

CURCUMA XANTHORRHIZA ROXB. (PEMANFAATAN DAN BIOAKTIVITASNYA)

Marina Silalahi

marina_biouki@yahoo.com

Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

*

ABSTRACT

Curcuma xanthorrhiza Roxb have been long time used by human as medicine and spices. This article aims to explain the uses and biological activitie of Curcuma xanthorrhiza. This paper is based on literature offline and online media. Off line literatures based on handbooks, dissertations and thesis. Web, Scopus, Pubmed, Journal, and other online media to supplement used in this article. Curcuma xanthorrhiza have been used as medicine for various purposes such as ulcer, stomachache, malnutrtions, diabetes mellitus. Curcuma xanthorrhiza have bioactivites as anti-inflammatory, wound, cholesterol, anti carsinogenic, antioxidant, anti diabetic, antibacterial, antifungal, phytoestrogenic, and neuroprotective.

Keywords: *Curcuma xanthorrhiza, antimicrobaa, antioxidant, diabetes mellitus*

ABSTRAK

Curcuma xanthorrhiza Roxb telah lama digunakan manusia sebagai obat maupun bumbu masak. Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan menfaat dan bioaktivitas dari Curcuma xanthorrhiza. Penulisan artikel ini didasarkan atas kajian literatur online maupun offline. Data offline berupa buku, jurnal, tesis maupun tulisan ilmiah lainnya. Sumber online berupa Web, Scopus, Pubmed, Jurnal, dan artikel ilmiah lainnya. Curcuma xanthorrhiza digunakan sebagai obat untuk mengatasi penyakit ulcer, sakit perut, diabetes mellitus. Berdasarkan kajian bioaktivitasnya, Curcuma xanthorrhiza bersifat sebagai anti-inflammatory, obat luka, kolesterol, anti kanker, antioksidan, anti diabetik, anti bakteri, anti jamur, phytoestrogenic, dan neuroprotective.

Kata kunci: *Curcuma xanthorrhiza, antimikroba, antioksidan, diabetes mellitus*

PENDAHULUAN

Zingiberaceae atau yang dikenal dengan empon-emponan merupakan salah satu famili dari ordo *Zingiberales*, yang banyak digunakan sebagai bumbu masak maupun sebagai obat tradisional, khususnya bagi masyarakat lokal Indonesia. *Zingiberaceae* memiliki sekitar 50

genus (Saensouk *et al.* 2015), dan salah satu genusnya adalah *Curcuma*. Genus *Curcuma* tercatat sedikitnya 60 spesies di dunia (Larsen dan Larsen 2006), yang diciri dengan adanya curcumin pada bagian rhizomanya. Walaupun setiap spesies pada genus *Curcuma* memiliki curcumin, namun kandungan senyawa metabolit

sekunder lainnya bervariasi antar spesies. Sebagai contoh, xanthorihol pada *Curcuma xanthorrhiza* (Jantan et al. 2012), ar-tumeron pada *Curcuma longa* (Araujo dan Leon 2001).

Curcuma xanthorrhiza yang dikenal juga sebagai temulawak atau *Javanese tumeric* banyak dimanfaatkan sebagai obat, baik sebagai bahan utama maupun sebagai bahan tambahan. *Javanese tumeric* secara harfiah memiliki arti “kunyit Jawa” (kunyit yang berasal dari Pulau Jawa). Dilihat dari struktur morfologi daun maupun rhizomanya temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) memiliki kesamaan dengan kunyit (*Curcuma longa*), namun ukuran rhizoma dan daunnya lebih besar, sehingga oleh etnis Sunda sering juga disebut *koneng gede* (“kunyit besar”) (de Padua et al. 1999), namun warna rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* lebih tua dibandingkan dengan *Curcuma longa*. Berbeda halnya dengan *Curcuma longa*, yang oleh masyarakat lokal Indonesia banyak digunakan sebagai bumbu masak, namun *Curcuma xanthorrhiza* lebih dikenal sebagai bahan obat, khususnya jamu (obat tradisional etnis Jawa khususnya daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta). *Curcuma xanthorrhiza* sangat mudah ditemukan diberbagai daerah di

Indonesia seperti Sumatra dan pulau Jawa. Struktur daun dan bunga yang menarik menjadikan temulawak juga mudah ditemukan di pekarangan yang berfungsi juga sebagai tanaman hias (Gambar 1).

Sebagai obat tradisional *Curcuma xanthorrhiza* dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti obat maag, sakit perut, kurang gigi, diabetes mellitus (Silalahi et al. 2015a; Silalahi et al. 2015b). Munin dan Hanani (2012) menyatakan bahwa pemanfaatan tumbuhan sebagai obat berhubungan dengan kandungan metabolit sekundernya atau yang dikenal juga sebagai senyawa bioaktif. Jenis dan konsentrasi/kadar senyawa bioaktif di dalam tumbuhan bervariasi tergantung tahap perkembangan, lingkungan, dan faktor genetik (Taiz dan Zeiger 2006). Walaupun *Curcuma xanthorrhiza* telah lama dimanfaatkan sebagai obat, namun tulisan secara komprehensif mengenai hubungan pemanfaatan dan senyawa bioaktifnya masih terbatas. Artikel ini diharapkan akan menjadi salah satu sumber informasi yang menjelaskan hubungan kandungan metabolit sekunder *Curcuma xanthorrhiza* dengan bioaktivitasnya sehingga pemanfaatannya dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kesehatan

masyarakat maupun sebagai obat tradisional.

METODE

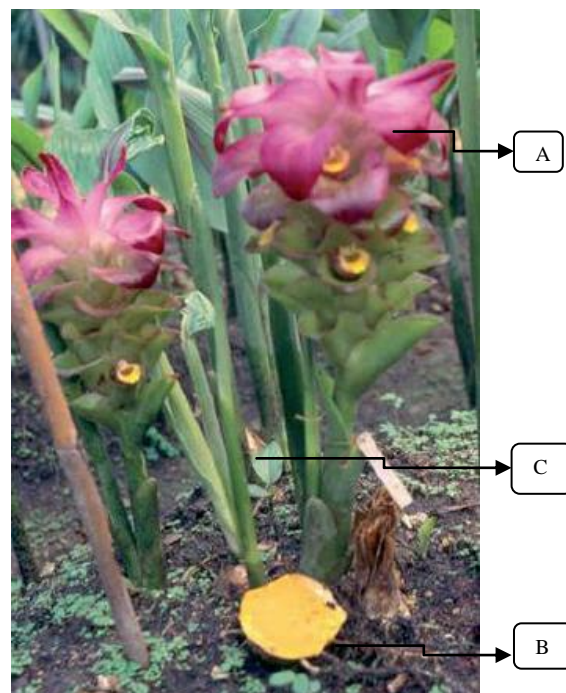
Tulisan ini didasarkan pada kajian literatur baik secara *online* dan *offline*. *Offline* didasarkan pada berbagai buku literatur seperti *Plants Resources of South East Asian* dan buku lainnya. Media *online* didasarkan pada Web, Scopus, Pubmed, dan media *on-line* yang digunakan untuk publikasi dari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

PEMBAHASAN

BOTANI *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.

Curcuma merupakan salah satu genus dari famili *Zingiberaceae* yang terdistribusi luas di daerah tropis maupun sub tropis terutama di India, Thailand, Indochina, Australia bagian Utara, dan telah banyak dibudidayakan sebagai bahan pangan maupun sebagai obat (Burkil 1965). Genus *Curcuma* beranggotakan sekitar 60 spesies (Larsen dan Larsen 2006) - 70 spesies (Lawrence 1951) bahkan 80 spesies (Sirirugsa et al. 2007). *Curcuma xanthorrhiza* memiliki vernacular name antara lain: temulawak (Indonesia, Madura), *koneng gede* (Sunda), *Javanese*

tumeric (Inggris), dan temu lawas (Malaysia). Temulawak merupakan tumbuhan native di pulau Jawa, Madura dan Maluku (de Padua et al. 1999) dan telah banyak di budidayakan di Indonesia, Malaysia, Thailand, Philipina dan India.



Gambar 1. *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. A. Bunga, B. Rhizoma, C. Habitus (Srigusa et al. 2007)

Curcuma xanthorrhiza, pertama kali diperkenalkan oleh Roxburgh yang diperoleh dari Maluku. Rhizomanya besar dengan bewarna kuning gelap atau kuning-orang di bagian dalam rhizomanya sedangkan di bagian dalam memiliki warna orange hingga orange-merah. (Srigusa et al. 2007). Temulawak telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia maupun

Malaysia dan di India telah dimanfaatkan lebih dari 100 tahun yang lalu (Skornickov dan Sabu 2005). Daunnya merupakan daun lengkap dengan panjang pelepah hingga 75 cm, helaian daun berbentuk elips-oblong atau olong-lanset. Helaian daun memiliki ukuran 25-100 cm x 8-20 cm berwarna hijau dengan warna kemerahan-coklat berbentuk pita dekat tulang daun utama. Bunga majemuk dengan braktea berwarna hijau pucat, corolla berwarna merah muda dengan labellum berukuran 2-2,5 cm x 1,5-2,0 cm berwarna kekuningan dengan warna orange berbentuk pita diagian tengah (Gambar 1). Tumbuh dengan baik pada tanah yang lembab dengan ketinggian hingga mencapai 750 m dpl (de Padua *et al.* 1999; Skornickov dan Sabu 2005).

Metabolit Sekunder

Tumbuhan menghasilkan berbagai jenis metabolit sekunder melalui proses metabolime sekunder. Setiap spesies tumbuhan memiliki jenis metabolit sekunder yang relatif berbeda antara satu spesies dengan spesies yang lainnya. Dalam spesies yang sama, jenis maupun konsentrasi metabolit sekunder setiap individu relatif berbeda, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, lingkungan,

tahap pertumbuhan, jenis organ, genetik, dan serangan patogen (Taiz dan Zeiger 2005). Sebagai contoh *Catharanthus roseus* mengakumulasi ajmalisin pada bagian akar, sedangkan cataranthin pada bagian daun (Joy *et al.* 1998). Antosianin pada tumbuhan diproduksi lebih banyak pada saat terjadi pembungaan, dibandingkan dengan tahapan lainnya.

Metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan, fungsinya berhubungan dengan pertahanan terhadap serangan patogen (mikroba) maupun adaptasi terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan. Sifat metabolit tersebut diadopsi oleh manusia dan kemudian dikembangkan sebagai bahan obat. Silalahi (2017) menyatakan bahwa bunga *Etilingera elatior* memiliki jenis essensial oil pada bunga lebih banyak dibandingkan buah, batang, dan daun. Perbedaan kandungan metabolit sekunder pada setiap organ mengakibatkan perbedaan pemanfaatannya. Sebagai contoh rhizoma *Curcuma longa* dimanfaatkan sebagai obat diare, sedangkan daunnya sebagai bahan sauna tradisional (Silalahi 2014).

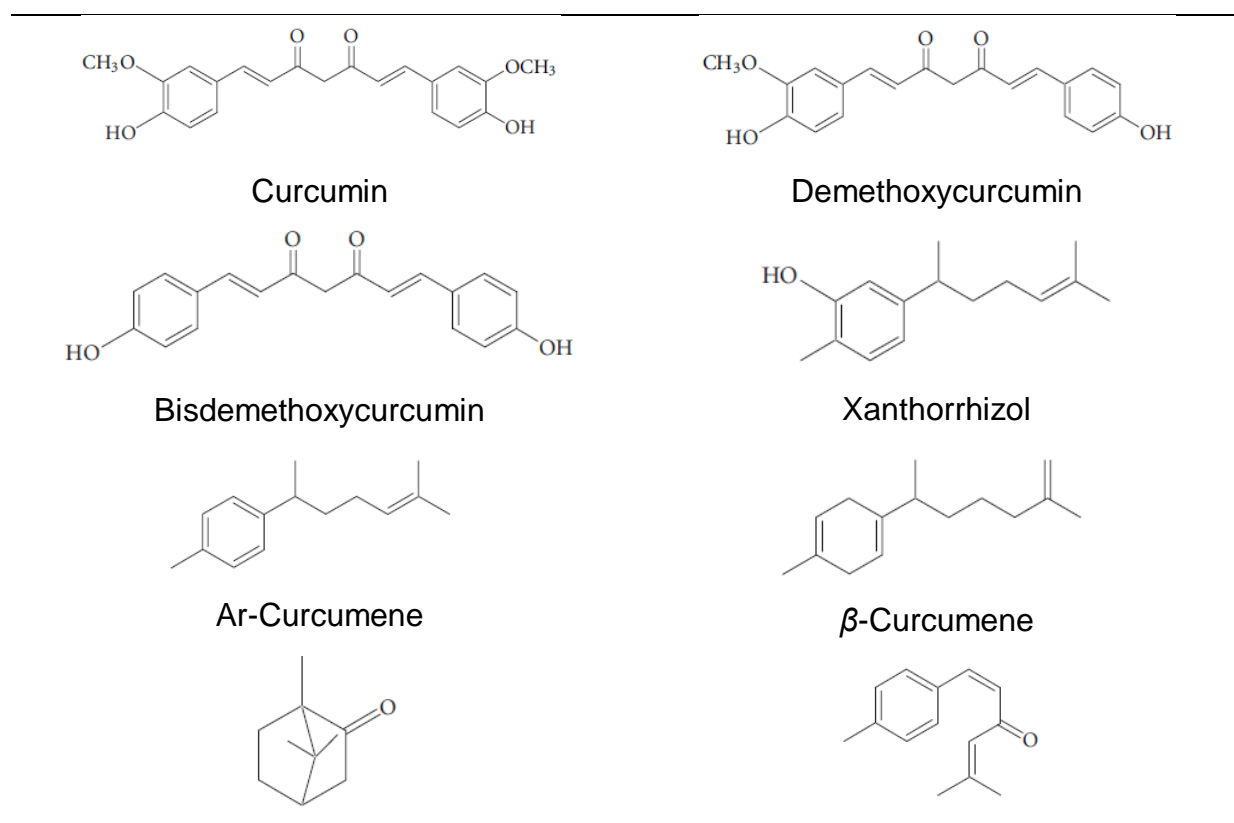
Metabolit sekunder pada tumbuhan sebagian besar disintesis dari senyawa antara dari proses metabolisme primer. Perbedaan jalur

metabolisme dan prekusornya mengakibatkan produk akhir yang dibentuk (Taiz dan Zeiger 2006). Biosintesis metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki empat prekursor utama yaitu eritrosa-4-fosfat, fosfoenolpiruvat, piruvat, dan 3-fosfoglisarat (Taiz dan Zeiger 2006). Masing-masing prekursor kemudian akan membentuk jalur biosintesis kelompok senyawa metabolit sekunder.

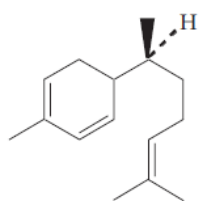
Zingiberaceae dilaporkan memiliki senyawa utama yang disebut dengan *zingiberene*, dari kelompok

senyawa seskuiterpenoid (Duke 2003). Tabel 1. menunjukkan jenis dan struktur metabolit sekunder pada *Curcuma xanthorrhiza*. Xanthorrhizol merupakan senyawa sesquiterpene dengan berat molekul 218 (Lee *et al.* 2008). Rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* mengandung senyawa utama xanthorrhizol dengan konsentrasi mencapai 64,38% (Helen *et al.*, 2012), walaupun demikian kadar xanthorrhizol yang diperoleh dari rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* dipengaruhi oleh zat yang digunakan dalam ekstraksi.

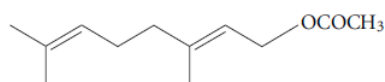
Tabel 1. Struktur dari senyawa utama dari *Curcuma xanthorrhiza* (Jantan *et al.* 2012).



Camphor

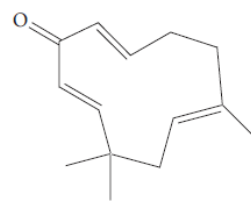


Zingiberene



Geranyl acetate

Ar-Turmerone



Zerumbone

Curcuma xanthorrhiza mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti xanthorrhizol, curcumin, dan senyawa yang mudah menguap atau sering juga dikenal dengan *volatil substances* (Devaraj *et al.* 2010). Xanthorrhizol merupakan suatu senyawa sesquiterpenoid golongan bisabolen (*bisabolane-type sesquiterpenoid*) (Devaraj *et al.* 2010). Rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* juga mengandung gula, saponins, flavonoids, glikosida jantung (*cardiac glycosides*), terpenoids, anthraquinones dan tidak memiliki alkaloids, steroids, tannins, dan phlobatannin (Devaraj *et al.* 2010). Xanthorrhizol merupakan senyawa sesquiterpene dengan berat molekul 218 (Lee *et al.* 2008; Mangunwardoyo *et al.* 2012; Lee *et al.* 2008).

Rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* disamping kaya akan sesquiterpenes

(seperti xanthorrhizol, bisacumul, bisacurool, bisacurone, dan zingiberene) juga mengandung curcuminoids sebesar 1-2% (Duke 2003). Warna kuning pada rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* berhubungan dengan kandungan curcuminoids (Aggarwal *et al.* 2006) seperti halnya yang dimiliki oleh rhizoma *Curcuma longa* (Jurenka 2009). Walaupun demikian kandungan curcuminoid pada *Curcuma longa* lebih tinggi (7,1%) dibandingkan dengan curcuminoids pada *Curcuma xanthorrhiza* (5,0%) (Jantan *et al.* 2012). Hal tersebut mengakibatkan warna rhizoma *Curcuma longa* lebih kuning dibandingkan dengan warna rhizoma *Curcuma xanthorrhiza*. Selain curcuminoids, ternyata curcumin juga merupakan senyawa utama pada *Curcuma domestica* dan konsentrasinya sebesar 3,6%,

sedangkan pada *Curcuma xanthorrhiza* hanya 2,3%. Hal yang sama juga pada jenis bisdemethoxycurcumin yaitu *Curcuma domestica* sebanyak 2,1% sedangkan pada *Curcuma xanthorrhiza* hanya 0.8% (Jantan *et al.* 2012).

Kandungan metabolit sekunder pada organ *Curcuma xanthorrhiza* bervariasi dalam jenis maupun kadarnya. Jantan *et al.* (2012) melaporkan jenis-jenis essential oil yang ditemukan pada rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* antara lain: α -thujene, α -pinene, camphene, β -pinene, cis-pinane, myrcene, α -phellandrene, α -terpinene, 1,8-cineole, (z)- β -ocimene, γ -terpinene, 6,7-epoxymyrcene, camphor, cis-dehydro- β -terpineol, α -terpineol, terpinen-4-ol, ethyl-4e-octenoate, dihydro citronellol acetate, α -cubebene, (z)- β -damascenone, n-undecanol, geranyl acetate, β -cubebene, methyl perillate, (z)-isoeugenol, α -cis-bergamotene, methyl undecanoate, β -humulene, (z)- β -farnesene, γ -elemene, (E)- β -farnesene, (E)-ethyl cinnamate, ar-curcumene, γ -curcumene, β -bisabolene, (z)- γ -bisabolene, β -curcumene, β -sesquiphellandrene, 1,10-decanediol, (z)-isoeugenol acetate, caryophyllene oxide, thujopsan-2- α -ol, sesquithuriferol,

1,10-di-epi-cubenol, citronellyl pentanoate, cis-cadin-4-en-7-ol, cubenol, α -eudesmol, (e)-amyl cinnamic alcohol, (e)-citronellyl tiglate, β -bisabolol, ar-curcumen-15-al, 1-phenyl-hepta-1,3,5-triynne, 4-hydroxy-3-methoxy-cinnamaldehyde, chamazulene, (e, z)-farnesol, α -bisabolol oxide a, xanthorrhizol, butyl dodecanoate.

Manfaat

Curcuma xanthorrhiza telah dimanfaatkan sejak ratusan tahun lalu oleh manusia sebagai obat tradisional. Masyarakat lokal di Indonesia memanfaatkan *Curcuma xanthorrhiza* sebagai obat antara lain: obat maag (Silalahi *et al.* 2015a), diare, sakit perut, kurang gigi, luka (Silalahi 2014). Pemanfaatan *Curcuma xanthorrhiza* sebagai obat tradisional berhubungan dengan bioaktivitasnya. Berbagai peneliti telah berhasil mengemukakan bioaktivitas *Curcuma xanthorrhiza* antara lain: anti-inflamatori, obat luka, menurunkan kolesterol serum darah (Beynen 1987; Dirsch *et al.* 1998), anti karsinogenik (Beynen 1987; Dirsch *et al.* 1998; Kim *et al.* 2014), antioksidan dan anti diabetik (Kim *et al.* 2014), antibakterial, antifungal, anticancer, phytoestrogenic, dan neuroprotective

(Hwang *et al.* 2000; Lim *et al.* 2005), namun dalam artikel ini difokuskan pada pemanfaatan *Curcuma xanthorrhiza* sebagai anti mikroba (anti bakterial, anti fungal), antidiabetik, dan antioksidan. Pemanfaatan sebagai anti mikroba berhubungan dengan pemanfaatan sebagai pengawet makanan maupun sebagai obat diare.

Anti mikroba

Tumbuhan yang digunakan anti mikroba merupakan tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba atau merusak komponen sel mikroba. Ekstrak *Curcuma xanthorrhiza* memiliki aktivitas sebagai anti bakteri (Lee *et al.*, 2008; Mangunwardoyo *et al.* 2012; Anjusha dan Gangaprasad 2014), anti candida dan anti fungi (Rukayadi *et al.* 2006; Rukayadi dan Hwang, 2007). Kemampuan *Curcuma xanthorrhiza* untuk menghambat pertumbuhan mikroba berhubungan dengan pemanfaatannya sebagai obat maupun sebagai pengawet makanan.

Xanthorrhizol dari *Curcuma xanthorrhiza* mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus* (Lee *et al.* 2008), *Klebsiella pneumoniae*

(Anjusha and Gangaprasad 2014), *Pseudomonas aeruginosa* (Anjusha dan Gangaprasad 2014). Mikroba merupakan organisme yang mengakibatkan berbagai jenis penyakit pada manusia seperti diare atau gangguan saluran pencernaan pada manusia. Sebagian besar diare pada manusia disebabkan oleh kontaminasi mikroba pada makanan. Beberapa mikroba penyebab pembusukan makanan antara lain: *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Vibrio parahaemolyticus*, sehingga sangat efektif digunakan sebagai pengawet makanan (Lee *et al.* 2008). Walaupun demikian namun xanthorrhizol tidak mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri seperti *C. jejuni*, *Escherichia coli*, *S. sonnei*, and *Y. Enterocolitica* (Lee *et al.* 2008), untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efek dari xanthorrhiza pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Hal yang berbeda ditemukan oleh (Lew *et al.* 2015) bahwa, pada konsentrasi xanthorrhiza hingga 5% mampu menghambat pertumbuhan dan menginaktifkan bakteri *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*,

Pseudomonas spp. dan *Staphylococcus aureus* pada jamur (*Pleurotus sajor-caju*), sehingga sangat potensial digunakan sebagai sanitiser makanan. Untuk beberapa bakteri penyebab pembusukan makanan antara lain bakteri gram positive (*B. cereus*, *C. perfringens*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*) dan bakteri gram-negative (*Salmonella typhimurium* and *V. parahaemolyticus*). Pemanfaatan *Curcuma xanthorrhiza* sebagai pengawet makanan alami memiliki kelebihan dibanding dengan pengawet sintetis karena tidak bersifat toksik. Ekstrak ethanol *Curcuma xanthorrhiza* menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan *S. mutans* pada konsentrasi 1.0-5.0% (w/v) (Mangunwardoyo *et al.* 2012),

Antidiabetik

Penelitian tumbuhan yang berpotensi sebagai anti diabetik semakin meningkat, hal tersebut berhubungan dengan makin meningkatnya penderita diabetes mellitus di dunia termasuk Indonesia. Berbagai masyarakat mengindentikkan penyakit diabetes mellitus berhubungan dengan kelebihan kadar gula di dalam tubuh, sehingga untuk menetralsasinya dibutuhkan

tumbuhan yang secara empirik memiliki rasa pahit (Silalahi 2015a). Secara umum diketahui bahwa alkaloid dan tanin merupakan metabolit sekunder yang memiliki rasa pahit.

Terdapat dua jenis tipe penyakit diabetes mellitus pada manusia yang disebut dengan tipe 1 dan tipe 2. Diabetes mellitus tipe 2 berhubungan dengan obesitas. Obesitas menyebabkan jaringan target resisten terhadap insulin (insulin-resistant) dan beresiko tinggi terhadap penyakit diabetes tipe 2 (Arcari *et al.* 2011; Vazquez-Prieto *et al.* 2012). Diabetes tipe 2 ditandai dengan peningkatan pelepasan asam lemak dari jaringan adiposa, penekanan penurunan output glukosa di hati, dan berkurangnya penyerapan glukosa yang diinduksi insulin pada otot (van Greevenbroek *et al.* 2013).

Wiryodidagdo (2000) menyatakan bahwa tumbuhan utama berkhasiat sebagai obat penyakit diabetes mellitus merupakan tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang mampu menekan atau merangsang kerja kelenjar endokrin, sehingga dapat memengaruhi produksi hormon dan mengubah proses fisiologi organ tubuh. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian xanthorrhizol (10 atau 25mg/kg/hari) atau ekstrak

Curcuma xanthorrhiza (50 atau 100mg/kg/hari) mampu menurunkan dengan cepat kadar glukosa darah secara signifikan pada tikus percobaan (Kim *et al.* 2015). Selain menurunkan kadar gula darah ternyata pemberian xanthorrhizol atau ekstrak *Curcuma xanthorrhiza* juga menurunkan insulin, glukosa, asam lemak bebas (*free fatty acid*), dan triglyceride di dalam serum (Kim *et al.* 2015).

Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang menghambat radikal bebas bebas di dalam tubuh. Senyawa yang berasal dari golongan fenolik lebih banyak dikenal sebagai antioksidan (Chan *et al.* 2007). Ekstrak methanol dari rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* menunjukkan mampu menghambat aktivitas oksidasi copper-mediated dari LDL (*low density lipid*). Ekstrak metanol dan etanol dari curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin rhizoma *Curcuma xanthorrhiza* menghambat probucol dengan nilai hingga (IC50 atau 0,57 $\mu\text{mol/L}$) (Jantan *et al.* 2012). Kandungan curcuminoids, xanthorrhizol, ar-turmerone dan zerumbone lebih tinggi jika diekstrak dengan methanol dibandingkan dengan etanol (Jantan *et al.* 2012). Kurkumin terbukti mengurangi

kerusakan oksidatif dan defisit memori yang terkait dengan penuaan (Prasetya and Yuliani, 2014).

KESIMPULAN

1. *Curcuma xanthorrhiza* secara tradisional dimanfaatkan sebagai obat luka, maag, sakit perut dan juga sebagai pengawet makanan.
2. Xanthorrhizol senyawa utama pada *Curcuma xanthorrhiza* yang memiliki bioaktivitas sebagai antimikroba, antioksidan dan antidiabetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjusha S. and Gangaprasad A. 2014. Phytochemical and Antibacterial Analysis of Two Important *Curcuma* species, *Curcuma aromatica* Salisb. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. (Zingiberaceae), *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(3): 50-53.
- Araújo, C.A.C., & Leon, L.L. (2001). Biological activities of *Curcuma longa* L., *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 96(5): 723-728.
- Aggarwal, B.B., Bhatt, I.D., Ichikawa, H., Ahn, K.S., Sethi, G., Sandur, S.K., Natarajan, C., Seeram, N., Shishodia, S. (2006). *Turmeric: the Genus Curcuma*. Taylor and Francis, New York: 298-303.
- Arcari, D.P., Bartchewsky, W., dos Santos, T.W., Oliveira, K.A., De

- Oliviera, C.C., Gotardo, E.M., Pedrazzoli, J.J., Gambero, A., Ferraz, L.F., Carvalho, P.O., Ribeiro, M.L., (2011). Anti-inflammatory effects of yerba maté extract (*Ilex paraguariensis*) ameliorate insulin resistance in mice with high fat diet-induced obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology* 335(2): 110-115.
- Beynen, A.C. (1987). Lowering of serum cholesterol by Temoe Lawak singer, a curcuma mixture. *Artery* 14: 190-197.
- Burkill, I.H. (1966). *A Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula*, vol. 1-2, Ministry of Agriculture and Co-operative, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., & Omar, M. (2007). Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chem* 104: 1586-1593.
- Devaraj, S., Esfahani, A.S., Ismail, S., Ramanathan, S., & Yam, M.F. (2010). Evaluation of the antinociceptive activity and acute oral toxicity of standardized ethanolic extract of the rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Molecules* 15: 2925-2934
- de Padua, L.S., Bunyaphatsara, N. & Lemmens, R.H.M.J. (Editors). (1999). *Plant resources of South-East Asia* No 12(1). Medicinal and Pousionous Plants 1. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherland: 711hlm.
- Dirsch, V.M., Stuppner, H. & Vollmar, A.M. (1998). The griess assay: suitable for a bio-guided fractionation of anti-inflammatory plant extracts. *Planta Med.* 64: 423-426.
- Duke, J.A., Bogenschutz-Godwin, M.J., du Cellier, J. (2003). *Handbook of Medicinal Spices*. CRC Press, London: 150-152.
- Helen, M.P.A., Gomathy, S.K., Jayasree, S., Nizzy, A.M., Rajagopal, B., & Jeeva, S. (2012). Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2(2): S637-S640.
- Hwang, J.K., Shim, J.S., Baek, N.I., & Pyun, Y.R. (2000). Xanthorrhizol: a potential antibacterial agent from *Curcuma xanthorrhiza* against *Streptococcus mutans*. *Planta Medica*, 66(2): 196-197.
- Jantan, I., Saputri, F.C., Qaisar, M.E., & Buang, F. (2012). Correlation between Chemical Composition of *Curcuma domestica* and *Curcuma xanthorrhiza* and their antioxidant effect on human low-density lipoprotein oxidation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1-10. doi:10.1155/2012/438356.
- Joy, P.P., Thomas, J., Mathew, S., & Skaria, B.P. (1998). *Medicinal Plants*. Kerala: Kerala Agricultural University. 210 hlm.
- Jurenka, J.S. (2009). Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: A Review of Preclinical and Clinical Research Alternative. *Medicine Review* 14(2): 141-153.

- Kim, M.B., Kim, C., Song, Y., & Hwang, J.K. (2014). Antihyperglycemic and Anti-Inflammatory Effects of Standardized *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. Extract and Its Active Compound Xanthorrhizol in High-Fat Diet-Induced Obese Mice. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/205915>
- Larsen, K., & Larsen, S.S. (2006). *Gingers of Thailand*, Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai.
- Lawrence, G.H.M. (1951). *Taxonomy of Vascular Plant*. New York: John Wiley & Sons
- Lee, L.Y., Shim, J.S., Rukayadi, Y., & Hwang, J.K. (2008). Antibacterial Activity of Xanthorrhizol Isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. against Foodborne Pathogens, *Journal of Food Protection* 71(9): 1926-1930.
- Lew, K.F., Goh, G.L., Son, R., & Rukayadi, Y. (2015). Effect of Javanese turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) extract on natural microflora of oyster mushroom (*Pleurotus sajur-caju*) and its sensory acceptability. *International Food Research Journal* 22(6): 2446-2451.
- Lim, C.S., Jin, D.Q., Mok, H. Oh S.J., Lee J.U., Hwang, J.K., Ha, L., & Han, J.S. (2005). Antioxidant and antiinflammatory activities of xanthorrhizol in hippocampal neurons and primary cultured microglia. *Journal of Neuroscience Research* 82(6): 831-838.
- Mangunwardoyo, W., Deasywaty, Usia, T. 2012. Antimicrobial and Identification Of Active Compound *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *International Journal of Basic & Applied Sciences* 12(01): 69-78.
- Munim, A. & Hanani, E. (2011). *Fisioterapi Dasar*. Dian Rakyat. Jakarta: viii + 356hlm.
- Prasetya, DY., S. Yuliani. 2014. Aktivitas Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Pada Radial Arm Maze Dan Pasive Avoidance Test Tikus Model Demensia. *Pharmacia*, 4(2): 157-164.
- Rukayadi, Y., & Hwang, J.K. (2006). Effect of coating the wells of a polystyrene microtiter plate with xanthorrhizol on the biofilm formation of *Streptococcus mutans*. *J. Basic Microbiol.* 46: 410-415.
- Saensouk, P., Theerakulpisut, P., Thammathaworn, A., Saensouk, S., Maknoi, C., & Kohkaew, P. (2015). Pollen morphology of genus *Curcuma* (Zingiberaceae) in Northeastern Thailand. *Scienceasia* 41: 1513-1874.
- Srirugsa, P., Larsen, K., & Maknoi, C. (2007). The Genus *Curcuma* L. (Zingiberaceae): distribution and classification with reference to species diversity in Thailand. *Gardens Bulletin Singapore* 59(1&2): 203-220.
- Skornickov, J., & Sabu, M. (2005). The identity and distribution of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.

- (Zingiberaceae). *Gardens' Bulletin Singapore* 57: 199-210
- 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].
- Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, E.B., & 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. & 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. (2017). Senyawa metabolit sekunder pada *Etingera elatior* (Jack) R. M. Smith. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Sainteks*, 20 Mei 2017. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Solo: 37-43.
- Sylvester, W. S., Son, R., Lew, K. F. and Rukayadi, Y. 2015. Antibacterial activity of Java turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) extract against *Klebsiella pneumoniae* isolated from several vegetables, *International Food Research Journal* 22(5): 1770-1776.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland.
- Vazquez-Prieto, M.A., Bettaieb, A., Haj, F.G., Fraga, & Oteiza, P.I. (2012). (-)-Epicatechin prevents TNF α -induced activation of signaling cascades involved in inflammation and insulin sensitivity in 3T3-L1 adipocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 527 (2): 113-118.
- van Greevenbroek, M.M.J., Schalkwijk, C.G. & Stehouwer, C.D.A. (2013). Obesity-associated low-grade inflammation in type 2 diabetes mellitus: causes and consequences, *Netherlands Journal of Medicine* 71(4): 174-187.
- Wirjowidagdo, S. (2000). *Kimia dan farmakologi bahan alam Edisi I*. Direktorat Pembinaan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. ix + 325