuk pemanfaatan dan pengembangannya sebagai obat tradisional maupun obat modern. Kajian pada artikel didasarkan pada berbagai sumber literatur yang diperoleh secara *off line* maupun *on line* berupa jurnal, buku, yang dapat diunduh dengan menggunakan kata kunci, *Zingiber*, *Zingiber montanum*, *secondary metabolites* dan *bioactivities of Z. montanum*. *Rhizoma Zingiber montanum* menghasilkan cita rasa (*flavour*) dan dapat digunakan untuk menggantikan jahe (*Zingiber officinale*). Sebagai obat tradisional masyarakat di Asia memanfaatkan *Z. montanum* sebagai obat karminatif, stimulan untuk lambung, diare, kolik, dan sakit kepala. Berdasarkan uji bioaktivitasnya secara *in vitro* dan *in vivo* *Z. montanum* memiliki efek farmakologi sebagai anti-inflamatori, antimikroba, analgesik dan obesitas.

Kata kunci: Analgesik; anti mikroba; *zingiber montanum*

PENDAHULUAN

Tumbuhan telah dimanfaatkan manusia sebagai bahan obat sejak ribuan tahun lalu. Pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan obat oleh berbagai masyarakat pada awalnya didasarkan pada *try and error* (Silalahi, 2014), namun berbagai pengetahuan lokal tersebut sebagaian menjadi awal dari pengembangan obat komersial. Sebagai contoh berbagai senyawa obat yang sangat penting dalam bidang kesehatan manusia diadopsi dari pengetahuan lokal seperti morphine dari (*Papaver somniferum*), aspirin dari *Salix alba vulgaris*, tubocurarin dari *Chondrodendron tomentosum*, vinblastine dan vinkristin dari tapak dara (*Catharanthus roseus*) (Shaari, 2015).

Pengembangan tumbuhan sebagai obat oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia dikelompokkan menjadi obat tradisional, herbal terstandar, dan fitofarmaka. Tumbuhan obat tradisional adalah tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat, namun khasiatnya hanya didasarkan bukti empirik saja. Walaupun hanya didasarkan bukti empirik, namun obat tradisional telah lama berkembang di Indonesia dan dimanfaatkan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan. Masyarakat lokal Indonesia terutama etnis Jawa telah

lama memanfaatkan empon-emponan (*Zingiberaceae*) sebagai obat tradisional khususnya sebagai bahan jamu, salah satunya berasal dari genus *Zingiber*.

Genus *Zingiber* diperkirakan memiliki sekitar 85 species dan sebagian besar ditemukan di Asia, Amerika Tengah dan Amerika Selatan, serta Afrika (Sabulal *et al.*, 2006). Pemanfaatan *Zingiber* sebagai obat tradisional diuga berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktifnya seperti gingerols, shogaols, diarylheptanoids, phenylbutenoids, flavanoids, diterpenoids dan sesquiterpenoids (Sivasothy *et al.*, 2011).

Zingiber montanum atau yang dikenal dengan bangle telah lama dimanfaatkan oleh etnis Indonesia untuk sebagai obat pencahar (laxatives), demam, jaundice (Bakkali *et al.*, 2008), dan sakit kepala ilmiah (de Guzman and Simeonsma, 1999). Dalam berbagai publikasi ilmiah *Z. montanum* dikenal juga sebagai *Z. cassumunar* atau *Z. purpureum*, sehingga merupakan sinonim yaitu satu spesies memiliki lebih dari satu nama ilmiah (de Guzman and Simeonsma, 1999). Di Thailand *Z. cassumunar* merupakan salah satu tumbuhan obat yang telah diperdagangkan sebagai phytomedisin (Han *et al.*, 2005).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tradisional terkadang diragukan oleh berbagai lapisan masyarakat terutama dari pengobatan modern, dengan alasan belum didukung dengan bukti ilmiah atau penelitiannya belum cukup. Secara empirik terlihat bahwa penelitian tumbuhan obat termasuk *Z. montanum* terus dilakukan, namun pembahasan secara komprehensif terutama dari manfaat dan bioaktivitasnya masih terbatas. Ketepatan bahan yang digunakan sebagai bahan obat merupakan salah satu kunci penting, sehingga perlu pemahaman botaninya. Artikel ini akan menjadi salah satu acuan untuk pemanfaatan *Z. montanum* untuk prospek pengembangan sebagai obat tradisional, herbal terstandart maupun obat modern.

METODE PENELITIAN

Tulisan ini didasarkan pada kajian literatur baik secara *online* dan *offline*, berupa jurnal, buku, dan hasil penelitian tentang *Z. montanum*. Artikel ilmiah didapatkan dengan menggunakan kata kunci *Zingiber*, *Z. montanum*, *secondary metabolites*, *bioactivities of Z. montanum*. Artikel yang diperoleh kemudian dikompilasi dan disintesis sehingga didapatkan informasi mengenai botani, manfaat, dan bioaktivitas *Z. montanum*.

HASIL

Berdasarkan hasil penelusuran terhadap artikel ilmiah, saya menemukan sebanyak 20 artikel dan buku yang mengkaji tentang *Z. montanum*. Secara etnobotani *Z. montanum* sebagai obat karminatif, stimulan untuk lambung, diare, kolik, dan sakit kepala. Pemanfaatan *Z. montanum* sebagai obat tradisional berhubungan dengan senyawa bioaktifnya terutama esensial oilnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Z. montanum* memiliki bioaktivitas sebagai anti inflammasi, anti mikroba, analgesik dan obesitas dan akan dikaji lebih lanjut pada bagian pembahasan.

PEMBAHASAN

BOTANI *Zingiber montanum*

Zingiberaceae Lindl. merupakan suatu famili herba aromatis yang memiliki rhizoma. Di daerah pantropical, *Zingiberaceae* merupakan famili terbesar dari ordo *Zingiberales* dengan 53 genus dan lebih dari 1200 species. Klasifikasi dari famili *Zingiberaceae* pertama kali diusulkan pada tahun 1889 dan dikenal memiliki empat tribes yaitu (*Globbeae*, *Hedychieae*, *Alpinieae*, dan *Zingibereae*) (Kress *et al.*, 2002). Genus *Zingiber* memiliki sekitar 100 spesies dan pusat penyebarannya terdapat di Asia

Tenggara, namun juga ditemukan di Asia tropis, Australia, dan Jepang (de Guzman and Simeonsma, 1999).

Batang tumbuhan Zingiberaceae tidak berkembang dengan baik dan yang terbentuk merupakan *pseudostem* (batang semu) yang terbentuk dari tumpukan pelepah daun. Helaiian daun biasanya berbentuk lanset atau elips dengan bagian tepi yang rata, sedangkan bagian ujung daun runcing atau meruncing. *Inflorescence* atau pembungaan dibentuk dibagian terminal taruk (*shoot*) tanpa daun yang muncul dari rhizoma. Bunga bersifat epigynous, bisexual, dan zygomorphic. Memiliki satu stamen yang fungsional yang berada dibagian tengah belakang dalam lingkaran bunga, sedangkan dua stamen lagi bersifat steril sedangkan stamen yang berada dilingkaran luar tereduksi. Tangkai sari berada diantara *theca* dan stigma kelihatan berada di atas dari antera (Larsen *et al.*, 1999).

Bangle atau *Zingiber montanum* (Koenig) Dietrich merupakan salah satu jenis dari famili *Zingiberaceae* yang dimanfaatkan sebagai obat. *Zingiber montanum* (Koenig) Dietrich (1962) sinonim dengan *Amomum montanum* Koenig (1783), *Zingiber purpureum*

Roscoe (1807) dan *Zingiber cassumunar* (1810) (de Guzman and Simeonsma, 1999). *Vernacular name* untuk *Zingiber montanum* antara lain: *bengal root* (Inggris), *bangle* (Indonesia), *bengle* (Jawa), *panglay* (Sunda), *banglai* (Malaysia), dan *puloei* (Thailand) (de Guzman and Simeonsma 1999).

Zingiber montanum memiliki ciri-ciri: rhizoma bewarna orange pucat di bagian dalam. Batang semu yang dibangun oleh pelepah daun dengan tinggi 1,2-1,8 m. Seludang daun berbentuk glabrous dengan rambut-rambut di dekat ujungnya, dengan ligula berlobus dua (*bilobed*) dengan panjang sekitar 2 mm. Helaiian daun berbentuk pita dengan panjang daun 20-35 cm x 2-4 cm dengan permukaan bawah *pubescent*. Pembungaan *fusiform* atau cylindrical ovoid dengan ukuran 10-16 cm x 3-3,5 cm, bagian apeaknya acute berdiri tegak dengan panjang 20-25 cm. Braktea berbentuk ovate dengan ukuran 3-3,5 cm pubescent, bewarna hijau kecoklatan. Brakteola memiliki panjang 1-1,5 cm. Mahkota dan labellum bewarna kuning pucat dengan panjang 6 cm dengan lobus dibagian tengah (de Guzman and Simeonsma, 1999).

Zingiber montanum diduga merupakan tumbuhan native di India, namun telah dibudidayakan di Asia tropis dan merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di pekarangan di daerah Asia Tenggara. Rizoma *Z. montanum* menghasilkan cita rasa (*flavour*) dan dapat digunakan untuk menggantikan jahe (*Z. officinale*). Di Asia tanaman *Z. montanum* digunakan sebagai obat karminatif, stimulan untuk lambung, dan digunakan untuk mengobati diare dan kolik. Di Indonesia bangle digunakan untuk mengatasi sakit kepala. Rhizoma dari bangle lebih besar dari rhizoma *Z. officinale* dan memiliki rasa agak pahit (de Guzman and Simeonsma, 1999).

METABOLIT SEKUNDER

Zingiber montanum merupakan salah satu dari famili Zingiberaceae yang potensial sebagai penghasil essential oil. Kandungan utama dari esensial oil dari bangle adalah terpinen-4-ol (de Guzman and Simeonsma 1999; Bordoloi *et al.*, 1999), α -pinene, β -pinene, sabinene, myrcene, α -terpinene, γ -terpinene, limonene, terpinolene, sabinene, dan monoterpenes (Bordoloi *et al.*, 1999).

Komposisi, kandungan, konsentrasi dari essential oil pada bangle bervariasi

dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya asalnya, jenis organ (Bhuyian *et al.*, 2018), varietas, dan cara destilasi (Sukatta *et al.*, 2009). Sebagai contoh komposisi essential oil dari *Z. cassumunar* dari Bangladesh mengandung sebanyak 64 jenis essential oil terdapat di daun, seangkan pada rhizomanya hanya 32 jenis (Bhuyian *et al.*, 2018). Sukatta *et al.* (2009) menyatakan bahwa essential oil yang diperoleh tiga varietas bangle di Thailand yaitu Sa Kaco (S1), Chiang Mai (S2) dan Prachuap Khiri Khan (S3) yang diekstraksi dengan menggunakan hexane lebih rendah (0,983%, 0,900% dan 0,857% (w/w), secara berurutan) dibandingkan dengan essential oil yang diperoleh dengan hidrodistilasi (1,137%; 1,262%; dan 1,373% (w/w) secara berurutan). Komponen utama essential oil yang terdapat terdapat di setiap organ berbeda. Bhuyian *et al.* (2018) menyatakan bahwa essential utama di daun *Z. montanum* adalah sabinene (15,0%), β -pinene (14,3%), caryophyllene oxide (13,9%) dan caryophyllene (9,5%); sedangkan kandungan utama dari rhizoma adalah triquinacene 1,4-bis (methoxy) (26,5%), (*Z*)-ocimene (22,0%) dan terpinen-4-ol (18,5%).

Berikut ini merupakan jenis-jenis essential oil yang terdapat di daun: (-) Spathulenol, (E)-Ocimene, 1.6.10-Dodecatriene, 7,11-dimethyl-3-methyl ene, (Z); 3,4,5-Trimethoxybenzylchloride; 3-Cyclobexen-1-one, 3(hydroxymethyl)-6-(1-methylethyl); 3-Cyclohexene-1-methanol; Terpinen-4-ol; 5-Caranol, trans;5-Nonaol,-5-methyl; 7-Hexadecenal ; 7-Oxabicyclo (2.2.1) hept-5-en-2-one; Apiol; Aromadendrene oxide; Asaraldehyde; β -Bisabolene; β -Elemene; Benzen-1-methyl, 4-(1-methylethyl); Bergamotol, α -trans; β -Linalool; β -Myrcene; Borneol; Bornyl acetate; β -Phellandrene; β -Pinene; β -Sesquiphellandrene; Camphene; Caryophyllene; Caryophyllene oxide; Cedrene; Chamigrene; Cholestan-3-ol, 2-methylene-(3B,5L); cis-Bicyclo (4.4.0) decan-1-ol-3-one; Crypton; Cubenol; Cuminal; Cuminol; Curcumene; Cyclohexanone, 3-ethenyl; Cyclohexene, 5-methyl-3-(1 methylethenyl); Damascone; epi-13-Manool; Eremophilene; Isogeraniol; Isolimonene; Juniper camphor; γ -Caryophyllene; γ -Methylfuran; Longipinocarvone; γ -Pinene; Methyl p-methoxycinnamate; Methylvanillin; Myrtanal; Ocimene; Pentadecyne; Phellandral; Pinocarvone; Pseudo

Limonene; Sabinene; tau-Muurolol; Tetracyclo [6.3.2.0(2.5),0(1,8)] tridecan-9-ol, 4,4-Dimethyl; trans-Nerolidol; trans-Pinocarveol; Triquinacene, 1,4, bis(methoxy); Triquinacene, 1,4,7-tris (methoxy) (Bhuyian *et al.*, 2018).

Jenis essential oil yang ditemukan di rhizoma yaitu α -Thujene; α -Pinene; Camphene; (Z)-Ocimene; β -Pinene; β -myrcene; 4-terpinyl acetate; m-Cymene; β -Phellandrene; γ -Terpinene; Cis-Sabinenehydrate; 2-Carene; Borneol; Terpinen-4-ol; Terpinyl acetate; Trans-Piperitol; Bornyl acetate; 1,6,10-Dodecatrien,7,11-dimethyl-3 methylene (Z); Germacrene D; γ -Selinene; α -Selinene; α -Bergamotene; β -Bisabolene; β -Sesquiphellandrene; Methyl Eugenol; Megastigmatriene; Lachnophyllum ester; 2-Allyl-1,4-dimethoxy-3-methyl benzene; Triquinacene,1,4-bis(methoxy);d-Cadinene; Juniper camphor; 2-Propenoic acid, 3(4-methoxyphenyl), ethyl ester (Bhuyian *et al.*, 2018).

Essensial utama dari bangle adalah hidrokarbon monoterpen dan sesquiterpen seperti α -zingiberene, α -curcumene, β -bisabolene, dan β -sesquiphellandrene. Gingerols merupakan

senyawa bioaktif utama dari rhizom segar sebaliknya shogaols, serivat dehydrated gingerol merupakan senyawa aroma pada rhizoma kering. *Zingiber spp.* merupakan sumber alternatif yang menjanjikan dalam pengolahan (Sharifi-Rad *et al.*, 2017).

BIOAKTIVITAS

Zingiber montanum telah lama dimanfaatkan oleh etnis Indonesia sebagai obat tradisional antara lain obat pencahar (laxatives), demam, jaundice (Bakkali *et al.* 2008), dan sakit kepala ilmiah (de Guzman and Simeonsma, 1999). Berdasarkan uji secara *in vitro* dan *in vivo* serta uji klinik bangle memiliki efek farmakologi sebagai anti-inflamatori, antimikroba, analgesik (Sing *et al.*, 2015), obesitas (Iswantini *et al.*, 2011).

Anti inflamantori

Zingiber purpureum telah lama sebagai obat untuk terkilir, kontusion, inflamasi, sakit otot, absces, penyakit yang berhubungan dengan inflamasi (Pithayanukul *et al* 2007), meringankan inflamasi, pembengkakan pada penyembuhan luka di kulit (Ong-chai *et al.*, 2008). Rhizoma *Z. cassumunar* memiliki aktivitas sebagai anti inflamatori (Kaewchoothong *et al.*, 2012). Senyawa (E)-4-(30,40-dimethoxyphenyl) but-3-en-1-ol merupakan essential oil yang dimiliki oleh

Z. Cassumunar yang memiliki sifat sebagai anti inflamatori (Kanjapothi *et al.*, 1987). Ekstrak *Z. cassumunar* dengan konsentrasi 25 dan 50 µg/mL, dengan atau tanpa 10 µM asam retinoat, secara signifikan menurunkan nilai hyaluronan (HA) ($p < 0.05$) (Ong-chai *et al.*, 2008). Ekstrak etnaol dari *Z. cassumunar* menghambat sintesis HA dalam oral fibroblasts manusia, yang terlibat dalam gangguan kronik inflamasi khususnya rongga mulut (Ong-chai *et al.*, 2008).

Khasiat *Z. cassumunar* sebagai anti inflamantori dan anti oksidan berhubungan dengan kandungan curcuminoidnya. Anti inflamantori, analgesik, dan antipiretik berhubungan dengan adanya phenylbutenoids. Phenylbutenoid (E)-4-(3',4'-dimethoxy phenyl-but-3-en-1-ol) menunjukkan efek relaksasi pada uterus tikus. Ekstrak etanol *Z. montanum* dan *Z. zerumbet* memiliki efek kolagogik dan anastesis pada tikus percobaan (de Guzman and Simeonsma 1999).

Anti Mikroba

Tumbuhan yang bersifat sebagai anti mikroba merupakan tumbuhan yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba atau memataikan mikroba. Essential oil dari

Z. montanum mampu menghambat pertumbuhan bakteri (de Guzman and Simeonsma, 1999; Isrul *et al.*, 2017), jamur (de Guzman and Simeonsma, 1999; Tripathi *et al.*, 2008) dan khamir (Bin *et al.*, 2003). *Mycobacterium tuberculosis* (Isrul *et al.*, 2017), *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella paratyphi*, *S. typhi*, *Shigiella flexnery* (de Guzman and Simeonsma, 1999) merupakan jenis-jenis bakteri yang pertumbuhannya dihambat oleh ekstrak *Z. montanum*. Ekstrak *Z. montanum* juga memiliki aktivitas untuk menghambat pertumbuhan jamur seperti *Rhizoctonia solani* (de Guzman and Simeonsma, 1999). Terpinen-4-ol merupakan essensial yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogenik seperti *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella paratyphi*, *S. typhi*, dan *Shigiella flexnery* (de Guzman and Simeonsma, 1999).

Anti Obesitas

Obesitas merupakan salah satu ancaman kesehatan di dunia akhir-akhir ini yang disebabkan oleh kelebihan berat badan. Hal tersebut disebabkan adanya gangguan metabolisme terutama lipid di dalam tubuh. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mencegah obesitas adalah melalui penghambatan absorpsi asam lemak melalui

penghambatan pencernaan enzim lipase di dalam tubuh (Ballinger and Peikin 2002; Yanovski and Yanovski, 2002). *Pancreatic lipase* merupakan enzim yang sangat penting dalam pencernaan dan absorpsi trigliserida (Embleton dan Pouton 1997). Konsentrasi ekstrak etanol daun *Z. cassumunar* sebesar 100 ppm memiliki aktivitas paling tinggi terhadap penghambatan aktivitas pancreatic lipase (29.17%), sedangkan campuran antara *Z. cassumunar*, *G. ulmifolia*, dan daun *M. Paniculata* dengan ratio of 25 : 25 : 25 menghambat sebesar 21.58%. Efek ekstrak *Z. cassumunar* lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif 100 ppm xenical®/orlistat hanya menghambat sebesar 17.53%. Ekstrak ethanol dari daun *Z. cassumunar*, dan *G. ulmifolia* dan ekstrak air dari *M. paniculata* memiliki potensi sebagai anti obesitas (Iswantini *et al.*, 2011).

Analgesik

Senyawa analgesik merupakan senyawa yang digunakan untuk mengurangi rasa sakit. Senyawa cis-3-(2',4',5'-trimethoxyphenyl)-4-{{(E)-2''',4''', 5'''-trimethoxystyryl} cyclohex-1-ene (Compound C), (E)-4-(3',4'-dimethoxyphenyl)but-3-en-1-ol (Compound D), telah diidentifikasi dari faksi hexane *Z. cassumunar* yang digunakan untuk mengurangi rasa sakit pada osteoarthritis

dan rematik (Chaiwongsa et al 2012). Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas sebagai chondroprotective secara *in vitro*. Eksplan articular cartilage yang dikultur yang mengandung 7 ng/ml interleukin-1 β (IL-1 β) yang mengandung senyawa Compound C atau Compound D dengan konsentrasi 10 dan 100 μ M secara signifikan menghambat degenerasi IL-1 β -induced cartilage dengan melestarikan isi dari biomolekul matriks kartilago seperti kolagen dan asam uronat dalam eksplan kartilago dan juga mengakibatkan penurunan melepaskan glycosaminoglycans sulfat dan asam hyaluronic ke dalam media kultur. Peningkatan aktivitas matrixmetallo proteinase-2(MMP-2) dan MMP-13 yang diakibatkan oleh IL-1 β secara signifikan berkurang oleh Compound C dan Compound D (Chaiwongsa et al 2012). Senyawa (E)-4-(30,40-dimethoxyphenyl) butaenol merupakan essential oil yang dimiliki oleh *Z. Cassumunar* yang memiliki sifat sebagai analgesik dan antipiretik (Panthong *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

1. *Zingiber montanum* sebagai obat tradisional dimanfaatkan sebagai obat karminatif, stimulan untuk lambung, diare, kolik, dan sakit kepala.

2. Kandungan essential oil utamadi daun *Z. montanum* sabinene, β -pinene, caryophyllene oxide, dan caryophyllene sedangkan essential oil utama di rhizoma adalah triquinacene 1,4-bis(methoxy), (Z)-ocimene dan terpinen-4-ol.
3. Hasil bioessay menunjukkan bahwa *Z. montanum* memiliki aktivitas sebagai anti inflamatori, anti mikroba, analgesik dan obesitas.
4. Hingga saat ini laporan resmi mengenai toksisitas dan efek samping dari konsumsi *Z. cassumunar* belum ada dilaporkan.

REFERENSI

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. *Food Chem. Toxicol.* 46: 446-475.
- Ballinger, A., and Peikin, S.I.R. (2002). Orlistat: Its current status as an anti-obesity drug. *Eur J Pharm Sci* 440:109-117.
- Bhuiyan, M.N.I., Chowdhury, J.U., Begun, J. (2008). Volatile constituents of essential oils isolated from leaf and rhizome of *Zingiber cassumunar* Roxb. *Bangladesh J. Pharmacol* 3: 69-73.
- Bordoloi, A.K., Sperkova, J., Leclercq, P.A. (1999). Essential oils of *Zingiber cassumunar* roxb. From Northeast India. *J Essent Oil Res.* 11: 441-445.

- de Guzman, C.C. and Siemonsma, J.S. (1999). *Spices Plant Resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden
- Han, A.R., Kim, M.S., Jeong, Y.H., Lee, S.K. Seo. E.K. (2005). Cyclooxygenase-2 inhibitory phenylbutenoids from the rhizomes of *Zingiber cassumunar*. *Chem Pharm Bull* 53:1466-1468.
- Isrul, M., Alam, G., Sartini, Massi, N. (2017). New compound anti Mycobacterium tuberculosis from methanolic fraction of bangle rhizome (*Zingiber cassumunar* Roxb.). *International Journal of PharmTech Research* 10(1): 57-61.
- Iswantini, D., Silitonga, R.F., Martatilofa, E., Darusman, L.K. (2011). *Zingiber cassumunar*, *Guaşuma ulmifolia*, and *Murraya paniculata* extracts as antiobesity: *in vitro* inhibitory effect on pancreatic lipase activity. *Hayati Journal of Biosciences* 18(1): 6-10.
- Kaewchoothong, A., Tewtrakul, S., Panichayupakaranant, P. (2012). Inhibitory effect of phenylbutanoid-rich *Zingiber cassumunar* extracts on nitric oxide production by murine macrophagelike RAW264.7 cells. *Phytother Res.* 26: 1789-1792.
- Kanjanapothi, D., Soparat, P., Panthong A., Tuntiwachwuttikul, P., Reutrakul. V. (1987). A uterine relaxant compound from *Zingiber cassumunar*. *Planta Med* 53: 329-332.
- Kress, W.J., Prince, L.M., Williams, K.J. (2002). The Phylogeny And A new classification of the gingers (Zingiberaceae): evidence from molecular data. *American Journal of Botany* 89(11): 1682-1696.
- Larsen, K., Ibrahim, H., Khaw, S.H., Saw, L.G. (1999). *Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore*. Kota Kinabalu: Natural History Publications, Malaysia
- Ong-chai, S., Chotjumlong, P., Kongtawelert, P., Krisanapra kornkit, S. (2008). *Zingiber Cassumunar* Roxb. inhibits hyaluronan production in human oral fibroblasts. *Chiang Mai Medical Journal* 47(4): 177-187.
- Pithayanukul, P., Tubprasert, J., Wuthi-Udomlert, M. (2007). In vitro antimicrobial activity of *Zingiber cassumunar* (Plai) oil and a 5% plai oil gel. *Phytother Res.* 21: 164-169.
- Sabulal, B., Dan, M., Kurup, R., Pradeep, N.S., Valsamma, R.K., George, V. (2006). Caryophyllene-rich rhizome oil of *Zingiber nimmonii* from South India: Chemical characterization and antimicrobial activity. *Phytochemistry* 67: 2469-2473.
- Shaari, K. (2015). *Discovering Future Cures From Phytochemistry to Metabolomics*. Universiti Putra Malaysia Press Serdang: 79 hlm.
- Silalahi, M. (2014). The ethnomedicine of the medicinal plants in sub-ethnic Batak, North Sumatra and the conservation perspective, dissertation. Indonesia: Universitas Indonesia. 140 hlm.
- Sivasothy, Y., Chong, W.K., Hamid, A., Eldeen, I.M., Sulaiman, S.F., Awang, K. (2011). Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chem.* 124: 514-517.
- Sukatta, U., Rugthaworn, P., Punjee, S, Chidchenchey, P., Keeratinijakal, V.

- (2009). Chemical composition and physical properties of oil fromplai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) obtained byhydro distillation and hexane extraction. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 212-217.
- Tripathi, P., Dubey, N.K., Shukla, A.K. (2008). Use of some essential oils as post-harvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *World J Microb Biotech.* 24: 39-46.
- Yanovski, S.Z., and Yanovski, J.A. (2002). Obesity. *New England J Med* 346: 591-602.