

# ZINGIBERACEAE

(Botani, Bioaktivitas dan Metabolit Sekunder)



Marina Silalahi

**UKI PRESS  
JAKARTA  
2023**

# ZINGIBERACEAE

(Botani, Bioaktivitas dan Metabolit Sekunder)

ISBN 978-623-8012-56-5



2023

*Diterbitkan oleh:*

UKI Press

Pusat Penerbitan dan Publikasi Universitas Kristen Indonesia

Jl. Mayjen Sutoyo No. 2, Cawang, Jakarta Timur

13630 - Indonesia

021-8092425

# ZINGIBERACEAE

**(Botani, Bioaktivitas dan Metabolit Sekunder)**

**Marina Silalahi**

**ISBN 978-623-8012-56-5**

Editor Naskah

1. Endang Christine Purba
2. Stephani Hizkia Samosir
3. I.G.A.D. Sawitri

Dipublikasikan pertama kali pada Januari 2023

**UKI PRESS**  
**Jakarta**  
**2023**

## KATA PENGANTAR

Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena pertolongan-Nya saya dapat menyelesaikan Buku “Zingiberaceae (Botani, Bioaktivitas dan Metabolit Sekunder)”. Meskipun banyak rintangan dan hambatan dalam proses pembuatan buku ini, Puji Tuhan di dalam pembuatan Buku ini saya berhasil menyelesaikannya dengan baik. Adapun tujuan penyusunan ini adalah untuk memenuhi kebutuhan dasar pembaca dan mahasiswa. Penyusunan Buku ini tentu tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, baik berupa dukungan materi maupun moril. Penulis menyadari bahwa Buku ini jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat positif untuk menyempurnakan Buku ini.

Buku ini disiapkan untuk membantu pembaca dan mahasiswa memahami Zingiberaceae terutama jenis-jenis yang sering dimanfaatkan sebagai obat tradisional terutama di Indonesia. Secara empirik terlihat bahwa berbagai jani Zingiberaceae banyak diperjualbelikan di berbagai pasar tradisional dan juga sering dibudidayakan di pekarangan maupun kebun.

Penulisan buku ini didasarkan pada kajian literatur dan eksplorasi di lingkungan sekitar khususnya di Sumatera Utara. Buku ini juga dilengkapi dengan foto-foto yang membantu pembaca untuk memvisualisasikan jenis-jenis Zingiberaceae yang dituliskan. Buku ini terdiri dari 8 Bab. Semoga buku ini memberi manfaat bagi kita. Akhir kata saya ucapkan terimakasih dan salam buat kita semua.

Jakarta, Januari 2023

Marina Silalahi

## DAFTAR ISI

	Hal
SAMPUL .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I. BANGLE ( <i>Zingiber montanum</i> (J.Koenig) Link ex A.Dietr.).	1
1.2. Botani <i>Zingiber montanum</i> .....	2
1.3. Metabolit Sekunder <i>Zingiber montanum</i> .....	5
1.4. Manfaat dan Bioaktivitas.....	7
BAB II. KAPULAGA ( <i>Amomum compactum</i> Soland ex Maton)....	13
2.1. Botani <i>Amomum compactum</i> .....	15
2.2. Manfaat <i>Amomum compactum</i> .....	18
2.3. Konservasi <i>Amomum compactum</i> .....	22
BAB III. KENCUR ( <i>Kaempferia galanga</i> L.) .....	29
3.1. Botani <i>Kaempferia galanga</i> L. ....	31
3.2. Essensial Oil <i>Kaempferia galanga</i> .....	33
3.3. Manfaat dan Bioaktivitas .....	38
BAB IV. KUNYIT ( <i>Curcuma longa</i> L.).....	50
4.1. Botani <i>Curcuma longa</i> L.....	51
4.2. Manfaat dan Bioaktivitas <i>Curcuma longa</i> .....	54
4.3. Metabolit Sekunder .....	60
BAB V. KUNYIT PUTIH ( <i>Curcuma zedoaria</i> (Christm.) Roscoe)..	68
5.1. Botani <i>Curcuma zedoaria</i> .....	69

5.2. Metabolit Sekunder <i>Curcuma zedoaria</i> .....	71
5.3. Manfaat <i>Curcuma zedoaria</i> .....	74
BAB VI. LENGKUAS ( <i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.) .....	87
6.1. Botani <i>Alpinia galanga</i> .....	88
6.2. Essensial Oil <i>Alpinia galanga</i> .....	90
6.3. Manfaat dan Bioaktivitas.....	95
BAB VII TEMULAWAK ( <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.).....	103
7.1. Botani <i>Curcuma xanthorrhiza</i> .....	104
7.2. Metabolit Sekunder.....	105
7.3. Manfaat dan Bioaktivitas.....	110
BAB VIII TEMU KUNCI ( <i>Boesenbergia rotunda</i> (L.) Mansfeld)	120
8.1. Botani <i>Boesenbergia rotunda</i> .....	121
8.2. Manfaat dan Bioaktivitas.....	124
8.3. Metabolit Sekunder.....	127
GLOSSARY.....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	138

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
1.1	<i>Zingiber montanum</i> (Koenig) Dietrich .....	3
2.1	Morfologi dari <i>Amomum compactum</i> Sol. ex Maton..	17
2.2	Karakter <i>Amomum compactum</i> Sol. ex Maton).....	18
3.1	<i>Kaempferia galanga</i> L.....	33
4.1	<i>Curcuma longa</i> L. atau Kunyit.....	54
5.1	Rhizoma kunyit putih ( <i>Curcuma zedoaria</i> ).....	70
5.2	Struktur dari berbagai senyawa yang telah diisolasi dari rhiizoma <i>Curcuma zedoaria</i> .....	74
6.1	<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.).....	89
6.2	Jalur Sintesis monoterpenoid dan seskuiterpenoid...	92
7.1	<i>Curcuma zanthorrhiza</i> Roxb.....	105
8.1	<i>Boesenbergia rotunda</i> (L.). Mansfeld.....	122
8.2	Struktur beberapa essensial oil yang terdapat pada <i>Boesenbergia rotunda</i> .....	127

## DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
1.1	Manfaat <i>Curcuma longa</i> oleh masyarakat lokal Indonesia .....	55
7.1	Struktur dari senyawa utama dari <i>Curcuma xanthorrhiza</i> .....	106



## **BAB I**

### **BANGLE (*Zigiber montanum* (J.Koenig) Link ex A.Dietr.)**

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 sebagian mejadi 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 dikelompokan menjadi obat tradisional, herbal terstandar, dan fitofarmaka. Tumbuhan obat tradisional merupakan tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat yang khasiatnya didasarkan bukti empirik saja. Walaupun hanya didasarkan bukti empirik saja, 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.

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

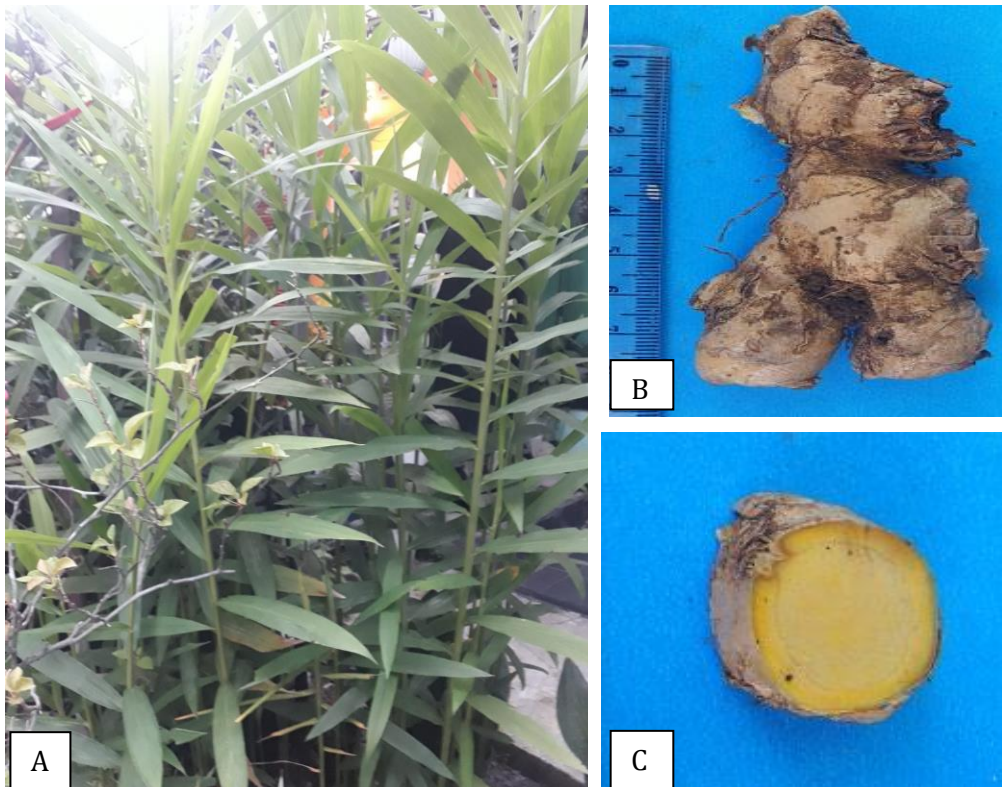
obat tradisional diduga berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktifnya seperti gingerols, shogaols, diarylheptanoids, phenylbutenoids, flavanoids, diterpenoids and sesquiterpenoids (Sivasothy *et al.* 2011). *Zingiber montanum* atau yang dikenal dengan bangle telah lama dimanfaatkan oleh etnis Indonesia 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).

### **1.1. 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 sekali 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, Ausralia, 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. Helaian daun biasanya berbentuk lanset atau elips dengan bagian tepi yang rata, sedangkan

bagian ujung daun runcing atau meruncing (Gambar 1.1). *Inflorescence* atau pembungaan dibentuk di bagian terminal taruk (*shoot*) tanpa daun yang muncul dari rhizoma. Bunga bersifat epigynous, bisexual, dan zygomorphic. Memiliki satu stamen yang fungsional yang berada di bagian tengah belakang dalam lingkaran bunga, sedangkan dua stamen lagi bersifat steril sedangkan stamen yang berada di lingkaran luar tereduksi. Tangkai sari berada di antara *theca* dan stigma kelihatan berada di atas dari anthera (Larsen *et al.* 1999).



Gambar 1.1. *Zingiber montanum* (Koenig) Dietrich. A. Habitus; B. Rhizoma; C. Sayatan melintang rhizome.

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. Helaian 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. Bracktea 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. *Zingiber montanum* rhizomanya menghasilkan cita rasa (*flavour*) dan dapat digunakan untuk menggantikan jahe (*Zingiber officinale*). Di Asia tanaman ini 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).

## **1.2. Metabolit Sekunder *Zingiber Montanum***

*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),  $\alpha$ - pinene,  $\beta$ -pinene, sabinene, myrcene,  $\alpha$ - terpinene,  $\gamma$ -terpinene, limonene, terpinolene, sabmene, 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 *Zingiber 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. montamun* adalah sabinene (15,0%),  $\beta$ -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- methylene, (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 ;  $\beta$ -Bisabolene;  $\beta$ -Elemene; Benzen-1-methyl, 4-(1-methylethyl); Bergamotol, z- $\alpha$ -trans;  $\beta$ -Linalool;  $\beta$ -Myrcene; Borneol; Bornyl acetate;  $\beta$ -Phellandrene;  $\beta$ -Pinene ; $\beta$ -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; g-Caryophyllene;  $\gamma$ -Methylfuran; Longipinocarvone;  $\gamma$ -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  $\alpha$ -Thujene;  $\alpha$ -Pinene; Camphene; (Z)-Ocimene;  $\beta$ -Pinene;  $\beta$ -myrcene; 4-terpinyl acetate; m-Cymene;  $\beta$ -Phellandrene; g-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; g-Selinene;  $\alpha$ -Selinene;  $\alpha$ -Bergamotene;  $\beta$ -Bisabolene;  $\beta$ -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  $\alpha$ -zingiberene, ar-curcumene,  $\beta$ -bisabolene, dan  $\beta$ -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).

### **1.3. Manfaat dan 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 *secre in vitro* dan *in vivo* serta uji klinik bangle memiliki efek farmakologi sebagai anti-inflamatori, anti mikroba, analgesik (Sing et al 2015), obesitas (Iswantini et al 2011).

#### **A. Anti Inflamatori**

*Zingiber purpureum* telah lama sebagai obat untuk terkilir, contusions, joint inflammations, muscular pain, abscesses, 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 retinoic acid (RA), 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 bangle sebagai anti inflamantori dan anti oksidan berhubungan dengan kandungan curcuminoidnya. Anti inflamantori, analgesik dan antipiretik berhubungan dengan adanya phenylbutenoids. Phenylbutenoid (E)-4-(3',4'-dimethoxyphenyl-but-3-en-1-ol menunjukkan efek relaksasi pada uterus tikus. Ekstrak etanol dari *Z. montanum* dan *Z. zerumbet* memiliki efek cholagogic dan anastesis tikus (de Guzman and Simeonsma 1999).

## **B. 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 essential yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogenik seperti *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella paratyphi*, *S. typhi*, dan *Shigella flexneri* (de Guzman and Simeonsma 1999).

### **C. Anti Obesitas**

Obesitas merupakan salah satu ancaman kesehatan di dunia akhir-akhir ini, karena kelebihan berat badan. Hal tersebut disebabkan adanya gangguan metabolisme 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 & Peikin 2002; Yanovski & Yanovski, 2002). Pancreatic lipase merupakan enzim yang sangat penting dalam pencernaan dan absorpsi trigliserida (Embleton & Pouton 1997). 100 ppm ekstrak etanol daun *Z. cassumunar* menghambat paling tinggi terhadap aktivitas pancreatic lipase (29.17%), sedangkan campuran antara *Z. cassumunar*, *G. ulmifolia*, dan daun *M. Paniculata* dengan ratio of 25:25:25 menghambat (21.58%). Efek ini 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).

### **D. 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) dan (E)-4-(3',4'-dimethoxyphenyl)but-3-en-1-ol (Compound D), telah diidentifikasi dari faksi hexane *Zingiber cassumunar* yang digunakan

untuk mengurangi rasa sakit pada osteoarthritis (OA) dan rheumatoid arthritis (RA). Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas sebagai chondroprotective secara *in vitro*. Eksplan articular cartilage yang dikultur yang mengandung 7 ng/ml interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) yang mengandung senyawa Compound C atau Compound D dengan konsentrasi 10 dan 100  $\mu$ M secara signifikan menghambat degenerasi IL-1 $\beta$ -induced cartilage dengan melestarikan isi dari biomolekul matriks kartilago seperti kolagen dan asam uronat (UA) dalam eksplan kartilago; dan juga mengakibatkan penurunan melepaskan glycosaminoglycans sulfat dan asam hyaluronic (HA) ke dalam media kultur. Peningkatan aktivitas matrix metalloproteinase-2 (MMP-2) dan MMP-13 yang diakibatkan oleh IL-1 $\beta$  secara signifikan berkurang oleh Compound C dan Compound D. Selain itu, hasil menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara dua konstituen aktif dan diacerein, agen anti-rematik yang digunakan dalam OA, dalam kegiatan tersebut pada konsentrasi 100  $\mu$ M. Ini adalah bukti perintis yang menunjukkan sifat chondroprotective potensial dari senyawa aktif *Z. cassumunar* (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 antipiretikc (Panthong et al 1997).

### **Daftar Pustaka**

- Bakkali F, S Averbeck, D Averbeck, and M Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils - A review. *Food Chem. Toxicol.* 46: 446-475.
- Ballinger A, and Peikin SIR. 2002. Orlistat: Its current status as an anti-obesity drug. *Eur J Pharm Sci* 440:109-117.

- Bhuiyan, MNI, JU Chowdhury, and J Begun. 2008. Volatile constituents of essential oils isolated from leaf and rhizome of *Zingiber cassumunar* Roxb. *Bangladesh J. Pharmacol* 3: 69-73.
- Bordoloi AK, J Sperkova, and PA Leclercq. 1999. Essential oils of *Zingiber cassumunar* roxb. From Northeast India. *J Essent Oil Res.* 11: 441-445.
- de Guzman CC, and JS Siemonsma. 1999. *Spices Plant Resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden
- Han AR, MS Kim, YH Jeong, SK Lee and EK Seo. 2005. Cyclooxygenase-2 inhibitory phenylbutenoids from the rhizomes of *Zingiber cassumunar*. *Chem Pharm Bull* 53: 1466-1468.
- Isrul M, G Alam, Sartini, and N Massi. 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, RF Silitonga, E Martatilofa, LK Darusman. 2011. *Zingiber cassumunar*, *Guazuma 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, S Tewtrakul, and P Panichayupakaranant. 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, P Soparat, Panthong A, P Tuntiwachwuttikul, and V Reutrakul. 1987. A uterine relaxant compound from *Zingiber cassumunar*.. *Planta Med* 53: 329-332.

- Kress WJ, LM Prince, and KJ Williams. 2002. The Phylogeny And A New Classification Of The Gingers (Zingiberaceae): Evidence From Molecular Data. 2002. *American Journal of Botany* 89(11): 1682–1696. 2002.
- Larsen K, H Ibrahim, SH Khaw, and LG Saw. 1999. Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore. Kota Kinabalu: Natural History Publications (Borneo
- Ong-chai S, P Chotjumlom, P Kongtawelert, and S Krisanaprakornkit. 2008. *Zingiber Cassumunar* Roxb. inhibits hyaluronan production in human oral fibroblasts. *Chiang Mai Medicall Journal* 47(4): 177-187.
- Pithayanukul P, J Tubprasert, and M Wuthi-Udomlert. 2007. In vitro antimicrobial activity of *Zingiber cassumunar* (Plai) oil and a 5% plai oil gel. *Phytother Res.* 21: 164-169.
- Sabulal B, M Dan, R Kurup, NS Pradeep, RK Valsamma, and V George. 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. p. 140.
- Sivasothy Y, WK Chong, A Hamid, IM Eldeen, SF Sulaiman, and K Awang. 2011. Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chem.* 124: 514-517.

- Sukatta U, P Rugthaworn, P Punjee, S Chidchenchey and V Keeratinijakal. 2009. Chemical composition and physical properties of oil from plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) obtained by hydro distillation and hexane extraction. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 212 – 217.
- Tripathi P, NK Dubey, and AK Shukla. 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 SZ, and JA Yanovski. 2002. Obesity. *New England J Med* 346: 591-602.

## BAB II

### KAPULAGA (*Amomum compactum* Soland ex Maton)

Zingiberaceae atau empon-emponan telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat lokal Indonesia untuk tujuan pengobatan maupun untuk bumbu masak. Zingiberaceae memiliki sekitar 1300 spesies dan 50 genus (Delin et al 2000). *Amomum* dan *Alphinia* merupakan dua genus dari Zingiberaceae dengan jumlah spesies terbanyak. *Amomum* memiliki sekitar 150 spesies (Delin et al 2000) sampai 170 species (Lamxay 2011) yang tersebar luas di daerah Asia dan Australia (Delin et al 2000) dan sekitar 20 spesies terdapat di Indonesia (Setiawan et al 2014).

Kapulaga, secara botani berasal dari 3 genus yaitu *Elettaria*, *Amomum*, dan *Aframomum*. Dalam perdagangan internasional kapulaga dikenal dengan nama *Cardomum*, yang dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *green cardomum*, *black cardomum*, dan *Madagascar cardamom*. *Green cardamom* disebut kapulaga sejati (*true cardamom*), yang hanya dihasilkan dari satu spesies yaitu *Elettaria cardamomum*. *Black cardomun* (kapulaga hitam) dihasilkan dari empat spesies dari genus *Amomum* yaitu *Amomum aromaticum*, *Amomum compactum*, *Amomum subulatum* dan *Amomum testaceum*. *Madagascar cardamom* dihasilkan dari tiga spesies yaitu *Aframomum angustifolium*, *Aframomum corrarima*, dan *Aframomum melegueta*.

*Amomum compactum* merupakan salah satu spesies penghasil *black cardamom* yang berasal dari pulau Jawa sehingga disebut juga dengan nama *Java cardamom* (Setiawan et al 2014). *Amomum compactum* merupakan tanaman asli Indonesia dan tumbuh liar di hutan di pulau Jawa (de Guzman and Siemeonsma 1999), namun saat ini sudah

banyak dibudidakan diberbagai daerah di Indonesia. Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Sumatera Barat merupakan beberapa daerah penghasil *Amomum compactum*.

Masyarakat Indonesia memanfaatkan *Amomum compactum* untuk berbagai tujuan seperti: bumbu masak, minuman kesehatan, obat tradisional, dan aroma terapi (Setiawan et al 2014). Dalam bidang kuliner, buah *Amomum compactum* merupakan salah satu bumbu utama untuk masakan kari, rendang, dan gulai. Makanan yang diberi tambahan buah kapulaga memiliki aroma khas, lebih tahan lama, dan lebih awet. Selain dimanfaatkan sebagai bumbu masak *Amomum compactum* juga dimanfaatkan sebagai bahan obat. Di China buah *Amomum compactum* digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit seperti gangguan pencernaan, gangguan lambung, *emmenagogues* (merangsang aliran menstruasi dan memungkinkan untuk tujuan aborsi), antipiretik, sedangkan di Malaysia dimanfaatkan sebagai obat batuk dan demam (De Padua et al 1999).

Dalam perdagangan internasional *green cardomum* memiliki nilai ekonomi lebih tinggi dibandingkan dengan *black cardomum*, sehingga diduga akan memengaruhi pelestariannya dalam tulisan ini akan difokuskan pada *Java cardamom* (*Amomum compactum*). Pembudidayaan *cardomum* merupakan salah satu langkah untuk konservasi yang sering dilakukan oleh petani untuk mendapatkan bibit yang unggul, namun disisi lain mengakibatkan variasi *cardomum* yang kurang menguntungkan dari sisi ekonomi akan cenderung hilang. Setiawan et al (2014) perbedaan daerah budidaya *Amomum compactum* ternyata mempengaruhi keragaman genetiknya. Setiap akses *Amomum compactum* yang dibudidayakan di berbagai daerah di pulau Jawa memiliki variasi materi genetik (Setiawan et al 2014).

Selain kecenderungan petani untuk membudidayakan *Amomum compactum* yang unggul, alih fungsi hutan juga menjadi ancaman yang serius dalam konservasinya. Untuk melestarikan *Amomum compactum* diperlukan informasi yang komprehensif mengenai botani dan pemanfaatan dari *Amomum compactum*.

## **2.1. Botani *Amomum compactum***

*Amomum compactum* Soland ex Maton oleh masyarakat lokal Indonesia dikenal dengan nama kapulaga. *Amomum compactum* sinonim dengan *Amomum cardomum* auct. non L. (1753), *Amomum kapulaga* Sprague & Burkill (1929) (de Guzman and Siemonsma 1999). *Amomum compactum* memiliki vernacular name (nama lokal) antara lain: kapulaga (Indonesia, Jawa), *kapol* (Sunda), *puwar pulaga* (Sumatra) (de Guzman and Siemonsma, 1999). Dalam perdagangan internasional *Amomum compactum* dikenal dengan nama *Java cardomum*, diduga berasal dan endemik dari pulau Jawa bagian Barat (de Guzman and Siemonsma, 1999), namun saat ini telah banyak dibudidayakan di pulau Jawa, Sumatra dan Maluku.

*Java cardomum* merupakan anggota dari genus *Amomum* yang merupakan genus terbesar kedua setelah *Alpinia* dalam famili *Zingiberaceae* maupun ordo *Zingiberales*. Genus *Amomum* memiliki sekitar 150 spesies (Delin et al 2000) sampai 170 species (Lamxay 2011), yang terdistribusi di daerah tropis, khususnya di daerah Asia Tenggara namun banyak ditemukan di China, Himalaya dan Australia bagian Barat. Walaupun *Amomum compactum* merupakan tanaman asli Indonesia, namun berdasarkan laporan, di Indonesia dibudidayakan dua jenis *cardomum* yaitu *Java cardamom* (*Amomum compactum* Soland ex.



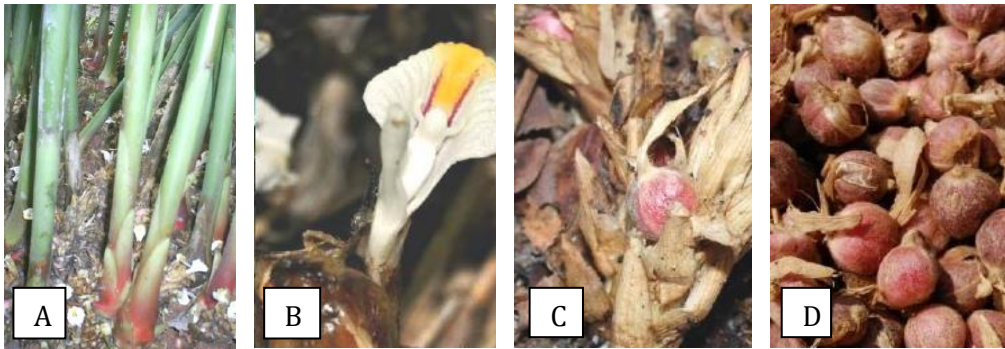
Maton.), dan *true cardamom* (*Amomum cardamomum* L.) (Setiawan et al 2014), namun yang dibahas lebih lanjut adalah *Amomum compactum*.

*Amomum compactum* merupakan tanaman herba aromatik, perennial dengan tinggi hingga mencapai 2 m, dengan rhizoma keras yang subtere dan diameternya sebesar 1-2 cm. Daun sessile dengan *ligula* bundar yang berukuran ukuran 5-7 mm. Helaian daun berbentuk lanset dengan ukuran 25-50 × 4-9 cm, apek daun acuminate bewarna hijau terang. Susunan daun berselang-seling (*alterne*), *distichos*, sesil, memiliki daun dengan aroma ketika dimemarkan.

Pembungaan (*inflorescence*) muncul dari rhizoma lateral dengan tangkai daun yang merunduk (*ascending*). *Inflorescence* memiliki susunan spike (bulir) dengan kalik berukuran 5 × 2,5 cm, bentuk memanjang setelah bunga mekar. Tangkai bunga berukuran 8 cm, dengan braktea bewarna kuning, berbentuk bulat telur hingga lonjong dengan ukuran 2-2,5 cm × 7-10 mm. Kelopak memiliki ukuran 1-1,2 cm dan bagian apek bergigi. Corolla bewarna putih atau kekuningan berbentuk tabung dengan ukuran 1-1,2 cm, dengan lobus lonjong berukuran 8 mm. Labellum kekuningan dengan tulang utama bewarna oranye dan bagian pinggir ungu, berbentuk bulat panjang, 1,5-1,8 × 1-1,5 cm. Filamen berbulu di bagian dasar sedangkan antera berbentuk bulat panjang dengan ukuran 2 mm (Dellin et al 2000).

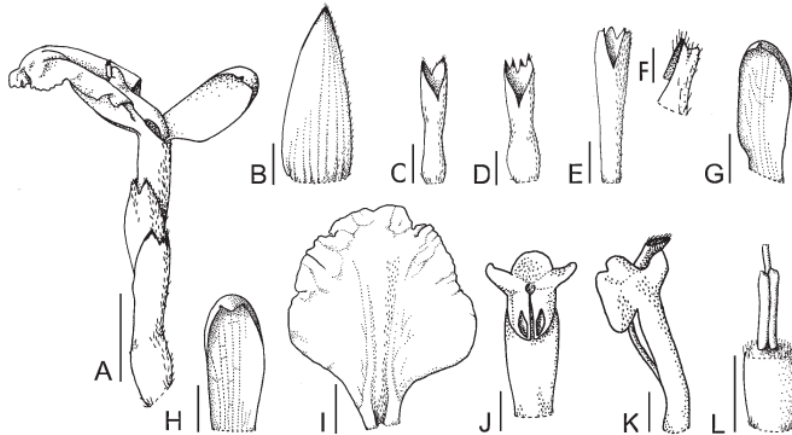
Buah merupakan bagian *Amomum compactum* yang dimanfaatkan baik sebagai bumbu masak maupun sebagai obat. Pembungaan dan pembentukan buah pada *Amomum* mulai ketika berumur 4-5 tahun, namun bunga mekar kurang dari sehari. Pemanenan buah dilakukan setelah 1,5-2,0 bulan setelah berbunga. Walaupun *Amomum compactum* memiliki dan menghasilkan banyak buah, namun dalam pembiakan pada umumnya dilakukan dengan menggunakan

rhizoma yang telah memiliki mata tunas 1-2 buah. Secara alami *Amomum* banyak ditemukan di pinggiran hutan dan lokasi yang lembab (Xia et al 2004).



Gambar 2.1. Morfologi dari *Amomum compactum* Sol. ex Maton: A. rumpun, B. bunga, C. buah, D. Buah (Setiawan et al 2014).

*Amomum* biasanya tumbuh di lantai hutan dengan karakteristik pembungaan (inflorescence) mirip cone compact (Xia et al 2004) dengan buah seperti beery dengan memiliki tiga katup dengan jumlah sudut dibagian biji (De Padua et al 1999). *Amomum* tidak hanya berfungsi sebagai tumbuhan obat dan maupun tumbuhan yang diperdagangkan, namun juga berperan penting dalam ekosistem hutan (Lamxay 2011). Curah hujan akan merangsang pembungaan dan pemuahan akan meningkat setelah adanya pemuahan yang dibantu oleh serangga. Kapulaga dapat tumbuh baik di bawah tegakan hutan rakyat (Sudomo dan Handayani 2013)



Gambar 2.2. Karakter *Amomum compactum* Sol. ex Maton. A. Bunga; B. Bractea; C. Bracteola; D. Bracteola dengan dua lobus yang bifid; E. Kalik; F. Detail dari lobus kaliks; G. Lobus dari korolla lateral; H. Lobus dari corolla dorsal; I. labellum; J–K. Stamen dari dua sisi yang berbeda; L. ovary dan kelenjar yang epigynous glands (Lamxay 2011).

## 2.2. Manfaat *Amomum compactum*

Pemanfaatan famili Zingiberaceae sebagai bahan obat dan bumbu masak telah lama dilakukan oleh masyarakat lokal Indonesia. Beberapa jenis yang telah banyak dimanfaatkan sebagai obat antara lain: jahe (*Zingiber officinale*) sebagai obat batuk, kunyit (*Curcuma longa*) sebagai obat diare, kecombrang (*Etligeria elatior*) sebagai obat demam (Silalahi et al 2015a; Silalahi et al 2015b) maupun kapulaga (*Amomum compactum*). Pemanfaatan tumbuhan sebagai bumbu masak maupun obat berhubungan dengan metabolit sekundernya. Tulisan ini akan difokuskan pemanfaatan *Amomum compactum* sebagai bahan obat.

Aroma yang dihasilkan oleh tumbuhan berhubungan dengan kandungan terpenoid khususnya seskuiterpenoid maupun monoterpenoid yang mudah menguap pada suhu kamar. *Amomum compactum* mengandung cineole sekitar 60-80% dan komponen lain

seperti  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ - pinene, camphene, limonene,  $\rho$ -cymene,  $\alpha$ -terpineol and  $\alpha$ - humulene (Yu et al 1982; Feng et al 2011; Lim 2013). Kandungan esensial oil pada buah cardamom bervariasi antara 2 – 5% dengan komposisi utama 1,8% cineol (hingga 70%) and  $\alpha$  -pinene (16%) (Lim, 2013). Pemanfaatan kapulaga sebagai obat dibahas pada 2.1. sampai dengan 2.4.

### **A. Obat Asma**

Asma merupakan penyakit gangguan saluran pernapasan yang salah satunya ditandai dengan hipersekresi mukus (Buss and Rosenwasser, 2003; Mega et al 2011) yang berasosiasi dengan peningkatan musin dan peningkatan sekresi dari sel-sel inflamatori (Evans and Koo, 2009). Peningkatan mukus diparu-paru sebenarnya sebagai cara pertahanan terhadap masuknya alergen ke dalam tubuh yang berasosiasi dengan peningkatan mast sel immunoglobulin (Ig). Oleh karena itu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat asma adalah tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang dapat menekan sekresi mukus. Jin-Ah. et al (2010) menyatakan ekstrak etanol dari kapulaga menurunkan eosinofil infiltrat dan hipersekresi mukus pada tikus. Pada penderita asma adalah ditandai dengan infiltrasi dari eosinofil dan limfosit ke dalam aliran udara dan juga ditandai dengan peningkatan jumlah selnya. Kombinasi ekstrak air antara *Curcuma domestica*, *Amomum compactum* dan *Blumea balsiminifera* menurunkan jumlah mast cells dan eosinofil pada tikus percobaan (Mutminah et al 2014).

### **B. Kanker**

Pemanfaatan kapulaga sebagai obat kanker telah dilaporkan oleh Deng (2012). Pada prinsipnya tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat anti kanker adalah senyawa yang dapat menghambat pembelahan sel. Beberapa senyawa yang telah dikomersialkan sebagai antikanker

adalah senyawa alkaloid seperti katarantin, vinblastin yang dihasilkan oleh *Catharanthus roseus* (Joy 1998) dan taxol yang diekstrak dari *Taxus* sp.. Informasi kemampuan *Amomum compactum* sebagai obat kanker, sangat menguntungkan karena buahnya dapat dikombinasikan dengan bahan pangan, sehingga mudah dalam pemanfaatannya.

Kanker merupakan kelompok penyakit yang ditandai dengan adanya malignant neoplasm, yang mengakibatkan sel kehilangan kontrol dalam siklus pertumbuhannya (Krishnamurthi, et al 2007). Saat ini penyakit kanker merupakan masalah utama kesehatan di dunia, dan sebagian tipe kanker yang ada mematikan. Stress oksidatif yang diakibatkan oleh radikal bebas merupakan faktor utama penyebab penyakit kanker, yang mengakibatkan mutasi gen, yang berperan sebagai faktor transduksi dan translasi signal intraselluler. Antioksidan menjadi pelindung tubuh untuk mencegah oksidatif stress melalui penstabilan radikal bebas (Ahmed et al 2013). Kanker diakibatkan oleh faktor eksternal (tembakau, zat kimia, radiasi dan infeksi mikroorganisme) dan faktor internal (mutasi yang diwariskan, hormon, kondisi kekebalan (Divisi et al 2006).

Flavonoid kelompok senyawa fenolik yang dikenal karena aktivitas antioksidannya (Agati et al, 2012). Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil fungsional yang terikat pada cincin aromatis (Balasundram et al, 2006), sebagian besar senyawa fenolik bersifat larut dalam air (Lattanzio, 2013). Walaupun belum banyak laporan mengenai kandungan fenolik dari *Amomum compactum*, namun diduga bahwa senyawa tersebut menjadi salah satu kandungan *Amomum campactum*, sehingga untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

### **C. Anti Bakteri**

Prinsip senyawa yang digunakan sebagai anti mikroba adalah tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang dapat merusak membran atau dinding sel. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol buah *Amomum compactum* mampu menghambat berbagai mikroba seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Sari et al 2014; Agaoglu et al 2005) dengan diameter hambatan sebesar  $10,77 \pm 0,92$  mm dan  $14,80 \pm 0,72$  mm secara berturut-turut (Agaoglu et al 2005). Bakteri *E. coli* merupakan bakteri gram negatif, yang ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal, yang dapat menghasilkan eksotoksin yang menyebabkan diare. Ekstrak etil asetat dari buah *Amomum compactum* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar  $15,15 \pm 1,34$  dan  $13,50 \pm 0,70$  mm (Sukandar et al 2015). Hal ini menunjukkan bahwa daya hambat dari ekstrak tergantung pada pelarut yang digunakan.

### **D. Antioksidan**

Antioksidan adalah bahan yang dapat menghambat radikal bebas atau mencegah pembentukan radikal bebas (Chan *et al*, 2007). Senyawa fenolik (Chan *et al*, 2007) dan essential oil merupakan beberapa senyawa yang umum yang digunakan untuk menghambat radikal bebas atau mencegah radikal bebas. Beberapa essential oils seperti linalool, menthol dan limonene dan polyphenol dari golongan fenolik telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan (Allaith, 2008, Amin *et al*, 2004). Widowati et al (2015) menyatakan bahwa *Amomum compactum* memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan berasosiasi dengan aktivitas senyawa fenolik yang terdapat pada kapulaga yang menghambat radikal bebas (Luiz et al 2002).

### **2.3. Konservasi *Amomum compactum***

Hasil hutan non kayu merupakan salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat lokal yang bermukim di pinggiran hutan terutama pada negara yang berkembang termasuk Indonesia. Kapulaga atau *cardomum* yang diperdagangkan sebagian dipanen langsung dari hutan, khususnya di daerah Asia Tenggara. Perdagangan dan komersialisasi dari hasil hutan non kayu mengalami ancaman yang serius dalam biodiversitasnya di Asia Tenggara (Segersall 2011). *Cardomum* merupakan jenis dari famili *Zingiberaceae* khususnya dari genus *Amomum* yang tidak hanya penting sebagai obat maupun dalam perdagangan, namun tanaman ini juga berperan sangat signifikan dalam ekosistem hutan tropis (Lamxay 2011), khususnya di Asia Tenggara. Di sisi lain alih hutan beralih fungsi menjadi pemukiman, perkebunan, maupun pertambangan terus meningkat. Hal tersebut akan mempercepat ancaman pada kelestarian *Cardomum*. Indrawan et al (2007) menyatakan bahwa jika jumlah suatu species yang berada dalam keadaan genting dan jumlahnya terus-menerus menyusut dapat dilakukan upaya konservasi.

Secara umum konservasi atau pelestarian diartikan sebagai usaha untuk melindungi keberadaan atau kelestarian suatu jenis makhluk hidup, namun secara ilmiah konservasi meliputi tiga hal yaitu pemanfaatan (*use*), penelitian (*study*), dan melindungi (*save*) Indrawan et al (2007). Dalam usaha konservasi yang menjadi perhatian utama adanya pemanfaatan secara berkelanjutan. Untuk memanfaatkan hasil yang diberikan makhluk hidup perlu dikaji atau diteliti secara ilmiah terutama kemampuan regenerasi dan distribusinya. Masih banyak spesies dari *Amomum*, yang pengkoleksiannya masih kurang. Beberapa ahli telah

mempelajari taksonomi dari *Amomum* (Lamxay 2011), khususnya *wild cardamoms* (Aubertin 2004).

Konservasi *Cardomum* dapat dilakukan secara *ex-situ* maupun *in-situ*. Konservasi *ex-situ* dapat dilakukan di Kebun Raya, sedangkan konservasi *in-situ* dapat dilakukan di Taman Nasional. Bentuk-bentuk konservasi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, namun secara ekologi konservasi secara *in-situ* lebih menguntungkan dibandingkan dengan konservasi *ex-situ*. Hal tersebut disebabkan mengkonservasi *Cardomum* di habitat aslinya sekaligus juga mengkonservasi jenis-jenis makhluk hidup lain yang berhubungan dengan bambu. Keuntungan lain dari konservasi *in-situ* adalah memberikan kesempatan kepada kapulaga mengikuti proses evolusi dan dapat beradaptasi terhadap lingkungannya, dan juga dapat menjaga kelestarian keragaman genetik.

Keragaman genetik dan pengetahuan keragaman genetik merupakan salah satu kunci utama untuk kelestarian *Cardomum* dimasa mendatang (Setiawan et al 2014). Untuk menentukan spesies yang langka (*endangered*) sangat komplit, khususnya berhubungan dengan famili maupun genus. *Molecular barcoding* dengan menggunakan *DNA-sequences* telah berkontribusi untuk identifikasi dan membedakan spesies. Segersall (2011) telah menggunakan *molecular Barcoding* pada genus *Amomum* Roxb. dengan menggunakan tiga marker yaitu *matK*, *ITS* and *trnL*.

Bystriakova dkk. (2003) menyatakan berbagai hal yang dapat dilakukan untuk mendukung konservasi antara lain: memverifikasi taksonomi dan status konservasi dari berbagai jenis tumbuhan yang masuk dalam *Red List* spesies; memverifikasi taksonomi dan status konservasi dari *Cardomum* yang diprediksi memiliki penyebaran maupun yang terbatas; mengisi kesenjangan informasi seperti



inkonsistensi taksonomi dan kekurangan pengetahuan tentang distribusi spesies melalui kerjasama nasional maupun internasional; mengembangkan metode yang tepat untuk mengetahui sumber daya *Cardomum*, tekanan, dan menggabungkan metodenya dengan metode inventarisasi *non timber forest production* (NTFP) di hutan.

## Daftar Pustaka

- Agaoglu S, Dostbil N, and Alemdar S. 2015. Antimicrobial effect of seed extract of cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton), *YYU Vet Fak Derg.* 16(2): 99-101.
- Agati G, Azarello E, Pollastri S, and Tattini M. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science* 196: 67-76.
- Allaith AAA. 2008. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal Food Science Technology* 43: 1033-1040.
- Amin I, Zamaliah MM, and Chin WF. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
- Aubertin C. 2004. Cardamom (*Amomum spp.*) in Lao PDR: The Hazardous Future of An Agroforest System Product. Forest Products, Livelihoods And Conservation. Case Studies Of Nontimber Forest Products Systems. K. Kusters and B. Belcher. Jakarta, *Center for International Forest Research. Vol. I - Asia.*
- Balasundram N, Sundram K, and Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99: 191-203.

- Bystriakova N, Kapos V, Stapleton C, and Lysenko I. 2003. Bamboo biodiversity Information for planning conservation and management in the Asia-Pacific region. UNEP-WCMC/INBAR A Banson Production, UK: 72.
- Buss WW and Rosenwasswer LJ. 2003. Mechanism of ashma. *Journal Allergy Clini. Immunol.* 111. S799-S804.
- Chan EWC, Lim YY, and Lim TY. 2007. Total phenolic content and antioxidant activity of leaves and rhizomes of some ginger species in Peninsular Malaysia Gardens. *Bulletin Singapore* 59 (1-2): 47-56.
- De Guzman CC, and Siemonsma JS. 1999. Spices. *Plant Resources of Southeast Asia* 13. Leiden: Backhuijs.
- De Padua LS, Bunyapraphatsara, and Lemmens RHMJ. 1999. *Plant resources of South-East Asia* no 12(1). Backhuys Publishers, Leiden.
- Divisi D, Di TS, Salvemini S, Garramone M, and Crisci R. 2006. Diet and cancer. *Acta Biomed* 77: 118-123.
- Dellin WW, Te-lin K, Larsen. 2000. Zingiberaceae. *Flora of China* 24: 322-377.
- Deng S, Hu B, and Hong-Mei A. 2012. Traditional Chinese Medicinal Syndromes and Treatment in Colorectal Cancer. *Journal of Cancer Therapy* 3: 888-897.
- Evans CM, and Koo JS. 2009. Airway mucus: the good, the bad, the sticky. *Pharmacol. Ther.* 121. 332-348.
- Feng X, Jiang ZT, Wang Y, and Li R. 2011. Composition comparison of essential oils extracted by hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation from *Amomum kravanh* and *Amomum compactum*. *Journal Essential Oil-bearing* 14(3): 354-359.
- Jin-Ah L, Mee-Young L, In-Sik S, Chang-Seob S, HyeKyung H, and Hyeun KS. 2012. Anti-inflammatory Effects of *Amomum*

- compactum* on RAW 264.7 cells via induction of heme oxygenase-1. *Archives of Pharmacal research*. 35 (4): 739–746
- Joy PP, Thomas J, Mathew S, and Skaria BP. 1998. *Medicinal Plants*. Kerala: Kerala Agricultural University. 210 p.
- Krishnamurthi, K. 2007. Screening of natural products for anticancer and antidiabetic properties. *Health Administrator* 1(2): 69-75.
- Lattanzio V. 2013. Phenolic compound. *Springer Journal*: 1544-1573.
- Lim TK. 2013. *Amomum Compactum*. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Dordrecht: Springer Sciences & Business Media: 797 - 800.
- Luiz M, Biasutti A, and Garcia NA. 2002. Micellar effect on the scavenging of singlet molecular oxygen by hydroxybenzenes. *Redox Rep* 7: 23-28.
- Lamxay V. 2011. A revision of *Amomum* (*Zingiberaceae*) in Cambodia, Laos and Vietnam. *Edinburgh Journal of Botany*.
- Martin GJ. 1995. *Ethnobotany a people and plants conservation manual*. Chapman and Hall. London, UK.
- Mega TP, de Moura Santos P, Souza-Machado A, Noblat ABC, and Cruz AA. 2011. Use of medicinal herbs by patients with severe asthma managed at a Referral Center. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 47( 3): 643-649.
- Mutmainah, Susilowati R, Rahmawati N, and Nugroho AE. 2014. Gastroprotective effects of combination of hot water extract of tumeric (*Curcuma domestica* L.), cardamom pods (*Amomum compactum* S.) and sembung leaf (*Blumea balsamifera* D.C.) against aspirin-induced gastric ulcer model. *Rat. Asian Pasific of Journal Trop. Biomed* 4 (suppl 1): s500-S504.

- Sari SPW, Rahmapuspita F, Iriyani N, Pratiwi SUT, and Hertiani T. 2014. Penelusuran Potensi Kapulaga, Temu Putri dan Senggugu sebagai Penghambat Pembentukan Biofil . *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 17-24
- Segersäll M. 2011. DNA barcoding of commercialized plants; an examination of *Amomum* (Zingiberaceae) in South-East Asia. *Department of Organismal Biology, Systematic Biology, Uppsala University, Sweden*. 23 p.
- Setyawan AD. 2002. Chemotaxonomic studies on the genus *Amomum* based on chemical components of volatile oils. *Hayati Journal Biosciences* 9 (3): 71-79.
- Setyawan AD, Wiryanto, Suranto, Bermawie, N, and Sudarmono. 2014. Comparisons of isozyme diversity in local Java cardamom (*Amomum compactum*) and true cardamom (*Elettaria cardamomum*). *Nusantara Bioscience* 6(1) 94-101.
- Silalahi M. 2014. The Ethnomedicine of The Medicinal Plants in Sub-ethnic Batak North Sumatra and The Conservation Perspective. [Dissertation]. Program Studi Biologi, Program Pasca Sarjana, FMIPA, Universitas Indonesia. [unpublished].
- Silalahi M, Supriatna J, Walujo EB, and Nisyawati. 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*. 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, Mangunwardoyo W. 2015. 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.
- Sudomo A, and Handayani W. 2013. Karakteristik tanah pada empat jenis tegakan penyusun agroforestry berbasis kapulaga (*Amomum*

*compactum* Soland ex Maton). *Jurnal Penelitian Agroforestry* 1 (1) : 1-11.

Sukandar D, Hermanto S, Amelia ER, and Zaenudin M. 2015. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kapulaga (*Amomum compactum* Sol. Ex Maton) Antibacterial Activity Of *Amomum compactum* Sol. Ex Maton Extract. *JKTI* 17(2):

Widowati W, Ratnawati H, Husin W, and Maesaroh M. 2015. Antioxidant properties of spice extracts *Biomedical Engineering* 1(1): 24-29.

Xia YM, John Kress W, and Prince LM. 2004. Phylogenetic Analyses of *Amomum* (*Alpinioideae: Zingiberaceae*) Using *ITS* and *matK* DNA Sequence Data. *Systematic Botany* 29(2): 334-344.

Yu JG, Feng HJ, and Li JT. 1982. Essential oil of fruits and leaves of *A. kravanh* and *A. compactum*. *Chin Trad Herb Drugs* 13: 4-7.

### **BAB III**

#### **KENCUR (*Kaempferia galanga* L.)**

*Kaempferia galanga* atau kencur merupakan salah satu jenis dalam famili Zingiberaceae merupakan salah satu jenis tanaman obat penting bagi masyarakat Asia termasuk Indonesia. Raina et al (2015) menyatakan di India, rhizoma *K. galanga* digunakan sebagai salah satu bahan dalam praparasi obat-obat Ayurveda, pembuatan parfum, dan kosmetik. Oleh masyarakat lokal Indonesia, *K. galanga* digunakan sebagai bahan jamu atau yang dikenal dengan jamu beras kencur dan sebagai bumbu masak.

Jamu beras kencur merupakan salah satu olahan jamu gendong (jamu segar yang diedarkan dengan cara menggendong) dengan *K. galanga* dan beras (*Oriza sativa*) sebagai bahan utama. Nama jamu beras kencur berasal dari bahan utamanya beras dan kencur yang diyakini dapat meningkatkan nafsu makan, khususnya pada anak-anak. Pada pengolahan makanan rizoma *K. galanga* digunakan dalam pembuatan berbagai kuliner tradisional Indonesia seperti pecel, gado-gado, dan karedok, sedangkan daun muda digunakan sebagai sayur atau lalaban. Makanan dengan bahan tambahan *K. galanga* memiliki aroma khas, sehingga meningkatkan cita rasa makanan. Untuk memudahkan akses terhadap *K. galanga*, masyarakat lokal Indonesia telah lama membudidayakan *K. galanga* di pekarangan (Silalahi, 2019). Di pekarangan *K. galanga* memiliki fungsi ganda yaitu sebagai bahan makanan, obat, tanaman hias dan juga mengurangi erosi.

Pemanfaatan *K. galanga* sebagai bumbu masak dan obat berhubungan dengan metabolit sekundernya. Metabolit sekunder diproduksi oleh tumbuhan sebagai adaptasi atau untuk pertahanan pada lingkungan yang kurang menguntungkan. Alkaloid, senyawa fenolik dan terpenoid merupakan kelompok utama metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan (Harbone, 1987). Minyak atsiri atau dikenal juga sebagai essential oil merupakan kelompok terpenoid khususnya monoterpenoid dan sesquiterpenoid yang mudah menguap pada suhu kamar (de Guzman dan Simionsma, 1999) dan memiliki aroma khas.

Secara etnobotani *K. galanga* digunakan sebagai diare, malnutrisi, rematik, sakit maag, (Silalahi et al 2015b), batuk, asma, gangguan saluran pencernaan, demam, ramuan untuk meningkatkan stamina, minuman ibu pasca melahirkan (Silalahi et al 2015a), bahan sauna tradisional (Silalahi dan Nisyawati, 2018). Fabricant dan Farnsworth (2001) menyatakan bahwa sebanyak 80% pengembangan obat didasarkan pada pemanfaatannya oleh berbagai etnis. Pemanfaatan *K. galanga* sebagai obat tradisional juga diduga berhubungan dengan senyawa bioaktifnya terutama essential oilnya. Kandungan essential oil pada *K. galanga* bervariasi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lokasi, cara destilasi (Raina et al 2015). Essential oil telah lama digunakan dalam bidang pengobatan terutama sebagai aroma terapi, anti mikroba (Tewtrakul et al 2005), dan antihipertensi.

Nopporncharoenku et al (2017) menyatakan bahwa *K. galanga* yang diperjual-belikan di pasar memiliki banyak variasi baik dari segi ukuran maupun karakter morfologi lainnya. Ketepatan bahan yang digunakan sebagai bahan obat merupakan salah satu faktor utama yang berhubungan dengan khasiatnya. Raina et al (2015) menyatakan bahwa

kandungan metabolit sekunder khususnya essential oil pada *K. galanga* sangat dipengaruhi oleh sumbernya. Di sisi lain deforestasi dan alih fungsi hutan mengakibatkan berbagai jenis tumbuhan rentan terhadap kepunahan. Nopporncharoenku et al (2017) melaporkan bahwa beberapa spesies dari *Keamperia* telah langka sehingga perlu pemahaman untuk melestarikannya.

### **3.1. Botani *Kaempferia galanga***

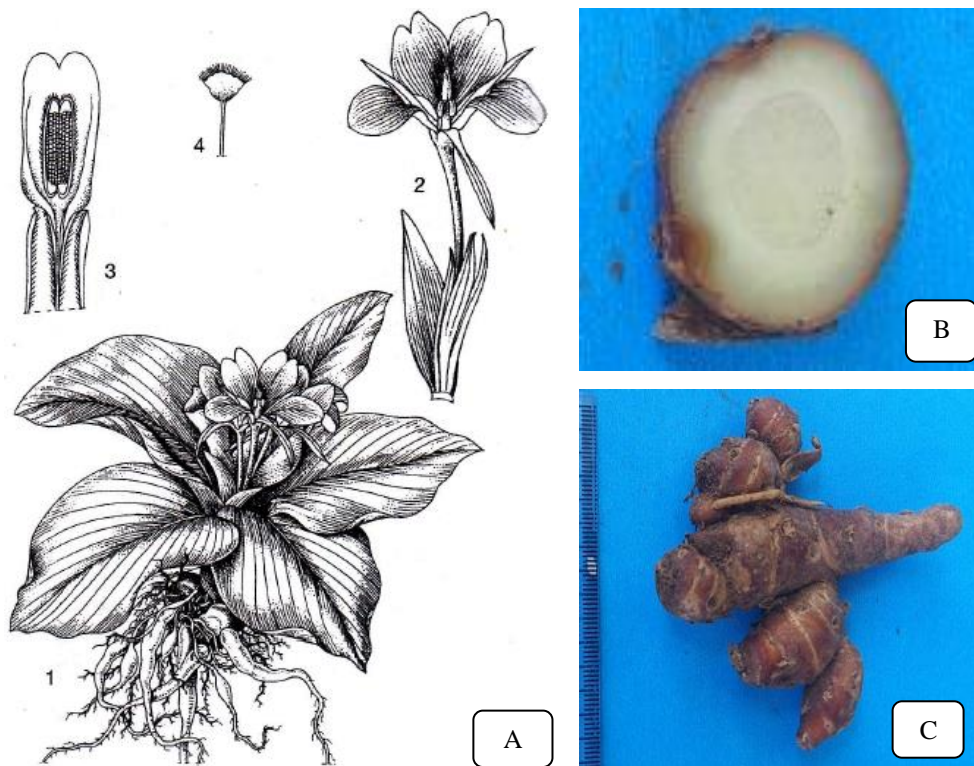
*Kaempferia galanga* merupakan salah satu jenis yang termasuk dalam famili Zingiberaceae. Zingiberaceae memiliki 53 genus dan lebih dari 1200 species (Kress, 1990), dan salah satu genusnya adalah *Kaempferia*. Nama genus *Kaempferia* diambil untuk commemorates Engelbert Kaempfer (1651-1716), seorang naturalis dan fisika Jerman (Nayar 1985). *Kaempferia* memiliki sekitar 50 spesies (Larsen 1980) - 60 spesies (Nopporncharoenku et al 2017) dan sebagian merupakan tumbuhan endemik. *Kaempferia* L. adalah genus berukuran sedang dalam famili Zingiberaceae. Nopporncharoenku et al (2017) melaporkan bahwa beberapa spesies dari *Keamperia* telah langka sehingga perlu pemahaman untuk melestarikannya.

*Kaempferia galanga* memiliki vernakuler name kencur (Indonesia), bataka (Sulawesi utara, Ternate, Tidore), cengkur (Malaysia), gisol (Filipina), disok (Iloko), East-Indian galanga (Inggris), dusol (Tagalog) (Ibrahim dalam de Padua et al 1998), hasohor (Simalungun), keciwer (Karo, Phakpak) (Silalahi 2014). Tanaman ini diduga natif di India, namun telah tersebar luas di seluruh Asia Tenggara (Ibrahim 1999). Di Malaysia, rizoma digunakan untuk mengatasi hipertensi, keringat, ulcer,



sprain, dan asma, sedangkan di Indonesia KF digunakan untuk mengatasi keringat, dan luka (Ibrahim 1999), rematik (Ibrahim 1999: Silalahi 2014).

Ciri ciri *Kaemferia galanga* antara lain: merupakan herba kecil dan daun biasanya 2-3(-5) dengan seludang 1,5-5 cm, daun sering horizontal dan menutupi permukaan tanah. Daun berbentuk elips hingga sub-orbicular dengan ukuran 6-15 cm x 2(-5)5-10 cm dengan ujung daun berbentuk acuminate. Pembungaan muncul diantara daun sesil dengan jumlah bunga 4-12(-15) bunga, dengan panjang kalik 2-3 cm dengan korolla yang bewarna putih, berbentuk tabung dengan ukuran 2,5-5 cm dan memiliki lobus 1,5-3 cm. Labellum berentuk obovate dan terbagi hingga setengah bagian atau lebih dengan spot bewarna putih, ungu muda atau violet dibagian basal (Gambar 1). Staminoides berbentuk oblong-obovate hingga oblanceolate dengan panjang 1,5- 3 cm bewarna putih, sedangkan stamen fertil memiliki ukuran 10-13 cm, dengan penghubung ybilobus yang dalam. Tanaman ini dapat tumbuh hingga ketinggian 1.000 m dpl (Ibrahim 1998).



Gambar 3.1. *Kaempferia galanga* L. 1. Habitus, 2. Bunga, 3. Bagian apeks dari benang sari fertil, 4. Bagian ujung dari tangkai sari (Ibrahim 1998).

B. Sayatan melintang rhizoma; C. Rhizoma. *K. galanga* (Dokumen pribadi).

### 3.2. Essensial Oil *Kaempferia Galanga*

Essensial oil atau dikenal juga sebagai volatil oil merupakan salah satu senyawa yang mudah menguap dan sebagian besar berasal dari monoterpenoid dan seskuiterpenoid (Harbone, 1987; Taiz and Zeiger, 2006). Tumbuhan mensintesis essensial oil yang digunakan sebagai pertahanan terhadap serangan herbivora termasuk serangga (Liu et al 2014). Kandungan essensial oil pada tanaman sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cara destiliasi, sumber, organ dan umur tanaman (Raina et al 2015; Rajendra et al 2011).

Zingiberaceae merupakan salah satu famili yang menghasilkan essential oil atau volatil oil, sehingga banyak digunakan dalam pengobatan. Essential oil merupakan senyawa monoterpenoid dan sesquiterpenoid yang mudah menguap (Taiz and Zeiger 2006). Rizoma *K. galanga* mengandung monoterpenoids (29,57%), sesquiterpenoids (2,01), dan phenylpropanoids (67,6) (Liu et al 2014).

Kandungan essential oil yang terdapat pada *K. galanga* dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya sumber (Raina et al 2015), cara ekstraksi, dan alat yang digunakan untuk analisis (Rajendra et al 2011). *K. galanga* yang dikoleksi dari bagian selatan India menunjukkan berbagai variasi kandungan essential oil yaitu  $\delta$ -3-carene (0,13–6,46%), 1,8-cineole (0,19-5,17%), borneol (0,96-2,40%) dan pentadecane (6,04-16,53%) (Raina et al 2015). Hal yang berbeda dilaporkan oleh Tewtrakul et al (2005) komponen utama volatile oil pada rizoma *K. galanga* yang diperoleh dari Thailand dengan distilasi air adalah ethyl-p-methoxycinnamate (31,77%), methylcinnamate (23,23%), carvone (11,13%), eucalyptol (9,59%), dan pentadecane (6,41%). Berbagai senyawa yang terdapat pada *K. galanga* antara lain: 2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, ethyl ester (10,18%), phthalic acid, 6-ethyloct-3-yl-2-ethylhexyl ester (3,37%), asam palmitat (35,17%), sandaracopimaradiene (8,20%), asam oleat (22,15%), asam oktadekanoat (10,10%), 2-[2-(4-nonylphenoxy)ethoxy]ethanol (3,57%) dan glycidyl stearate (7,27%) diidentifikasi sebagai konstituen utama ekstrak metanol *K. galanga* oleh GC-MS analysis (Ali et al 2018). Komponen utama dari rizoma *K. galanga* ethyl-p-methoxycinnamate (38,6%), ethyl cinnamate (23,2%), 1,8-cineole (11,5%), transcinnamaldehyde (5,3%), dan borneol (5,2%) (Liu et al 2014).

Variasi germplasm *K. galanga* menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kandungan essential oil rhizoma (Raina et al 2015).

Berbagai metode digunakan untuk mengekstraksi essential oil antara lain distilasi air. Perbedaan larutan yang digunakan untuk mengekstrak berpengaruh terhadap senyawa yang dihasilkan. Rajendra et al (2011) menyatakan bahwa rizoma *K. galanga* yang diekstrak dengan menggunakan petroleum mengandung sterols, triterpenoids dan resins; sedangkan jika diekstrak dengan menggunakan kloroform akan diperoleh, sterols, triterpenoids, flavanoids dan resins; sedangkan jika diekstrak dengan menggunakan metanol akan diperoleh steroids, triterpenoids, alkaloids, flavanoids, carbohydrates, resins dan protein; sedangkan jika diekstrak menggunakan air akan diperoleh saponins, carbohydrates dan protein.

Senyawa asam 2-Propenoic, asam phthalic, asam palmitic, sandaracopimara-diene, asam oleic, asam octadecanoic, 2-[2-(4-nonylphenoxy) ethoxy] ethanol dan glycidyl stearate merupakan kompone utama dari ekstrak metanol *K. galanga* (Ali et al 2018). Essential oil yang dihasilkan dari rhizoma *K. galanga* antara lain: Tricyclene;  $\alpha$ -Pinene; Camphene;  $\delta$ -3-Carene;  $\beta$ -Cymene; 1,8-Cineole; Chrysanthenone; *trans*-Pinocarveol; Camphor; Borneol; *p*-Cymen-8-ol; Eucarvone; *p*-Anisaldehyde; *trans*-Cinnamaldehyde; Bornyl acetate; Sabinyl acetate;  $\alpha$ -Copaene; Cyperene;  $\alpha$ -Elemene; *trans*-Ethyl cinnamate; Ethyl cinnamate;  $\alpha$ -Muurolene;  $\delta$ -Cadinene; Calamenene; Spathulenol; Caryophyllene oxide; Zierone; dan Ethyl *p*-methoxycinnamate (Liu et al 2014). Hal yang berbeda dilaporkan Ma et al (2015) bahwa essential oil pada *K. galanga* antara lain D-Limonene, Eucalyptol, Tridecane, Camphor, Borneol, Tetradecane, Copaene, Ethyl

cinnamate, Germacrene D, Pentadecane, Cadinene, 3-Methyl tetradecane, a-calacorene, Hexadecane, Pentadecane,2,6,10-trimethyl-; Ethyl cis-p-methoxycinnamate; Cyclo-pentadecanone; 3-Ethenylcyclooctene; Heptadecane; Ethyl trans-p-methoxycinnamate; Methyl palmitate; 9, 12-methyl octadecadienoate; 9-Octadecenoic acid methyl ester; Methyl oleate.

Analisis kimia dari rhizoma *K. galanga* dengan menggunakan GC dan GC/MS menunjukkan bahwa sebanyak 38 jenis senyawa kimia merpresentasikan 96,02 – 98,88% dari semua esensial oil. Dua jenis senyawa esensial oil yang paling banyak ditemukan di rhizoma *K. galanga* ethyl-trans-p-methoxycinnamate (28,35-69,96%) dan trans-ethyl cinnamate (11,48-26,56%) (Raina et al 2015). Ethyl-trans-p-methoxy cinnamate dan trans-ethyl cinnamate merupakan senyawa utama yang sangat penting pada *K. galanga* dan merupakan komponen yang memiliki sifat farmakologi, oleh karena itu penting dilakukan pemilihan aksesori dengan kandungan senyawa bioaktif yang tinggi (Raina et al 2015).

Nopporncharoenku et al (2017) melaporkan bahwa kromosom *Kaempferia* di Thailand sangat bervariasi dan banyak ditemukan poliploidi dengan kromosom  $x = 11$ . Pengetahuan mengenai jumlah kromosom *Kaempferia* sangat penting terutama untuk pembiakan secara generatif. Lebih lanjut Nopporncharoenku et al (2017) melaporkan dari 42 aksesori milik 15 spesies *Kaempferia* di Thailand dan satu spesies dari Laos menunjukkan bahwa 14 aksesori diploid dan dua aksesori tetraploid. Tanaman triploid dan pentaploid sebaliknya tidak digunakan untuk membuat biji tetapi dibiakkan secara vegetatif (Nopporncharoenku et al 2017). Nopporncharoenku et al (2017) 29 diploid ( $2n=22$ ) aksesori, lima

triploid ( $2n=33$ ), enam tetraploid ( $2n=44$ ) dan dua aksesori pentaploid ( $2n=55$ ).

Strategi yang berbeda akan diperlukan untuk mengelola dan mempertahankan spesies poliploid ini secara efektif, misalnya tetraploid (Nopporncharoenku et al 2017). Informasi sitogenetika bermanfaat dalam pengelolaan sumber daya genetik dan berkelanjutan penggunaan genus *Kaempferia*. Informasi sitogenetik bersifat mendasar dan dapat digunakan untuk mengevaluasi fertilitas dan produktivitas tanaman. Banyak sekali spesies rimpang *Kaempferia* ditanam di Thailand yang dikomersialkan memiliki kultivar campuran dengan berbagai tingkat ploidi dan karena perbedaannya didasarkan hanya pada sifat morfologi saja. Analisis sitogenetik, baik mitosis dan meiosis, dapat memberikan bukti mengenai evolusi spesies, hibridisasi dan poliploidi pada *Kaempferia*. Metode molekuler sitogenetik dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan genomik dalam spesies poliploid dari genus *Kaempferia* (Nopporncharoenku et al 2017).

Labooy et al (2018) menyatakan bahwa urutan ribosom internal transkripsi spacer (ITS) dan karakteristik morfologi digunakan untuk mengidentifikasi spesies *Kaempferia*. Urutan ITS 4 dan 5 adalah diusulkan sebagai barcode DNA untuk identifikasi spesies *Kaempferia*. Ciri-ciri morfologis yang dapat digunakan untuk membedakan *Kaempferia* meliputi perawakan tanaman, warna rimpang dan variasi daun dapat digunakan sebagai identifikasi awal (Labooy et al 2018).

### **3.3. Manfaat dan Bioaktivitas**

Rizoma *K. galanga* telah lama digunakan sebagai obat untuk ekspektorat, karminatif (Chan et al 2008), obat batuk, rematik, dan antikanker (Ibrahim 1998), kolera (Dash et al 2014), vasorelaksasi, anti mikroba, antioksidan, anti alergi penyembuhan luka (Umar et al 2011). Walaupun secara etnobotani banyak manfaat dari *K. galanga*, namun pmengenai bioaktivitasnya membuktikan aktivitas *K. galanga* sebagai anti kanker, anti oksidan, anti inflamasi, analgesik dan anti bakteri.

#### **A. Anti Kanker**

Kanker merupakan salah satu penyebab kematian manusia, yang disebabkan oleh pertumbuhan sel yang tidak terkendali. Berbagai faktor dilaporkan pemicu kanker yang disebut sebagai karsinogen beberapa diantaranya radiasi, virus, pewarna makanan. Karsinogen merupakan senyawa atau zat yang memicu perubahan materi genetik. Antineoplastik merupakan istilah yang digunakan untuk penggunaan obat atau senyawa untuk mengatasi penyakit kanker, oleh karena itu senyawa anti kanker memiliki aktivitas sebagai antineoplastik. Aktivitas antineoplastik dapat diukur melalui waktu hidup dan umlah sel tumor dan perubahan atau kerusakan morfologis inti sel.

Aktivitas *K. galanga* sebagai anti kanker telah dilaporkan oleh Ibrahim (1998), Ali et al (2018) dan Umar et al (2018). *K. galanga* memiliki aktivitas antineoplastik pada sel Ehrlich ascites carcinoma (EAC) diuji secara in vivo (Ali et al 2018), dan ekstrak etanol *K. galanga* menunjukkan toksisitas melawan human carcinoma (HeLa) cells ( $CD_{50}$  10-30%  $\mu\text{g/ml}$ ) (Ibrahim 1998). Pemberian ekstrak *K. galanga* secara signifikan ( $p < 0,05$ ) menurunkan viabilitas sel EAC dan meningkatkan

capaian dan lama hidupnya (Ali et al 2018). Pemberian ekstrak metanol *K. galanga* pada dosis 5 dan 10 mg/kg pada tikus yang diinduksi EAC menghasilkan peningkatan rentang hidup masing-masing sebesar 12,95% dan 38,39%, dibandingkan dengan analisis kontrol ( $p < 0,05$ ) (Ali et al 2018).

Penghambatan maksimum pertumbuhan sel diamati pemberian ekstrak metanol *K. galanga* pada dosis 10 mg/kg sebesar 70,58% (Ali et al 2018). Ekstrak metanol *K. galanga* mengakibatkan membran sel blebbing, kondensasi kromatin, dan fragmentasi inti EAC (Ali et al 2018). Mekanisme utama aktivitas ini melibatkan penghambatan sintesis *de novo* dari sitokin pro-inflamasi, termasuk TNF- $\alpha$  dan IL-1. EPMC menunjukkan antiangiogenik yang dalam efek dalam uji cincin aorta tikus. Efek ini ditemukan melibatkan penghambatan fungsi sel endotel, seperti proliferasi, migrasi, dan tabung pembentukan, dan disebabkan oleh penghambatan sintesis faktor pertumbuhan endotel vaskular dalam sel. Jadi, etil-p-methoxycinnamate dapat menjadi prekursor potensial untuk pengembangan agen terapi dengan potensi untuk mengobati penyakit yang melibatkan peradangan dan angiogenesis (Umar et al 2011).

Senyawa asam 2-Propenoic, asam phthalic, asam palmitic, sandaracopimaradiene, asam oleic, asam octadecanoic, 2-[2-(4-nonylphenoxy) ethoxy] ethanol dan glycidyl stearate merupakan komponen utama dari ekstrak metanol *K. galanga* yang dianalisis dengan GC-MS (Ali et al 2018). Ethyl-p-methoxycinnamate yang telah berhasil diidentifikasi dari *K. galanga* isolasi memiliki aktivitas antiangiogenik (Umar et al 2014). Ethyl-p-methoxycinnamate sangat kuat menghambat jaringan granuloma tikus. Faktor penghambatan interleukin dan tumor



necrosis oleh ethyl-p-methoxycinnamate adalah signifikan baik dalam model *in vivo* dan *in vitro*; namun, hanya penghambatan moderat nitrat oksida yang diamati pada makrofag. Ethyl-pmethoxycinnamate menghambat pertumbuhan pembuluh darah kecil aorta tikus dan sangat menghambat diferensiasi dan migrasi sel-sel endotel vaskular (Umar et al 2014). Ethyl-p-methoxycinnamate menunjukkan potensi anti-inflamasi yang signifikan dengan menghambat sitokin dan angiogenesis proinflamasi, sehingga menghambat fungsi utama sel endotel. Dengan demikian, ethylp-methoxycinnamate bisa menjadi agen terapi yang menjanjikan untuk pengobatan penyakit terkait inflamasi dan angiogenesis (Umar et al 2014).

Apoptosis merupakan sebuah mekanisme pengaturan intrinsic cell-suicidal melalui berbagai jalur pensinyalan sel yang ditandai penyusutan sel, kondensasi kromatin dan pembentukan tubuh apoptosis (Kabir et al 2016). Kemampuan menginduksi apoptosis sangat diinginkan aspek obat antikanker karena proses ini secara selektif menghilangkan kanker atau sel ganas tanpa merusak sel normal. Fluoresensianalisis mikroskopis sel yang diwarnai dengan Hoechst 33342, pewarna fluorescing biru yang menandai DNA kromatin, cepat dan nyamancara untuk mengamati fitur morfologi sel seperti nuclear fragmentation, chromatin condensation etc. Apoptosis dalam sel EAC oleh ekstrak metanol dikonfirmasi oleh studi tentang perubahan dalam komponen nuklir dan bentuk sel yang dibandingkan dengan sel EAC kontrol yang menunjukkan bahwa MEKGR dapat berperan secara signifikan dalam pencegahan kanker dengan menginduksi apoptosis. Sejumlah penelitian yang dilakukan sebelumnya juga melaporkan induksi apoptosis dalam sel EAC selama perawatan dengan

ekstrak tanaman yang berbeda (Islam et al 2014b). Polyphenolic senyawa dianggap paling penting dan berlimpahanti oksidan ditemukan di kerajaan tumbuhan dan telah diklaim untuk memiliki kegiatan antikanker (Mates et al 2008).

### **B. Analgesik**

Efek antinociceptive ekstrak *K. galanga* dibandingkan dengan aspirin (Umar et al 2011). Anagesik merupakan senyawa yang berfungsi untuk mengurangi rasa sakit. Senyawa ini banyak digunakan untuk mengurangi penderitaan akibat luka, infeksi atau penyakit lainnya. Pada percobaan di laboratorium untuk menegetahui sifat analgesik *K. galanga* dapat uji tail flick tikus (Umar et al 2014). Lebih lanjut Umar et al (2014) ethyl-p-methoxycinnamate *K. galanga* memperpanjang waktu tail flick tikus lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan hewan kontrol. KF mengandung maksimum (25,80 mg/g) etil trans-p-metoksisinamat diperoleh pada ekstraksi kondisi suhu 120°C, waktu ekstraksi 20 menit, tekanan ekstraksi 10 Mpa, daya ultrasonik kepadatan 250 W/L, dan frekuensi ultrasonik 20 kHz (Ma et al 2015).

### **C. Anti Bakteri**

Bakteri merupakan salah satu kelompok mikroorganisme penyebab berbagai penyakit seperti diare, tuberkulosis, kolera, sipilis, dan antrak, oleh karena itu untuk mengatasi penyakit tersebut dimanfaatkan senyawa anti mikroba. *K. galanga* telah lama digunakan untuk mengatasi berbagai gangguan kulit dan mengatasi kolera (Dash et al 2014), batuk dan gangguan tengorokan (Ibrahim 1998), Lakshmanan et al 2011) merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi mikroba. Berbagai metode dikembangkan untuk menguji aktivitas anti mikroba

antara lain metode difusi dan zona hambat terhadap mikroorganisme (Dash et al 2014).

Tuberculosis merupakan salah satu jenis infeksi paru-paru yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (Lakshmanan et al 2011), dan hingga saat ini masih merupakan salah satu masalah kesehatan termasuk di Indonesia. Berbagai jenis obat telah dikembangkan untuk mengatasi tuberkulosis, namun seiring dengan waktu muncul resistensi terhadap obat, oleh karena itu pencarian senyawa baru yang dapat menghambat pertumbuhan *M. tuberculosis* tetap dilakukan termasuk KF. Lakshmanan et al (2011) menyatakan KF memang memiliki prinsip aktif yang dapat menghambat *M. Tuberculosis* dan dengan demikian membenarkan dimasukkannya tanaman dalam ramuan dalam pengobatan TB. Hal yang hampir mirip juga dilaporkan oleh Dash et al (2014) bahwa ekstrak *K. galanga* pada konsentrasi 400 µg/disc memiliki aktivitas sebagai antibakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif dengan aktivitas sedang bila dibandingkan dengan obat standar ciprofloxacin (5 µg/disc) (Dash et al 2014). *Kaempferia galanga*, menghasilkan molekul anti-TB yaitu etil p-metoksisinamat (EPMC). Uji resazurin mikrotiter (REMA), EPMC terbukti menghambat *M. tuberculosis* H37Ra, H37Rv, isolat klinis yang peka terhadap obat dan multidrug resistant dengan konsentrasi hambat minimum sebesar 0,242-0,485 mM (Lakshmanan et al 2011). Volatil oil *K. galanga* dengan menggunakan metode disc difusi memiliki zona hambat terhadap mikroba dengan luas zona sebesar 8.0- 31.0 mm (IC50 >100 µg/ml) (Tewtrakul et al 2005).

#### **D. Anti Inflamasi**

Radang atau inflamasi merupakan respon protektif setempat yang ditimbulkan oleh cedera atau kerusakan pada jaringan yang berfungsi untuk menghancurkan, mengurangi, atau melokalisasi (sekuster) baik agen pencedera maupun jaringan yang cedera itu (Hasanah et al 2011). Reaksi inflamatori melibatkan reaksi aktivasi sejumlah aktivasi sejumlah jalur intra-seluler berbeda yang mengarah keinduksi gen pro-inflamasi spesifik, termasuk yang mengkode interleukin-1 (IL-1) dan nekrosis tumorfaktor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) (Hanada et al 2002). Misalnya, perlekatan bakteri antigen ke reseptor seperti tol di permukaan makrofag dan sel dendritik menghasilkan aktivasi jalur protein kinase teraktivasi mitogen (MAPK / NF- $\kappa$ B jalur), yang mengarah pada induksi proinflamasi pengkodean gen IL-1, TNF- $\alpha$ , cyclooxygenase-2 (COX-2), and inflammatory nitric oxide (iNO) (Hanada et al 2002). Etil-pmethoxycinnamate yang diisolasi dari yang dimiliki *K. galanga* memiliki aktivitas efek antiinflamasi yang signifikan (Umar et al 2011).

Hasil pengujian aktivitas antiinflamasi menunjukkan bahwa ekstrak rimpang KF dari Kab. Subang dapat menghambat inflamasi sebesar  $36,47 \pm 2,46$ ;  $40,07 \pm 2,09$ ; dan  $51,27 \pm 2,63$  % sedangkan dari Kab. Sukabumi menghambat sebesar  $40,19 \pm 4,12$ ;  $39,44 \pm 6,66$ ; dan  $48,90 \pm 5,09$  % berturut-turut pada dosis 18, 36, dan 45 mg/kg bobot badan tikus. Kadar minyak atsiri ekstrak rimpang kencur dari Kab. Subang lebih kecil yaitu sebesar 5,825% dibandingkan kadar minyak atsiri ekstrak kencur dari Kab. Sukabumi (14,41%), namun rimpang kencur dari Kabupaten Subang maupun dari Sukabumi mengandung minyak atsiri yang sama yaitu 2,4,6-trimetil oktan, etilsinamat, limonen dioksida, asam etil ester 3-(4-metoksifenil)-2-propenoat, dan etil p-metoksisinamat (Hasanah et al 2011).

## **E. Antioksidan**

Tubuh secara menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS), namun produksi ROS yang berlebihan mengakibatkan kerusakan jaringan dan hilangnya fungsi jaringan dan organ. ROS sangat berbahaya dan mengakibatkan kerusakan protein, DNA dan lipid oleh karena itu memulai berbagai penyakit kronis seperti kanker, atherosclerosis, diabetes, cardiovascular disease, penuaan dan penyakit inflamasi (Islam et al 2013). Senyawa yang mampu mengurangi atau menghambat radikal bebas disebut sebagai senyawa antioksidan. Pemanfaatan bahan alam sebagai antioksidan banyak diminati dan penelitiannya semakin banyak dilakukan. Bioaktivitas *K. galanga* sebagai antioksidan telah dilaporkan oleh Ali et al (2018) dan Chan et al (2008).

Metabolit sekunder tanaman memiliki peran penting dalam menyeimbangkan status redoks intraseluler dan fungsi antioksidan (Ali et al 2018). Bioaktivitas tumbuhan sebagai antioksidan berhubungan dengan senyawa flavonoid. Ali et al (2018) menyatakan bahwa flavonoids *K. galanga* menunjukkan korelasi yang sangat kuat ( $R^2 = 0.985$ ,  $p < 0.05$ ) dengan aktivitas pemulungan nitrat oksida (Ali et al 2018). Aktivitas *K. galanga* sebagai antioksidan dipengaruhi oleh jenis organ yang digunakan dan kandungan senyawa phenoloknya. Daun *K. galanga* memiliki aktivitas sebagai anti radikal bebas dan metal ion-chelating lebih tinggi dibandingkan dengan rhizoma (Chan et al 2008). TPC (*total phenolic content*) dan TFC (*total flavonoid content*) *K. galanga* berhubungan sangat kuat dengan aktivitas sebagai antioksidan (Ali et al 2018).

## **F. Anti Hipertensi**

*K. galanga* telah lama digunakan sebagai anti hipertensi oleh berbagai kelompok masyarakat di Malaysia dan Indoneia (Ibrahim 1998). Munin dan Hanani (2011) menyatakan bahwa hipertensi adalah keadaan dimana tekanan darah lebih dari 160 mmHg pada sistol dan 95 mmHg pada diastol. Tumbuhan yang dapat digunakan sebagai anti hipertensi merupakan tumbuhan yang memeberi efek dilatasi pada pembuluh darah dan penghambatan angiotensin converting enzyme da dapat juga dikombinasikan dengan tumbuhan yang memberi efek penenang (Munin dan Hanani 2011).

Ekstrak diklorometana rhizoma *K. galanga* memiliki aktivitas sebagai anti hipertensi (Othman et al 2006). Senyawa anti hipertensi merupakan senyawa essensial oil. Rhizoma *K. galanga* mengandung sekitar 0,29% essensial oil. Asam etil p-metoksisinamat yang diisolasi dari *K. galanga* tetapi tidak menunjukkan efek relaksasi pada aorta tikus torak prekontrak (Othman et al 2006). Pemberian intravena ekstrak *K. galanga* menginduksi tekanan arteri rerata basal (1306 mmHg) pada tikus anestesi dan efek maksimal terlihat setelah 5-10 menit injeksi. Kromatogram gas menunjukkan senyawa yang sama dalam fraksi aktif yang diperoleh dari fraksinasi yang dipandu bioassay dari ekstrak diklorometana adalah etil sinamat. Senyawa aktif vasorelaksan, etil sinamat, diisolasi sebagai minyak tidak berwarna (Othman et al 2006).

### **G. Penyembuhan Luka**

Luka merupakan terbukanya jaringan kulit karena gangguan fisik maupun kimia. Luka merupakan salah satu lokasi masuknya mikroba ke dalam tubuh, oleh karena itu perlu usaha penutupan jaringan yang terbuka. Ekstrak alkohol KF memiliki aktivitas untuk menyembuhkan

luka pada tikus percobaan. Ekstrak *K. galanga* mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk epitelisasi (Tara et al 2006).

## Daftar Pustaka

- Ali R, Yesmin R, Satter MA, Habib R, Yeasmin T. 2018. Antioxidant and antineoplastic activities of methanolic extract of *Kaempferia galanga* Linn. Rhizome against Ehrlich ascites carcinoma cells. *Journal of King Saud University Science* 30: 386-392.
- Chan EWC, Lim YY, Wong LF, Lianto FS, Wong SK, Lim KK. 2008. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. *Food Chemistry* 109: 477-483.
- Dash PR, Nasrin M, Shawkat M. 2014. In vivo cytotoxic and In vitro antibacterial activities of *Kaempferia galanga*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(1): 172-177.
- de Guzman CC, Siemeonsma. 1999. *Plant resources of South East Asia Spices (13)*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Fabricant DS, Farnsworth NR. 2001. The value of plant used medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspective* 109(1): 69-75.
- Hanada T, Yoshimura A. 2002. Regulation of cytokine signaling and inflammation. *Cytokine Growth Factor Rev.* 13(4-5): 413-21
- Hasanah AN, Nazaruddin F, Febrina E, Zuhrotun A. 2011. Analisis Kandungan Minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Jurnal Matematika & Sains* 16(3): 147-152

- Harborne JB. 1987. *Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. *ITB Press, Bandung*: x + 354 hlm.
- Ibrahim H. 1999. *Kaempferia galanga* L. in: *Plant Resources of South East Asia No 12(1) Medicinal and Poisonous Plants 1*, de Padua LS, N. Bunyapraphatsara and RHMJ Lemmens (editor). Backhuys Pblisher Leiden. P. 334.
- Indrayan AK, Kurian A, Tyagi PK, Shatru A, Rathi AK. 2007. Comparative chemical study of two varieties of attractive medicinal plant *Kaempferia galanga* L. *Nat. Prod. Rad.* 6: 327-333.
- Islam S, Nasrin S, Khan MA, Hossain ASM, Islam F, Khandokhar P, Mollah MNH, Rashid M, Sadik G, Rahman MAA, Alam HMKA. 2013. Evaluation of antioxidant and anticancer properties of the seed extracts of *Syzygium fruticosum* Roxb. growing in Rajshahi, Bangladesh. *BMC Complement. Altern. Med.* 13, 142.
- Islam F, Ghosh S, Khanam JA. 2014. Antiproliferative and hepatoprotective activity of metabolites from *Corynebacterium xerosis* against Ehrlich ascites carcinoma cells. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 4: 284-292.
- Islam F, Khatun H, Khatun M, Ali SM, Khanam JA. 2014. Growth inhibition and apoptosis of Ehrlich ascites carcinoma cells by the methanol extract of *Eucalyptus camaldulensis*. *Pharm. Biol.* 52: 281-290.
- Kabir SR, Rahman MM, Amin R, Karim MR, Mahmud ZH, Hossain MT. 2016. *Solanum tuberosum* lectin inhibits Ehrlich ascites carcinoma cells growth by inducing apoptosis and G2/M cell cycle arrest. *Tumor Biol.* 37: 8437-8444.



- Larsen K. 1980. Annotated key to the genera of *Zingiberaceae* of Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 28: 151-169
- Labrooy CD, Abdullah TL, Stanslas J. 2018. Identification of ethnomedicinally important *Kaempferia* L. (*Zingiberaceae*) species based on morphological traits and suitable DNA region. *Current Plant Biology* 14: 50-55.
- Lakshmanan D, Werngren J, Jose L, Suja KP, Nair MS, Varma RL, Mundayoor S, Hoffner S, Kumar RA. 2011. Ethyl p-methoxycinnamate isolated from a traditional anti-tuberculosis medicinal herb inhibits drug resistant strains of *Mycobacterium tuberculosis* in vitro. *Fitoterapia* 82: 757-761.
- Liu XC, Liang Y, Shi WP, Liu QZ, Zhou L, Liu AZL. 2014. Repellent and insecticidal effects of the essential oil of *Kaempferia galanga* rhizomes to *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae). *J. Econ. Entomol.* 107(4): 1706-1712.
- Mates JM, Segura JA, Alonso FJ, Marquez J. 2008. Intracellular redox status and oxidative stress: implications for cell proliferation, apoptosis, and carcinogenesis. *Arch. Toxicol.* 82: 273-299.
- Ma Q, Fan XD, Liu XC, Qiu TA, Jiang JG. 2015. Ultrasound-enhanced subcritical water extraction of essential oils from *Kaempferia galanga* L. and their comparative antioxidant activities. *Separation and Purification Technology* 150: 73-79.
- Munin A, Hanani E. 2011. *Fitoterapi Dasar*, Dian Rakyat, Jakarta. 356 hlm.
- Nayar MP. 1985. *Meaning of Indian Flowering Plant Names*. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehradun: 409.
- Nopporncharoenkul N, Chanmai J, Jenjittikul T, Jhonsson KA, P Soontornchainak- saeng. 2017. Chromosome number variation

- and polyploidy in 19 *Kaempferia* (Zingiberaceae) taxa from Thailand and one species from Laos. *Journal of Systematics and Evolution* 55(5): 466-476.
- Othman R, Ibrahim H, Mohd MA, Mustafa MR, Awang K. 2006. Bioassay-guided isolation of a vasorelaxant active compound from *Kaempferia galanga* L. *Phytomedicine* 13: 61-66.
- Raina AP, Abraham Z, Sivaraj N. 2015. Diversity analysis of *Kaempferia galanga* L. germplasm from South India using DIVA-GIS approach. *Industrial Crops and Products* 69: 433-439.
- Rajendra CE, Magadum GS, Nadaf MA, Yashoda SV, Manjula M. 2011. Phytochemical screening of the rhizome of *Kaempferia galanga*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 3(3): 61-63.
- Silalahi M. 2019. Keanekaragaman tumbuhan bermanfaat di pekarangan oleh Etnis Sunda di Desa Sindang Jaya Kabupaten Cianjur Jawa Barat. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA* 10(1): 88-104.
- Silalahi M, Supriatna J, Walujo EB, Nisyawati. 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, W Manguwardoyo. 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, and Nisyawati. 2018. An ethnobotanical study of traditional steam-bathing by the Batak people of North Sumatra, Indonesia. *Pacific Conservation Biology* <https://doi.org/10.1071/PC18038>: 1-17.

Taiz L, Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland: xxvi+ 764 hlm.

Tara SV, Chandrakala S, Sachidananda A, Kurady BL, Smita S, Ganesha S. 2006. Wound healing activity of alcoholic extract of *Kaempferia galanga* in wistar rats. *Indian J Physiol* 50(4): 384-390.

## **BAB IV**

### **KUNYIT (*Curcuma longa* L.)**

Zingiberaceae merupakan salah satu famili terbesar dari anak kelas Liliopsida dan Ordo *Zingiberales* (Conquist 1989). Famili Zingiberaceae memiliki 4 sub famili (*Alpinioideae*, *Siphonochiloideae*, *Tamijioideae*, *Zingiberoideae*) dan 6 tribes (*Alpinieae*, *Riedelieae*, *Tamijieae*, *Siphonochileae*, *Zingibereae*, *Globbeae*) (Kress et al 2002). Famili *Zingiberaceae* memiliki sekitar 50 genus dan 1400 species, sebagian besar terdistribusi di daerah tropis maupun sub tropis (Saensouk et al 2015). Genus *Curcuma* tercatat sedikitnya 60 spesies di dunia (Larsen and Larsen 2006), dan telah dikoleksi sebanyak 20 spesies di kebun Raya Bogor pada tahun 1987 (Danimiharja dan Notodiharjo, 1987).

*Zingiberaceae* atau yang dikenal juga sebagai empon-emponan, telah lama dimanfaatkan oleh berbagai etnis di Indonesia sebagai bahan obat maupun bahan jamu. *Zingiber officinale*, *Boesenbergia pandurata*, *Zingiber americanum*, *Curcuma zanthorrhiza*, dan *Curcuma longa* merupakan spesies dari *Zingiberaceae* yang digunakan sebagai bahan utama berbagai ramuan jamu. Penggunaan tumbuhan sebagai bahan baku obat modern maupun obat tradisional obat semakin meningkat diberbagai negara dan diperkirakan telah mencapai 35% pada tahun 1986 (Sofowora 1986), dan jumlah ini diduga terus meningkatkan sejalan dengan adanya paradigma bahwa obat bahan alam relatif lebih aman dibandingkan dengan bahan lainnya.

*Curcuma longa* atau kunyit telah lama dimanfaatkan oleh berbagai etnis di Indonesia maupun negara lain sebagai obat, pewarna dan bumbu masak. Deb et al (2013) menyatakan bahwa di India, *Curcuma longa* telah digunakan sebagai bagian dari kuliner maupun sebagai pengawet makanan, serta bahan obat sejak tahun 3000 SM. Pemanfaatan *Curcuma longa* oleh masyarakat lokal Indonesia diduga telah digunakan sejak ratusan tahun yang lalu, namun catatan pastinya belum banyak dilaporkan. Silalahi (2014) dan Silalahi et al (2015a) melaporkan oleh etnis Batak memanfaatkan *Curcuma longa* sebagai obat luka, demam, kolesterol, diare, penambah nafsu makan, dan bahan sauna tradisioal (*oukup*). Diduga masih banyak penelitian pemanfaatan *Curcuma longa* pada berbagai etnis di Indonesia, namun belum banyak kajian yang mengkompilasinya secara detail. Secara ilmiah telah terbukti bahwa *Curcuma longa* memiliki aktivitas sebagai anti bakteri, anti inflamatori, anti protozoa, anti oksidan (Araujo and Leon 2001; Damalas 2011). Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat berhubungan dengan kandungan metabolit sekundernya.

#### **4.1. Botani *Curcuma longa***

*Curcuma* merupakan salah satu genus dari famili *Zingiberaceae* yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pengobatan. Genus *Curcuma* beranggotakan sekitar 60 spesies (Larsen dan Larsen 2006) - 70 spesies (Lawrence 1951; Purselove 1972) bahkan 80 spesies (Sirirugsa et al 2007). Jumlah spesies dari genus *Curcuma* semakin banyak sejalan dengan makin banyaknya eksplorasi dan penelitian yang dilakukan oleh para ahli. Kebun Raya Bogor merupakan salah satu Kebun Raya di

Indonesia yang mengkoleksi genus *Curcuma* dan telah mengoleksi sekitar 20 spesies *Curcuma* pada taun 1987 (Danimiharja dan Notodiharjo 1987), namun diduga jumlah koleksi tersebut semakin banyak sejalan dengan waktu serta semakin banyaknya eksplorasi yang dilakukan di Indonesia.

*Curcuma longa* merupakan salah satu jenis dari genus *Curcuma* yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai tujuan khususnya dalam bidang kesehatan. *Curcuma longa* L. memiliki sinonim *Amomum curcuma* Jacq. (1776), dan *Curcuma domestica* Val. (1918). Bagi masyarakat lokal Indonesia, *Curcuma longa* dikenal dengan nama *kunir* (Jawa), *koneng* (Sunda), *hunik* (Batak Toba), *kuning gersing* (Batak Karo) (Heyne 1987). Asal usul *Curcuma longa* tidak diketahui dengan pasti, namun diduga merupakan tanaman asli dari daerah Asia Selatan hingga Asia Tenggara (Deb et al 2003). Araujo and Leon (2001) menyatakan bahwa *Curcuma longa* terdistribusi luas di daerah tropis dan subtropis dan telah lama dibudidayakan terutama di negara-negara di daerah Asia seperti India, China, dan termasuk Indonesia. Di Indonesia *Curcuma longa* diperkirakan telah lama dinaturalisasi di hutan-hutan daerah Jawa Timur (Indonesia) (de Guzman and Siemonsma 1999).

*Curcuma longa* merupakan tumbuhan berhabitus herba, dengan tinggi hingga 1-1,5 meter, tegak, dan sering ditanam sebagai tanaman menahun (Araujo and Leon 2001; de Guzman and Siemonsma 1999). Rimpang atau rhizoma primernya berbentuk lonjong (*ellips*) dengan ukuran 5 cm x 2,5 cm (Gambar 1.) dan merupakan bagian yang dimanfaatkan sebagai obat (Deb et al 2003), berwarna kuning yang berasal dari senyawa curcumin (Araujo and Leon 2001). Bunga

merupakan bunga spika berukuran 5,20 x 3-7,5 cm, dengan susunan seperti spiral. Braktea berbentuk *ellips-lanceolatus* berukuran 5-7,5 cm x 2,5 cm dengan susunan saliang menutupi. Braktea bagian bawah bewarna hijau terang dengan garis putih dibagian tepi, sedangkan bagian atasnya membesar bewarna putih kadang-kadang mirip merah muda. *Corolla* berbentuk tubuler dibagian basal, sedangkan setengah bagian atasnya melebar dan memiliki tiga lobus dengan ukuran yang tidak sama besar, bewarna putih dengan labellum yang *obovate* dengan diameter 12-17 mm dan dua lobus lagi berukuran lebih kecil dengan warna kekuning kuning. Ovarium berbentuk tricolar dengan 2 kelenjar (*stylodes*) pada bagian ujungnya. Walaupun memiliki bunga, namun buah tidak pernah dihasilkan (de Guzman and Siemonsma 1999). Dalam pertumbuhannya *Curcuma longa* memerlukan kondisi iklim panas dan lembab dengan curah hujan 1000-2000 mm. Dalam pembudidayaan dapat dilakukan hingga 1200 m dpl namun paling baik pada ketinggian 450-900 m dpl.





Gambar 4.1. *Curcuma longa* L. atau Kunyit 1. Habitus; 2. Rhizoma (de Guzman and Siemonsma 1999).

#### 4.2. Manfaat dan Bioaktivitas *Curcuma longa*

Pemanfaatan *Curcuma longa* sebagai bumbu masak telah lama dilakukan oleh berbagai kelompok masyarakat diberbagai negara dan juga di Indonesia. Rimpang *Curcuma longa* merupakan bumbu penting untuk masakan di khususnya di daerah Asia. Diperkirakan hingga 25% makanan di Asia menggunakan *Curcuma longa* sebagai salah satu bumbu utamanya. Deb et al (2013) menyatakan bahwa di India, *Curcuma longa* telah digunakan sebagai bagian dari kuliner maupun sebagai pengawet makanan sejak tahun 3000 SM. Bagi masyarakat lokal Indonesia *Curcuma*



*longa* telah dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan jamu, namun catatan pasti mengenai awal pemanfaatannya belum banyak diungkapkan.

Rhizoma, daun, dan tunas muda *Curcuma longa* merupakan bagian yang dimanfaatkan, walaupun demikian pemanfaatan rhizoma lebih menonjol dibandingkan bagian lainnya. Oleh karena itu, *Curcuma longa* ditanam dengan tujuan untuk memperoleh rimpangnya (rhizoma). Tunas muda dan daun muda *Curcuma longa* dimanfaatkan sebagai sayuran atau lalaban, sedangkan daun yang telah tua banyak dimanfaatkan sebagai bumbu tambahan masakan maupun bahan oukup (Silalahi 2014). Walaupun *Curcuma longa* banyak dimanfaatkan dalam bidang kuliner, namun tulisan ini lebih difokuskan pemanfaatannya sebagai obat.

Dalam pengobatan tradisional di India, tepung dari *Curcuma longa* dimanfaatkan sebagai obat gangguan kandung kemih, anoreksia, batu ginjal, luka, diabetes mellitus, gangguan liver, dan rematik (Ammon et al 1992), sedangkan dalam pengobatan tradisional China untuk mengatasi penyakit yang berhubungan dengan sakit bagian bagian perut (Araujo and Leon 2001), dan untuk pemeliharaan kesehatan kulit dan kecantikan (Maho et al 2009). Oleh masyarakat lokal Indonesia *Curcuma longa* dimanfaatkan sebagai bahan jamu, obat diare, obat luka dan obat kolesterol (Silalahi et al 2015a).

Tabel 2.1 Manfaat *Curcuma longa* oleh masyarakat lokal Indonesia

<b>Manfaat</b>	<b>Bagian yang dimanfaatkan</b>	<b>Etnis</b>
Obat luka	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a;

---

		Silalahi et al 2015b)
Diare	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a; (Silalahi et al 2015b))
Demam	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a)
Infeksi Mata	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a)
Malnutrisi	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a)
Maag	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a; (Silalahi et al 2015b))
Minuman pasca melahirkan	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a)
Penambah stamina	Rhizoma	Batak Simalungun (Silalahi et al 2015a; Purba et al 2016)
Oukup	Daun	Batak Karo (Silalahi et al 2015b)
Sakit perut	Rhizoma	Batak Karo (Purba et al 2016)
Diabetes	Rhizoma	Batak Karo (Purba et al 2016)
Kuning	Rhizoma	Batak Karo (Purba et al 2016)
Batuk	Rhizoma	Batak Karo (Purba et al 2016)
Menjaga organ reproduksi wanita	Rhizoma	Lako Akeiri (Wakhidah 2016)

---

Secara ilmiah *Curcuma longa* telah terbukti memiliki potensi sebagai antioksidan (Masuda *et al* 2001 2002; Das and Das 2002; Damalas 2011), antibakteri (Yasunaka *et al* 2005; Lawhavinit *et al* 2010),

dan anti inflamantori (Damalas 2011; Ammon and Wahl, 1991; Surh *et al* 2001), anti protozoa (Araujo *et al* 1998).

### **A. Antioksidan**

Tumbuhan yang digolongkan berkhasiat sebagai antioksidan adalah tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang dapat menghambat atau menekan radikal bebas. Berbagai penelitian menunjukkan potensi *Curcuma longa* sebagai antioksidan (Masuda *et al* 2001; Nurcholis *et al* (2012), Itokawa *et al* (2008). Senyawa yang berasal dari golongan fenolik lebih banyak dikenal sebagai antioksidan (Chan *et al* 2007) dibandingkan jenis senyawa lainnya, namun beberapa peneliti juga melaporkan bahwa essensial oil juga memiliki potensi untuk menghambat radikal bebas (Kunta *et al* 1997). Linalool, menthol dan limonene merupakan kelompok essensial oil yang telah terbukti memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Kunta *et al* 1997).

Curcuminoids merupakan senyawa bioaktif utama yang terdapat dalam rhizoma *Curcuma longa* yang bersifat sebagai antioksidan yang ditunjukkan melalui kemampuannya menghambat 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Nurcholis *et al* 2012; Itokawa *et al* 2008). Curcuminoids yang terdapat pada *Curcuma longa* terutama curcumin, demethoxycurcumin, dan bisdemethoxycurcumin (Lechtenberg *et al* 2004; Thaikert and Paisooksantivatana 2009). Hasil uji *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak ethanol dari *Curcuma longa* memiliki nilai IC<sub>50</sub> sebesar 81.99 µg/ mL menghambat radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Nurcholis *et al* 2012). Senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan antara lain: curcumin, bisdemethoxy curcumin, demethoxy curcumin (Araujo and Leon 2001).

## B. Antibakteria

Terjadinya peningkatan resistensi mikroorganisme terhadap antibiotik komersial, mengakibatkan peningkatan penelitian terhadap potensi tumbuhan obat sebagai antibiotik (Yasunaka *et al* 2005). Famili *Zingiberaceae* merupakan famili yang kaya akan kandungan essential oil atau yang dikenal juga dengan minyak atsiri. Phanthong *et al* (2013) melaporkan bahwa essential oil dari jenis (+)-camphor, (-)-trans-caryophyllene, 1,8-cineole, citral, citronellal, citronellol, eugenol, geraniol,  $\alpha$ -humulene, D-limonene, ( $\pm$ )-linalool, methyl chavicol, (-)- $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol, methyl cinnamate, dan methyl eugenol mampu mereduksi mikroba patogen yang mengakibatkan keracunan maupun pembusukan makanan melalui pencucian dengan air yang mengandung essential oil (Phanthong *et al* 2013).

Ekstrak ethanol dan ekstrak hexane dari *Curcuma longa* menghambat pertumbuhan 13 spesies bakteri yaitu: *Vibrio harveyi*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus intermidis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* dan *Edwardsiella tarda* (Lawhavinit *et al* 2010). Curcuminoids dari *Curcuma longa* menghambat pertumbuhan spesies bakteri yaitu: *Aeromonas hydrophila*, *Staphylococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus intermidis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* dan *Edwardsiella tarda* (Lawhavinit *et al* 2010). Kemampuan *Curcuma longa* sebagai anti bakteri juga berhubungan dengan pemanfaatannya

untuk pengawetan makanan (Thaikert and Paisooksantivatana 2009) dan juga sebagai obat diare.

### **C. Antiinflamantori**

Khasiat *Curcuma longa* sebagai antiinflamantori telah banyak dilaporkan oleh berbagai ahli di antaranya Itokawa et al (2008), Nurcholis et al (2012), dan Araujo and Leon (2001). Nurcholis et al (2012) menyatakan bahwa curcuminoids memiliki potensi sebagai anti inflamantori yang ditunjukkan melalui kemampuannya menghambat cyclooxygenase 2 (COX2). Hasil uji *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak ethanol dari *Curcuma longa* memiliki nilai IC50 mampu menghambat cyclooxygenase 2 (COX2) sebesar 67.96% (Nurcholis et al 2012). Curcumin (Araujo and Leon 2001; Ammon and Wahl 1991) dan sodium curcumin (Ammon and Wahl 1991) memiliki aktivitas sebagai anti inflamantori dan telah lama digunakan sebagai obat keseleo dan pembengkakan karena luka (Ammon and Wahl 1991).

Pemanfaatan *Curcuma longa* sebagai anti inflamantori telah lama tercatat Ayurveda (catatan tentang pengobatan tradisional India) (Jurenka 2009). Curcumin merupakan molekul pleiotropik yang mampu berinteraksi dengan sejumlah molekul target yang terlibat dalam proses inflamasi (Jurenka 2009). Curcumin berfungsi memodulasi respon inflamantori melalui pengaturan aktivitas enzim cyclooxygenase-2 (COX-2), lipooxygenase, enzim yang menginduksi nitric oxide synthase (iNOS), menghambat produksi inflammatory cytokines tumor necrosis factor-alpha (TNF-a), interleukin (IL) -1, -2, -6, -8, and -12, monocyte chemoattractant protein (MCP), dan migration inhibitory protein, mitogen-activated dan Janus kinases (Goel et al 2008; Abe et al 1999).

## **D. Antiprotozoa**

Pemanfaatan *Curcuma longa* sebagai antiprotozoa belum banyak dilaporkan. Curcumin merupakan senyawa utama dari *Curcuma longa* yang memiliki aktivitas sebagai antiprotozoa. Rasmussen et al (2000) menyatakan bahwa ekstrak alkohol dari *Curcuma longa* memiliki khasiat sebagai anti *Plasmodium falciparum* dan *Leishmania major*. *Plasmodium falciparum* merupakan protozoa yang mengakibatkan malaria melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti*.

### **4.3. Metabolit Sekunder**

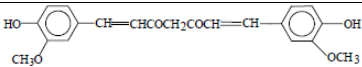
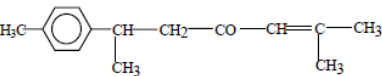
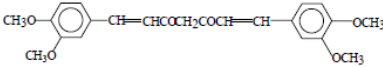
Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder. Tumbuhan mensintesis metabolit sekunder berfungsi untuk pertahanan terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan, sehingga jenisnya maupun konsentrasinya bervariasi tergantung pada spesies, tahap perkembangan, dan lingkungan (Taiz and Zangier 2017). Tumbuhan menghasilkan berbagai metabolit sekunder sebagai salah satu cara untuk beradaptasi pada lingkungan.

Curcumin merupakan senyawa yang menyebabkan dan bertanggung jawab terhadap warna kuning pada rhizoma pada *Curcuma longa* dan telah berhasil diidentifikasi 1910 oleh Lampe and Milobedzka (Jurenka 2009). Curcumin merupakan polifenol lipofilik yaitu senyawa yang tidak larut dalam air dan stabil pada pH asam di lambung (Wang 1997). Walaupun curcumin merupakan senyawa utama *Curcuma longa*, namun Deb et al (2013) dan Jurenka (2009) menyatakan bahwa *Curcuma longa* juga mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, karbohidrat, proteins, and resins (Jurenka 2009), namun tidak mengandung glikosida dan

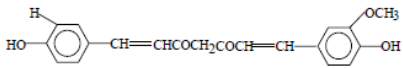
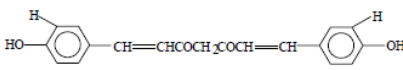
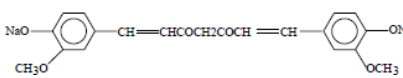
sterol. Selain senyawa tersebut *Curcuma longa* juga mengandung minyak atsiri (Jurenka 2009). Minyak atsiri merupakan suatu campuran senyawa mudah menguap yang kebanyakan tergolong terpenoid (Hegarty et al 2001).

*Curcuma longa* mengandung tiga jenis curcuminoids: yaitu curcumin, demethoxycurcumin, dan bisdemethoxycurcumin. Curcumin merupakan senyawa diferuloylmethane yang bertanggung jawab terhadap warna kuning pada rhizoma *Curcuma longa* (Jurenka 2009; Akram et al 2010). Minyak atsiri atau minyak volatil yang terdapat pada *Curcuma longa* yaitu tumerone, atlantone, dan zingiberone (Jurenka 2009). Curcumin merupakan larutan yang larut dalam ethanol, alkalis, ketone, acetic acid dan chloroform, namun tidak larut dalam air (Araujo and Leon 2001). Senyawa utama, struktur dan manfaat metabolit sekunder yang terdapat pada *Curcuma longa* terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Senyawa utama dan struktur metabolit sekunder pada *Curcuma longa* (Araujo and Leon 2001).

Senyawa	Struktur	Manfaat
Curcumin		anti-bacteria, anti <i>Leishmania amazonensis</i> , antioksidan, anti inflamantori.
Ar-turmerone		anti gigitan ular
Methylcurcumin		anti <i>Leishmania</i>

---

Demethoxy curcumin		<i>amazonensis</i> antioksidan
Bisdemethoxy curcumin		antioksidan
Sodium curcuminat		Anti inflamatori

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe Y, S Hashimoto, and T Horie. 1999. Curcumin inhibition of inflammatory cytokine production by human peripheral blood monocytes and alveolar macrophages. *Pharmacol. Res.* 39: 41-47.
- Akram M, A Shahab-Uddin, K Ahmed, A Usmanhany, E Hannan, Mohiuddin M, and Asif. 2010. *Curcuma longa* and curcumin: A Review Article. *Rom. J. Biol. Plant Biol.* 55(2): 65-70.
- Ammon HPT, MI Anazodo, H Safayhi, BN Dhawan, and RC Srimal. 1992. Curcumin: a potent inhibitor of Leukotriene B4 formation in rat peritoneal polymorphonuclear neutrophils (PMNL). *Planta Med.* 58: 26.
- Ammon HP, and MA Wahl. 1991. Pharmacology of *Curcuma longa*. *Planta Med.* 57(1): 1-7.
- Araújo CAC, and LL Leon. 2001. Biological activities of *Curcuma longa* L. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 96(5): 723-728.
- Chan EWC, YY Lim, and M Omar. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etlingera* species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chem* 104: 1586-1593.



- Cronquist A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. Second Edition. New York: Columbia University Press.
- Damalas CA. 2011. Potential uses of turmeric (*Curcuma longa*) products as alternative means of pest management in crop production. *Plants Omics Journal* 4(3):136-141.
- Danimiharja S, and D Notodiharjo. 1978. *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriense*. Bogor: Kebun Raya LBN LIPI.
- Deb N, P Majumdar, and A Kumar. 2013. Ghosh pharmacognostic and phytochemical evaluation of the rhizomes of *Curcuma longa* Linn. *Journal of Pharma Sci. Tech.* 2(2): 81-86.
- de Guzman CC, and JS Siemonsma. 1999. Spices. *Plant resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Goel A, AB Kunnumakkara, and BB Aggarwal. 2008. Curcumin as “curcumin”: from kitchen to clinic. *Biochem Pharmacol.* 75: 787-809.
- Hegarty MP, EE Hegarty, and RBH Wills. 2001. *Australian Plant Bushfoods*. Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I dan II*. Terj. Badan Libang Kehutanan. Cetakan I. Koperasi karyawan Departemen Kehutanan Jakarta Pusat.
- Itokawa H, Q Shi, T Akiyama, SL Morris-Natschke, and KH Lee. 2008. Recent advances in the investigation of curcuminoids. *Chinese Medicine* 3 (11): 1-13.

- Jurenka JS. 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.
- Kress WJ, LM Price, and K.J. Williams. 2002. The phylogeny and a new classification of the gingers (*Zingiberaceae*): Evidence from molecular data. *American Journal of Botany* 89: 1682-1696.
- Kunta JR, VR Goskonda, HO Brotherton, MA Khan, and IK Reddy. 1997. Effects of menthol and related terpenes on the percutaneous absorption of propranolol across excised hairless mouse skin. *Journal Pharm. Sci.* 86: 1369-1373.
- Larsen K. 2005. Distribution patterns and diversity centres of *Zingiberaceae* in Southeast Asia. *Biologiske Skrifter* 55: 219-228.
- Larsen K, and SS Larsen. 2006. *Gingers of Thailand*, Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai.
- Lawhavinit OA, Kongkathip, and B Kongkathip. 2010. Antimicrobial activity of curcuminoids from *Curcuma longa* L. on pathogenic bacteria of shrimp and chicken. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 44: 364- 371.
- Lawrence GHM. 1951. *Taxonomy of Vascular Plant*. New York: John Wiley & Sons.
- Lechtenberg M, B Quandt, and A Nahrstedt. 2004. Quantitative determination of curcuminoids in *Curcuma* rhizomes and rapid differentiation of *Curcuma domestica* Val. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. by capillary electrophoresis. *Phytochem. Anal.* 15: 152-158.

- Maho S, and K Yoshiyuki. 2009. Effects of a turmeric extract (*Curcuma longa*) on chronic ultraviolet B irradiation-induced skin damage in melanin-possessing hairless mice. *Phytomedicine* 16: 1137-1143.
- Masuda CA, MA Xavier, KA Mattos, A Galina, and M Montero-lomeli. 2001. Phosphoglucosyltransferase is an in vivo lithium target in yeast. *J. Biol Chem* 276(41): 37794-801.
- Nurcholis W, L Ambarsari, NLPEK Sari, and LK Darusman. 2012. Curcuminoid contents, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. and *Curcuma domestica* Val. promising lines from Sukabumi of Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa Surabaya, 25 Pebruari 2012, c284-c292*.
- Phanthonga P, P Lomarata, MT Chomnawang, and N Bunyapraphatsar. 2013. Antibacterial activity of essential oil and their active components from Thai spices against foodborne pathogens. *Science Asia* 39: 472-476.
- Purba EC. 2015. Etnobotani Masyarakat Etnis Karo di Kecamatan Merdeka Sumatera Utara, [Tesis]. Departemen Bilogi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].
- Purseglove JW. 1972. *Tropical Crops Monocotyledons*. London: Longman.
- Rasmussen, B.B., K.D. Tipton, S.L. Miller, S.E. Wolf, and R.R. Wolfe. 2000. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology* 88: 386-392.
- Saensouk P, P Theerakulpisut, A Thammathaworn, S Saensouk, C Maknoi, and P Kohkaew. 2015. Pollen morphology of genus *Curcuma*

(Zingiberaceae) in Northeastern Thailand. *Scienceasia* 41:1513-1874.

Silalahi M. 2014. The Ethnomedicine of The Medicinal Plants in Sub-ethnic Batak North Sumatra and The Conservation Perspective. [Dissertation]. Program Studi Biologi, Program Pasca Sarjana, FMIPA, Universitas Indonesia. [unpublished].

Silalahi M, Nisyawati, EB Walujo, and J Supriatna. 2015a. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia, *Biodiversitas* 16(1): 44-54.

Silalahi M, Nisyawati, EB Walujo, J Supriatna, and W Mangunwardoyo. 2015. 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.

Sofowora A. 1982. *Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. New York: John Willey Sons Ltd, p.6.

Taiz L, and E Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland.

Thaikert R, and Y Paisooksantivatana. 2009. Variation of total curcuminoids contents, antioxidant activity and genetic diversity in turmeric (*Curcuma longa* L.) collections. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 507-518.

Wakhidah AW. 2015. Ethnobotany welcoming ceremony of girl maturity (*oke sou*) at the village community Lako Akediri and Bobanehena in West Halmahera. [Skripsi]. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok. [Tidak dipublikasikan].

- Wang YJ, MH Pan, AL Cheng AL et al. 1997. Stability of curcumin in buffer solutions and characterization of its degradation products. *J. Pharm Biomed Anal.* 15:1867-1876.
- Yasunaka K, F Abe, A Nagayama, H Okabe, L Lozada-Perez, E Lopez-Villafranco, E Estrada Muniz, A Aguilar, and R Reyes-Chilpa. 2005. Antibacterial activity of crude extracts from Mexican medicinal plants and purified coumarins and xanthenes. *Journal of Ethnopharmacology* 97: 293-299.

## BAB V

### KUNYIT PUTIH (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe)

Genus *Curcuma* L. (*Zingiberaceae*) sangat penting secara ekonomi karena menjadi komoditi yang apat diperdagangkan. Genus *Curcuma* L. merupakan salah satu genus terbesar pada famili *Zingiberaceae*, memiliki sekitar 80 spesies, yang terdistribusi di seluruh Asia tropis dari India, Cina Selatan, Asia Tenggara, Papua Nugini, dan Australia Utara (Srigusa *et al* 2007). Diperkirakan 50% spesies dari Genus *Curcuma* digunakan oleh manusia dan lebih dari 50% spesies *Curcuma* belum diketahui penggunaannya (Srigusa *et al* 2007). Selain penting secara ekonomi di daerah tropis sebagian dari genus *Curcuma* digunakan sebagai tanaman hias (Leong-Škorničková *et al* 2008) seperti *Curcuma xanthorrhiza* (temulawak), *Curcuma zedoaria* (kunyit putih), dan *Curcuma longa* (kunyit).

Spesies-spesies dalam genus *Curcuma* memiliki kesamaan struktur morfologi terutama bagian daun sehingga sulit dibedakan antara satu spesies dengan spesies lainnya. Untuk identifikasi spesies genus *Curcuma* digunakan berbagai karakter antara lain: warna rhizoma, posisi pembungaan (*inflorescence*), bentuk dan warna braktea, dan bagian-bagian bunga yang lain (Škorničková and Sabu 2005). Pengetahuan taksonomi genus *Curcuma* diperlukan untuk menentukan dengan benar spesies yang digunakan secara komersial sebagai rempah-rempah, tanaman hias, dan obat-obatan. Pada awalnya *Curcuma* adalah anggota famili *Hedychiaceae*, namun selanjutnya direvisi dan dimasukkan dalam famili *Zingiberaceae* (Srigusa *et al* 2007).

*Curcuma zedoaria* atau yang dikenal dengan kunyit/temu putih merupakan salah satu dari genus *Curcuma* yang banyak dimanfaatkan sebagai obat maupun bahan untuk masakan. Di Indonesia, daun *Curcuma zedoaria* digunakan sebagai bumbu tambahan untuk meningkatkan cita rasa masakan ikan dan makanan lainnya (Srigusa *et al* 2007). Dalam pengobatan *Curcuma zedoaria* telah lama dimanfaatkan oleh berbagai etnis di Indonesia, Malaysia dan India (Malek *et al* 2004). Di Malaysia *Curcuma zedoaria* banyak dikonsumsi sebagai rempah-rempah dan makanan ibu pasca melahirkan (postpartum) (Malek *et al* 2004). Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat berhubungan dengan kandungan metabolit sekundernya.

### **5.1. Botani *Curcuma zedoaria***

Secara filogenetik Zingiberales masuk ke dalam kelompok eumonocots. Zingiberaceae merupakan famili terbesar pada ordo Zingiberales dibandingkan dengan Musaceae, Strelitziaceae, dan Heliconiaceae (Kress 1990). Zingiberaceae didistribusikan secara pantropis dengan satu genus (*Renealmia*) ditemukan di Neotropika, empat genus (*Aframomum*, *Aulotandra*, *Siphonochilus*, dan *Renealmia*) ditemukan di Afrika, dan sisa genera yang didistribusikan di Asia Timur dan Kepulauan Pasifik (Kress *et al* 2002). Zingiberaceae memiliki sebanyak 53 genus dan lebih dari 1200 spesies (Kress 1990). *Curcuma* merupakan salah satu dari genus dalam famili Zingiberaceae dengan jumlah spesies sekitar 80 spesies (Srigusa *et al* 2007). Diperkirakan 50% spesies dari Genus *Curcuma* digunakan oleh manusia dan lebih dari

50% spesies *Curcuma* belum diketahui penggunaannya (Srigusa *et al* 2007).

*Curcuma zedoaria* atau yang sering disebut dengan temu putih merupakan spesies asli (*native species*) India, telah dibudidayakan di seluruh Asia Tenggara (Srigusa *et al* 2007), termasuk Indonesia. Pemberian nama temu putih untuk *Curcuma zedoaria* diduga berhubungan dengan adanya umbi yang bewarna putih, walaupun demikian rhizomanya bewarna kuning. *Curcuma zedoaria* (Gambar 1) merupakan herba perennial, memiliki tinggi satu meter, rimpang utama berbentuk bulat telur, dan bagian dalam umbinya kuning pucat (Srigusa *et al* 2007). Helaian daun *Curcuma zedoaria* memiliki panjangnya 80 cm, biasanya dengan bercak-bercak ungu di sepanjang pelepah pada keduanya permukaan daun. Pada saat muda (kecil), warna rimpang dari *Curcuma zedoaria* memiliki warna yang mirip dengan *Curcuma aeruginosa* dan *Curcuma mangga* (Hamdi *et al* 2014). *Curcuma zedoaria* (Christm.) Rosc.



Gambar 5.1. Rhizoma kunyit putih (*Curcuma zedoaria*). A. Morfologi; B. Sayatan melintang empu dan cabangnya



## 5.2. Metabolit Sekunder *Curcuma zedoaria*

Tumbuhan merupakan sebagai sumber senyawa fitokimia yang banyak digunakan dalam pengobatan kemoterapi, dan sebagian besar masih diekstraks langsung dari tumbuhan baik di negara maju maupun negara yang sedang berkembang (Dias *et al* 2012). Hal tersebut mengakibatkan peningkatan penelitian tumbuhan berpotensi obat khususnya penyakit berat seperti kanker, diabetes mellitus, jantung maupun kolesterol. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder dengan menggunakan senyawa antara hasil reaksi metabolisme primer yang banyak digunakan sebagai bahan obat. Jenis maupun konsentrasi metabolisme sekunder bervariasi antar spesies tumbuhan. Oleh tumbuhan metabolit sekunder digunakan sebagai pertahanan terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan, namun terkadang menjadi penciri yang digunakan untuk identifikasi tumbuhan.

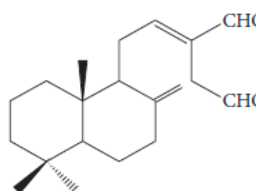
*Curcuma zedoaria* memiliki metabolit sekunder utama berupa terpenoid (Azam *et al* 2014; Tariq *et al* 2016) khususnya seskuiterpenoid (Ma *et al* 1995; Syu *et al* 1998; Tariq *et al* 2016), fenolik (Azam *et al* 2014; Tariq *et al* 2016), tanin, saponin, alkaloid, terpenoid, dan steroid (Azam *et al* 2014). Terpenoid merupakan senyawa yang 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  $\text{C}_5$  (Harborne 1987). Pada rimpang *Curcuma zedoaria* telah diisolasi lima seskuiterpen yaitu tiga jenis guaiane seskuiterpen (curcumenol, isoprocurcumenol, dan procurcumenol), satu jenis caraborane sesquiterpene (curcumenone),

dan satu jenis germacrane sesquiterpene (zederone) (Tariq *et al* 2016). Senyawa seskuiterpen utama pada *Curcuma zedoaria* di antaranya furanodiena, furanodiene, germacrone, curdione, neocurdione, curcumenol, isocurcumenol, aerugidiol, zedoarondiol, curcumenone dan curcumin (Matsuda *et al* 1998).

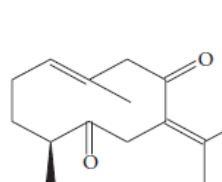
Metabolit sekunder yang terekstrak pada tumbuhan dipengaruhi oleh senyawa pengestrak. Ekstrak rhizoma *Curcuma zedoaria* dengan menggunakan heksana dan diklorometana mengandung senyawa (Gambar 2) yaitu: labda-8,12diena-15,16 dial dehydrocurdione, curcumenone, comosone II, curcumenol, procurcumenol, germacrone, zerumbone epoksida, zederone, 9-isopropilidena-2,6-dimetil-11-oxatricyclo [6.2.1.0<sup>1,5</sup>] undec-6-en-8-ol, furanodiena, germacrone-4,5-epoxide, calcaratarin A, isoprokurkuminol, germacrone-1,10-epoxide, zerumin A, curcumanolide A, curcuzedoalide, dan gweicurculactone (Hamdi *et al* 2014). Struktur dari senyawa yang diekstrak dari *Curcuma zedoaria* dapat dilihat pada Gambar 2. Rimpang *Curcuma zedoaria* berhasil mengisolasi sembilan seskuiterpen (germacrone, dehydrocurdione, curcumenol, isoprocurcumenol, curcumenone, procurcumenol, zerumbone epoksida, zederone), gweicurculactone, dan satu labdane diterpene (zerumin A) (Hamdi *et al* 2015).

Makabe *et al* (2006) telah berhasil mengisolasi lebih dari 10 sesquiterpenes dari rhizoma *Curcuma zedoaria* di antaranya: furanodiene, furanodienone, zedorone, curzerenone, curzeone, germacrone, 13-hydroxygermacrone, dihydrocurdione, curcumenone and zedoarondiol. Rahman *et al* (2012) berhasil mengisolasi sedikitnya 27 senyawa dari *Curcuma Zedoaria* antara lain: cucrumin, furanodiene, furanodienone, zedorone, curzerenone, curzeone,

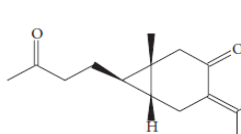
germacrone, 13-hydroxygermacrone, dihydrocurdione, curcumenone, zedoaronediol, curcumenol, zedoarol, curcumanolide-a, curcumanolide-b, ethylpara-methoxycinnamate, 18,  $\beta$ -turmerone, epicurzerenone, curzerene, 1,8-cineole,  $\beta$ -eudesmol, zingiberene, dihydrocurcumin, curdione, neocurdione,  $\alpha$ -phellandrene.



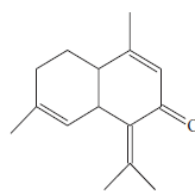
labda-8(17),12  
diene-15,16 dial



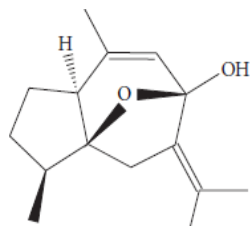
dehydrocurdione



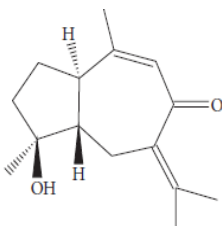
curcumenone



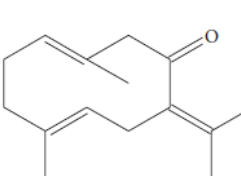
comosone II



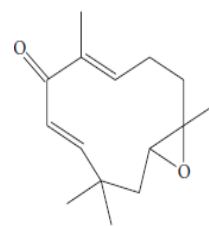
curcumenol



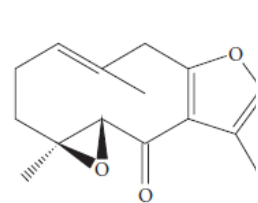
procurcumenol



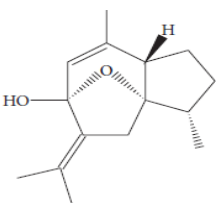
germacrone



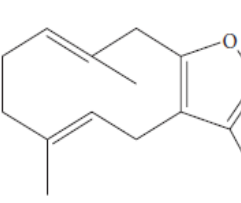
zerumbone  
epoxide



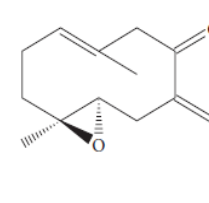
zederone



9-  
isopropylidene  
-2,6-dimethyl-  
11-oxatricyclo

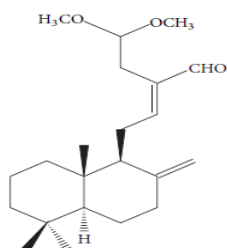


furanodiene

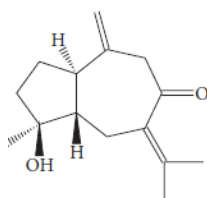


germacrone-  
4,5-epoxide

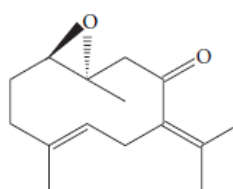
[6.2.1.01,5]und  
ec-6-en-8-ol



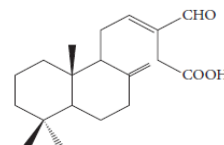
calcaratarin A



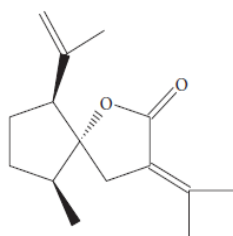
soprocurcume  
nol



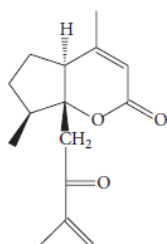
germacrone-  
1,10-epoxide



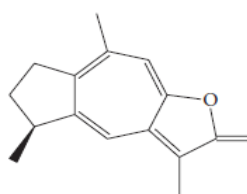
zerumin A



curcumanolide A



curcuzedoalide



gweicurculacton

e

Gambar 5.2. Struktur dari berbagai senyawa yang telah diisolasi dari rhiizoma *Curcuma zedoaria* (Hamdi *et al* 2014)

### 5.3. Manfaat *Curcuma zedoaria*

*Curcuma zedoaria* telah lama dimanfaatkan sebagai bahan makanan maupun sebagai bahan obat. *Curcuma zedoaria* banyak dikonsumsi sebagai rempah-rempah, seperti rasa masakan tradisional, dan sebagai makanan ibu pasca melahirkan (postpartum) (Malek *et al* 2004). *Curcuma zedoaria* memiliki khasiat sebagai kolesterol (Matsuda *et al* 1998; Khare *et al* 2008; Duangjai *et al* 2011; Srividya *et al* 2012; Tariq *et al* 2016), anti tumor/ kanker (Kim *et al* 2000; Lobo *et al* 2009;

Hamdi *et al* 2014; Handajani *et al*, 2003; Murwanti *et al* 2004; Shin dan Lee 2013), anti inflamasi (Kaushik Dan Jalalpur 2011) demam, antipiretik, dan Analgesik (Navarro *et al* 2002; Chattopadhyay *et al* 2005; Azam *et al* 2014), anti mikroba (Rita *et al* 2010; Shahriar 2010; Das and Rahman 2012).

#### **A. Anti Kolesterol**

Kolesterol merupakan gangguan sistem peredaran darah dengan kandungan lemak darah yang berlebihan. Ekstrak *Curcuma zedoaria* dengan dosis 200-400 mg/kg ditemukan efektif dalam mengurangi tingkat total kolesterol (17,1% -19,65%) setelah 12 hari pra perawatan yang menunjukkan aktivitas antihiperlipidemia (Srividya *et al* 2012). Tindakan penurun kolesterol Curcuma termasuk mengganggu serapan kolesterol usus, meningkat konversi kolesterol menjadi asam empedu dan meningkatkan ekskresi asam empedu melalui efek choleretic-nya (Khare *et al* 2008). Senyawa seskuiterpen utama, termasuk furanodien, furanodiene, germacrone, curdione, neocurdione, curcumenol, isocurcumenol, aerugidiol, zedoarondiol, curcumenone dan curcumin, menunjukkan potensi melindungi pengaruh d-galaktosamin atau lipopolisakarida yang diinduksi melukai hati pada tikus (Matsuda *et al* 1998). Rimpang *Curcuma zedoaria* memiliki peran protektif terhadap kondisi hiperkolesterolemik dan lipidemik (Tariq *et al* 2016). Perlakuan yang tepat dari komponen yang berbeda sindrom metabolik seperti hiperkolesterolemia dan hipertrigliseridemia memerlukan beberapa resep obat sintesis untuk mencegah atau mengurangi risiko morbiditas dan mortalitas kardiovaskular (Tariq *et al* 2016). Curcuma zedoaria menunjukkan konsumsi tanaman ini untuk kemungkinan pengobatan hiperlipidemia, hiperkolesterolemia dan /atau aterosklerosis (Pizziolo

*et al* 2011). *Curcuma zedoaria* merupakan salah satu tanaman yang bertanggung jawab efek penurun kolesterol mereka dalam model *in-vivo* (Duangjai *et al* 2011).

## **B. Anti inflamasi**

*Curcuma zedoaria* secara tradisional digunakan dalam pengobatan peradangan atau anti inflamasi. Ekstrak petroleum eter, kloroform dari rhizoma *C. zedoaria* menunjukkan signifikan  $p < 0,001$  anti peradangan, bila dibandingkan dengan kontrol dengan obat standar (Indometasin 10 mg / kg.i.p dan Rumatex forte 200 mg / kg). Ekstrak petroleum eter 200 dan kloroform 400 mg / kg ekstrak *Curcuma zedoaria* ini menunjukkan aktivitas anti-inflamasi maksimal pada jam ke 2 sampai ke 6 (Kaushik Dan Jalalpur 2011).

## **C. Anti Kanker**

Senyawa yang digunakan sebagai obat kanker merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan sel. Efek anti kanker dan sifat biologis *Curcuma zedoaria* rimpang telah dilaporkan secara luas oleh Lobo *et al* (Lobo *et al* 2009; Hamdi *et al* 2014). Ekstrak dari rhizoma *Curcuma zedoaria* dengan menggunakan heksana dan diklorometana memiliki aktivitas sebagai anti kanker terhadap empat garis sel kanker (Ca Ski, MCF-7, PC-3, dan HT-29) (Hamdi *et al* 2014). Dalam hal sifat antikanker, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa polisakarida dan polisakarida terikat protein dari *C. zedoaria* dapat menghambat pertumbuhan sarkoma-180 (Kim *et al* 2000).

Rimpang *Curcuma zedoaria* dikenal sebagai salah satu simplisia yang mampu melindungi dan menyembuhkan banyak penyakit terutama tumor dan kanker (Handajani *et al*, 2003; Murwanti *et al* 2004; Shin dan Lee 2013). Ekstrak temu putih mampu telah terbukti mampu

menghambat pertumbuhan tumor paru (Murwanti et al 2004), kanker ovarium (Syu *et al*, 1998). Beberapa senyawa *Curcuma zedoaria* yang dilaporkan memiliki aktivitas sebagai anti kanker antara lain:  $\alpha$ -curcumene (Shin dan Lee 2013) dan kurkumin (Syu *et al*, 1998). Shin dan Lee (2013) melaporkan ekstrak rimpang *Curcuma zedoaria* dengan konsentrasi 200 mg/kg berat badan mampu menghambat aktivitas mitosis. Hal yang berbeda dilaporkan oleh Murwanti et al (2004) bahwa ekstrak etanol rimpang temu putih mampu menghambat pertumbuhan tumor paru pada mencit betina dan dengan konsentrasi 250 mg/kg BB (49,63%), dosis 500 mg/kgBB (73,33%), dan dosis 750 mg/kgBB (77,78%) (Murwanti et al 2004). Lebih lanjut dikatakannya bahwa kerusakan sel sel sub-diploid meningkat bergantung pada konsentrasi (Shin dan Lee 2013).

$\alpha$ -curcumene mampu menghambat viabilitas sel sel SiHa >73% selama 48 jam inkubasi. Kemampuan  $\alpha$ -curcumene untuk menghambat kanker melalui fragmentasi DNA nukleosomal (Shin dan Lee 2013). Aktivasi sitokrom mitokondria c dan uji aktivitas caspase-3 *in vitro* ditunjukkan bahwa aktivasi caspases menyertai efek apoptosis  $\alpha$ -curcumene, yang menengahi kematian sel. Hasil ini menunjukkan bahwa efek apoptosis  $\alpha$ -curcumene pada sel SiHa dapat terjadi aktivasi caspase-3 melalui pelepasan sitokrom mitokondria c (Shin dan Lee 2013). Ekstrak etanol rimpang temu putih menunjukkan aktivitas menghambat sel-sel OVCAR-3, yaitu sel line kanker ovarium manusia (Syu *et al*, 1998). Kurkumin telah diteliti mampu menekan proliferasi sel kanker melalui mekanisme menginduksi apoptosis (Surh, 1999), menghambat enzim prostaglandin sintetase, biosintesis leukotrien, dan memblokir aksi enzim arakidonat 5-lipooksigenase (Kiuchi, 1992).

Leukimia merupakan penyakit yang disebabkan pertumbuhan sel darah putih yang tidak terkendali sehingga sering juga disebut sebagai kanker darah. Di antara seskuiterpen diuji, Senyawa curcumenone dari *Curcuma zedoaria* menunjukkan sifat sitotoksik yang paling kuat untuk melawan sel WEHI-3 dan HL-60 dengan nilai IC50 sebesar 25,6 dan 106,8  $\mu\text{M}$ , untuk lini sel WEHI-3 dan HL-60 secara berurutan masing-masing (Tabel 1). Senyawa curcumenone juga menunjukkan sitotoksitas terhadap sel normal human umbilical vein endothelial (HUVEC) dengan nilai IC50 sebesar 69,6  $\mu\text{M}$  (Hamdi and Satti 2017).

#### **D. Demam, Antipiretik dan Analgesik**

Demam merupakan pertahanan alami tubuh menciptakan lingkungan di mana agen infeksius atau jaringan yang rusak tidak dapat bertahan. Parasetamol merupakan obat sintesis komersial yang digunakan sebagai penurun demam. Pemakaian obat sintesis dalam jangka panjang akan mengakibatkan kerusakan organ tubuh. Demam atau pireksia disebabkan dampak sekunder dari infeksi, kerusakan jaringan, pembengkakan, penolakan transplantasi, keganasan atau keadaan berpenyakit lainnya (Chattopadhyay *et al* 2005). Biasanya jaringan yang terinfeksi atau rusak memulai pembentukan pro-inflamasi yang disempurnakan mediator (sitokin seperti interleukin  $1\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  dan tumor necrosis factor- $\alpha$ ), yang meningkat sintesis prostaglandin E2 (PGE2) di dekat area hipotalamus preoptik. Sintesis prostaglandin E2 (PGE2) akan memicu hipotalamus untuk menaikkan suhu tubuh (Saper and Breder 1994). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Curcuma zedoaria* secara signifikan menurunkan suhu tubuh yang diinduksi ragi dalam tikus dengan cara tergantung dosis dan efek



antipiretik pada dosis 750 mg / kg sebanding dengan standar obat parasetamol antipiretik (10 mg / kg) (Azam et al, 2014).

Antipiretik merupakan senyawa yang berfungsi untuk mengurangi rasa sakit, yang diakibatkan oleh adanya gangguan pada tubuh manusia. Penapisan fitokimia ekstrak etanol menunjukkan adanya tanin, flavonoid, saponin, alkaloid, terpinoid, karbohidrat dan steroid sebagai penyusun utama ekstrak *Curcuma zedoaria* yang beberapa diantaranya mungkin memiliki aktivitas antipiretik (Azam et al, 2014). Sebagian besar obat antipiretik menghambat ekspresi cyclooxygenase-2 (COX-2) untuk mengurangi suhu tubuh yang meningkat menghambat biosintesis PGE<sub>2</sub>. Selain itu, agen sintetis ini secara irreversibel menghambat COX-2 dengan selektivitas tinggi tapi beracun bagi sel hati, glomerulus, korteks otak dan jantung otot, sedangkan inhibitor COX-2 alami memiliki selektivitas lebih rendah dengan efek samping yang lebih sedikit. Untuk tempur mediator pro-inflamasi sejumlah ekstrak tumbuhan telah diteliti memodulasi jalur siklooksigenase yang menghambat sintesis leukotrien dan prostaglandin oleh menghambat jalur COX-1 dan COX-2 (Oh et al 2007; Alberto dkk 2009).

Ekstrak rimpang methanolik memiliki sifat analgesik ringan (dengan penghambatan writhing 66,67%). Ekstrak eter dari rimpang, cuti dan batang telah menunjukkan sifat analgesik moderat (dengan penghambatan writhing masing-masing 70,24%, 75%, 71,43%), sedangkan ekstrak eter dari daun menunjukkan sifat analgesik yang signifikan (dengan penghambatan writhing 91,67%) Ekstrak rimpang methanolik memiliki sifat analgesik ringan (dengan penghambatan writhing 66,67%). Ekstrak eter dari rimpang, cuti dan batang telah

menunjukkan sifat analgesik moderat (dengan penghambatan writhing masing-masing 70,24%, 75%, 71,43%), sedangkan ekstrak eter dari daun menunjukkan sifat analgesik yang signifikan (dengan penghambatan writhing 91,67%),

#### **F. Anti Mikroba**

Anti mikroba merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Ekstrak rhizoma *Curcuma zedoaria* memiliki aktivitas sebagai anti bakteri (Rita 2010; Das and Rahman 2012; Shahriar 2010) maupun anti jamur (Das and Rahman 2012). Bakteri yang pertumbuhannya dapat dihambat oleh *Curcuma zedoaria* dapat berupa bakteri gram positif (*Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*) dan bakteri gram negatif (*Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi*, *Vibrio parahemolyticus*, *Vibrio mimicus*, *E. coli*, *Shigella dysenteriae*) (Das and Rahman 2012). *Pseudomonas aureus*, *Shigella boydii*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger* merupakan jenis jamur yang pertumbuhannya dihambat oleh ekstrak *Curcuma zedoaria* (Das and Rahman 2012). Shahriar (2010) menyatakan bakteri gram negatif *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* A, *Salmonella paratyphi* B, *Escherichia coli*, *Shigella boydii*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei* namun tidak sensitif terhadap *Vibrio cholerae*, *Vibrio mimicus*, *Klebsiella* sp. *Pseudomonas aeruginosa* dan juga tidak sensitif terhadap bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *Sarcina lutea* (Shahriar 2010).

Ekstrak dari *Curcuma zedoaria* mengandung triterpenoid yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan daya hambat yang lemah pada konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm (Rita 2010). Ekstrak kasar metanol memiliki

aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif, gram negatif, dan jamur sebanding dengan standar kanamisin obat (Das and Rahman 2012). Ekstrak batang menunjukkan sensitivitas ringan terhadap beberapa gram positif, bakteri gram negatif dan jamur (zona penghambatan 7 mm). Ekstrak daun eter dan ekstrak daun metanol juga menunjukkan sensitivitas ringan terhadap beberapa gram positif, bakteri gram negatif dan jamur (zona penghambatan 10-12 mm dan 11-12 mm masing-masing). Ekstrak rimpang methanolik menunjukkan sensitivitas yang signifikan terhadap beberapa gram positif, bakteri gram negatif dan jamur (zona penghambat 13-15 mm) (Das and Rahman 2012).

## **Daftar Pustaka**

- Azam MG, Noman MS, and Al-Amin MM. 2014. Phytochemical screening and antipyretic effect of *Curcuma zedoaria* Rosc. (Zingiberaceae) rhizome. *British Journal of Pharmaceutical Research* 4(5): 569-575.
- Brookmeyer R, Johnson E, Ziegler-Graham K, and Arrighi HM. 2007. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement.* 3:186-191.
- Chattopadhyay D, Arunachalam G, and Ghosh L. 2005. Antipyretic activity of *Alstonia macrophylla* Wall ex A. DC: an ethnomedicine of Andaman Islands. *J Pharm Pharm Sci.* 8(3):558-64.
- Cole GM, Teter B, and Frautschy SA. 2007. The molecular targets and therapeutic uses of curcumin in health and disease: 595. *Advances in experimental medicine and biology ed.* B.B.

- Das K, and Rahman MA. 2012. Analgesic and antimicrobial activities of *Curcuma Zedoaria*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 4(5):322-328.
- Dias DA, Urban S, Roessner U. 2012. A historical overview of natural products in drug discovery. *Metabolites* 2: 303-306.
- Duangjai A, Ingkaninan K, and Limpeanchob N. 2011. Potential mechanisms of hypocholesterolaemic effect of Thai spices/dietary extracts. *Nat Prod Res.* 25: 341–52
- Hamdi OAA, Rahman SNSA, Awang K, Wahab NA, Looi CY, Thomas NF, and Malek NSA. 2014. Cytotoxic constituents from the rhizomes of *Curcuma zedoaria* Hindawi Publishing Corporation *The Scientific World Journal* Article ID 321943, 11 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/321943>: 1-11
- Hamdi OAA, Ye LJ, Kamarudin MNA, Hazni H, Paydar M, Looi CY, Shilpi JA, Kadir HA, and Awang K. 2015. Neuroprotective and antioxidant constituents from *Curcuma zedoaria* rhizomes *Rec. Nat. Prod.* 9:3 349-355
- Hamdi OAA, and Satti R. 2017. A sesquiterpenes from the rhizomes of *Curcuma zedoaria* and their cytotoxicity against leukemic cell lines jacknoon neelain. *Journal of Science and Technology* 1(1): 43-48.
- Handajani NS. 2003. Aktivitas sitostatika temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) pada sel-sel spermatogenik Mencit (*Mus musculus* L.). *Biosmart* 5(2): 120-123.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung

- Kaushik ML, and Jalalpure SS. 2011. Antiinflammatory efficacy of *Curcuma Zedoaria* rosc root extracts. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 4(3): 90-93.
- Khare CP. 2008. *Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary*. New York: Springer Science Publishers: 188-189.
- Kim KI, Kim JW, Hong BS, Shin DH, Cho HY, Kim HK, and Yang HC. 2000. Antitumor, genotoxicity and anticlastogenic activities of polysaccharide from *Curcuma zedoaria*. *Mol. Cells* 10: 392-398.
- Kiuchi F, Iwakami S, Shibuya M, Hanaoka F, and Sankawa U. 1992. Inhibition of prostaglandin and leukotriene biosynthesis by gingerols and diarylheptanoids. *Chem. Pharm. Bull*, 40(2): 387-391.
- Kress WJ. 1990. The phylogeny and classification of the Zingiberales. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77: 698-721.
- Kress WJ, Price LM, and Williams KJ. 2002. The phylogeny and a new classification of the gingers (Zingiberaceae): Evidence from molecular data. *American Journal of Botany* 89: 1682-1696.
- Leong-Škorničková J, Šída O, Sabu M, and Marhold K. 2008. Taxonomic and nomenclatural puzzles in Indian *Curcuma*: the identity and nomenclatural history of *C. zedoaria* (Christm.) Roscoe and *C. zerumbet* Roxb. (Zingiberaceae). *Taxon* 57(3): 949-962.
- Lobo R, Prabhu KS, and Shirwaikar A. 2009. *Curcuma zedoaria* Rosc, (white turmeric): a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. *J. Pharm. Pharmacol.* 61: 13-21.
- Ma X, Yu X, and Han J. 1995. Application of off-line supercritical fluid extraction-gas chromatography for the investigation of chemical constituents in *Curcuma zedoaria*. *Phytochem Anal* 6: 292-296.

- Makabe H, Maru N, Kuwabara A, Kamo T, and Hirota M. 2006. Anti-inflammatory sesquiterpenes from *Curcuma zedoaria*. *Nat Prod Res.* 20: 680-685.
- Malek SN, Abdullah F, Ali NM, Ibrahim H, and Jalil MN. 2004. Analysis of essential oil of *Curcuma zedoaria*. *Journal of Tropical Medicinal Plants* 5(1): 29-32.
- Matsuda H, Ninomya K, and Morikawa T. 1998. Inhibitory effect and action mechanism of sesquiterpenes from *Zedoariae* rhizome on D-galactosamine lipopolysaccharide- induced liver injury. *Bioorg Med Chem Lett* 8: 4339-4344.
- Murwanti R, Meiyanto E, Nurrochmad A, and Kristina SA. 2004. Efek ekstrak etanol rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.) terhadap pertumbuhan tumor paru fase post inisiasi pada mencit betina diinduksi Benzo[a]piren. *Majalah Farmasi Indonesia* 15(8): 7-14.
- Navarro DD, Souza MM, Neto RA, Golin V, Niero R, Yunes RA, Delle monache F, and Cechinel V. 2002. Phytochemical analysis and analgesic properties of *Curcuma zedoaria* grown in Brazil. *Phytomed.* 9: 427-432.
- Oh OJ, Min HY, and Lee SK. 2007. Inhibition of inducible prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 expression by curdione from *Curcuma zedoaria*. *Arch Pharm Res.* 30(10): 1236-1239.
- Pizziolo VR, Brasileiro BG, Oliveira TT, and Nagem TJ. 2011. Plants with possible hypolipidemic activity: a review of books published in Brazil between 1998 and 2008. *Rev Bras Pl Med Botucatu* 13: 98-109.

- Rahman A, Afroz M, Islam R, Islam KD, Hossain MA, and Na M. 2014. *In vitro* antioxidant potential of the essential oil and leaf extracts of *Curcuma zedoaria* Rosc. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 4(02): 107-111.
- Rita WS. 2010. Isolasi, identifikasi, dan uji aktivitas antibakteri senyawa golongan triterpenoid pada rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe). *Jurnal Kimia* 4(1): 20-26.
- Saper CB, and Breder CD. 1994. The neurologic basis of fever. *N Engl J Med* 330(26): 1880-1886.
- Shahriar M. 2010. Antimicrobial activity of the rhizomes of *Curcuma Zedoaria* *Journal of Bangladesh Academy of Sciences* 34(2): 201-203.
- Shin Y, and Lee Y. 2013. Cytotoxic activity from *Curcuma zedoaria* through mitochondrial activation on ovarian cancer cells. *Toxicol. Res.* 29(4): 257-261.
- Sirirugsa P, K Larsen, and C Maknoi. 2007. The Genus *Curcuma* L. (Zingiberaceae ): Distribution and Classification with Reference to Species Diversity in Thailand. *Gardens Bulletin Singapore* 59(1&2): 203-207.
- Škorníčková J, and Sabu M. 2005. *Curcuma roscoeana* Wall. (Zingiberaceae) in India. *Gard. Bull. Singapore* 57: 187-198.
- Srividya AR, Dhanabal SP, Yadav AK, Kumar SMN, and Vishnuvarthan VJ. Phytopreventive anti-hyperlipidemic activity of *Curcuma zedoaria*. *Bulletin Pharm Res.* 2012;2:22-5.
- Syu WJ, Shen CC, Don MJ, Ou JC, Lee GH, and Sun CM, 1998. Cytotoxicity of curcuminoids and some novel compounds from *Curcuma zedoaria*, *Journal of Natural Product* 61(12): 1532-1534.

Tariq S, Imran M, Mushtaq Z, and Asghar N. 2016. Phytopreventive anti hypercholesterolemia and antilipidemic perspectives of zedoary (*Curcuma Zedoaria* Roscoe.) herbal tea. *Lipids in Health and Disease* 15(39): 1-10.



## BAB VI

### LENGKUAS (*Alpinia galanga* (L.) Willd.)

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

Masyarakat lokal Indonesia, memanfaatkan lengkuas untuk berbagai tujuan seperti sebagai bumbu masak dan bahan obat. Berbagai masakan lokal Indonesia memanfaatkan lengkuas sebagai salah satu komponen utama dalam bumbu seperti arsik (gulai ikan mas etnis Batak) (Purba 2015), ayam goreng, gulai, maupun masakan lainnya. Makanan yang diberi lengkuas memiliki rasa pedas seperti lada (*Piper nigrum*) dan jahe (*Zingiber officinale*) (de Guzman and Simeonsma 1999). Selain itu, penambahan lengkuas sebagai pada makanan akan menambah cita rasa maupun untuk daya simpan makanan menjadi lebih lama.

Sebagai bahan obat lengkuas dimanfaatkan sebagai obat kulit (Silalahi et al. 2015a) dan bahan oukup (Silalahi et al. 2015b). Kemampuan lengkuas untuk mengawetkan makanan maupun sebagai obat berhubungan dengan komponen metabolit sekunder yang khususnya essensial oil (de Guzman and Simeonsma 1999). Abdullah et

al (2015) menyatakan bahwa 1,8-cineol merupakan senyawa utama penanda pada genus *Alpinia* dan memiliki bioaktivitas yang sangat kuat. Hingga saat ini tulisan yang mengungkapkan hubungan essential oil dengan pemanfaatan lengkuas sebagai bumbu masak maupun obat sangat terbatas. Artikel ini bertujuan untuk mengungkapkan kandungan essential oil pada *A. galanga* dan perannya sebagai obat maupun bumbu masakan.

### **6.1. Botani *Alpinia galanga***

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

*Alpinia galanga* merupakan tumbuhan herba menahun (perennial) dengan tinggi dapat mencapai hingga 3,5 m. Rhizoma terdapat di bawah permukaan tanah merayap dan memiliki banyak percabangan, bertekstur keras, berserat, dan mengkilat dengan ukuran 2-4 cm bewarna merah terang atau kuning pucat (Gambar 1). Batang semu tegak yang dibentuk dari pelepah daun. Tata letak daunnya

alternate, memiliki ligula dengan panjang tangkai daun 1-1,5 cm dan helaian daun berbentuk lanset. Pembungaan bersifat terminal yang tersusun secara rasemosa dan menghasilkan aroma. Pemiakan biasanya dilakukan dengan rhizoma (de Guzman and Siemonsma, 1999).



Gambar 6.1. *Alpinia galanga* (L.) Willd.) 1. Rhizoma; 2. Taruk (*shoot*) dengan pembungaan (de Guzman and Siemonsma, 1999)

*Alpinia galanga* banyak digunakan sebagai bumbu masak (spices), yang menghasilkan rasa pedas seperti lada (*Piper nigrum*) dan jahe (*Zingiber officinale*) serta aroma yang khas. Sebagai bumbu masak bagian yang dimanfaatkan adalah bagian rimpang atau rhizoma yang telah tua. Berbagai masakan memanfaatkan rhizoma *A. galanga* sebagai komponen utama maupun sebagai komponen tambahan seperti ayam goreng, rendang, gulai dan kari. Selain rhizoma ternyata oleh bergai etnis di Asia Selatan memanfaatkan bunga sebagai bumbu masakan.

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

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

## **6.2. Essensial Oil *Alpinia galanga***

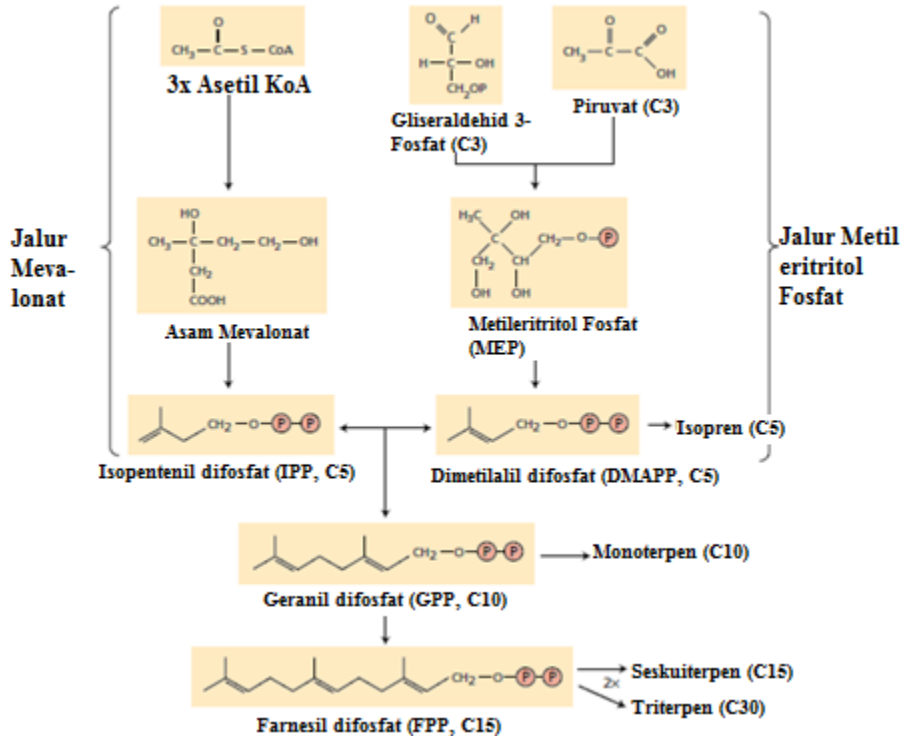
Metabolit sekunder yang diproduksi tumbuhan merupakan hasil dari metabolisme sekunder. Dalam proses metabolisme sekunder memanfaatkan senyawa antara yang dihasilkan dari proses

metabolisme primer. Essensial oil dalam tumbuhan merupakan bagian dari kelompok senyawa terpenoid. Menurut Harborne, terpen adalah suatu senyawa kimia yang tersusun oleh molekul isopren  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$  dan kerangka karbonnya dibangun oleh penyambungan dua atau lebih satuan unit  $\text{C}_5$  (Harborne 1987). Unit tersebut kemudian menjadi dasar dalam pengelompokan terpenoid.

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

Taiz and Zeiger (2006) menyatakan untuk pembentukan essensial oil pada tumbuhan dibutuhkan senyawa antara hasil dari pemecahan glukosa yaitu asetil KoA, Gliseraldehida 3-fosfat dan asam piruvat. Asetil KoA melalui jalur asam mevalonat akan membentuk isopentenil difosfat (IPP), sedangkan gliseraldehida 3 fosfat dan asam piruvat melalui jalur metil eritritrol fosfat akan membentuk dimetilalil difosfat (DMAPP). Isopentenil difosfat (IPP) dan isomernya, dimetilalil difosfat (DMAPP), merupakan senyawa 5 karbon yang telah teraktivasi untuk bergabung dan membentuk senyawa terpen yang lebih besar (Aharoni et al. 2006; Taiz and Zeiger 2006). Pertama, IPP dan DMAPP bergabung membentuk geranyl difosfat (GPP senyawa 10 karbon) yang merupakan prekursor bagi sebagian besar monoterpenoid (Taiz and Zeiger 2006; Lange and Turner 2013). GPP kemudian dapat bergabung dengan molekul IPP lain sehingga membentuk senyawa dengan 15 atom karbon bernama farnesil difosfat (FPP), yang merupakan prekursor dari

hampir semua sesquiterpenoid (Taiz and Zeiger 2006; Zulak and Bohlmann 2010) (Gambar 2).



Gambar 6.2. Jalur Sintesis monoterpenoid dan sesquiterpenoid (Taiz and Zeiger 2006)

Jumlah dan jenis essential oil yang terdapat pada *A. galanga* bervariasi. Ditemukan sebanyak 167 essential oil pada *A. galanga* (Silalahi and Nisyawati 2016 in press) yang tersebar dalam 110 jenis essential oil di daun, 108 jenis di batang, 107 jenis di rhizoma dan 108 jenis di akar (Zirofetz *et al.* 2003). Hal tersebut menunjukkan bahwa berbagai jenis essential oil yang sama ditemukan di berbagai organ, namun konsentrasinya bervariasi antara satu organ dengan organ lainnya. Essential oil *A. galanga* yang paling banyak ditemukan di daun

adalah 1,8-cineole (28.3%), camphor (15.6%),  $\beta$ -pinene (5.0%), (*E*)-methyl cinnamate (4.6%), bornyl acetate (4.3%) dan guaiol (3.5%). Jenis essential oil yang banyak ditemukan di batang 1,8-cineole (31.1%), camphor (11.0%), (*E*)-methyl cinnamate (7.4%), guaiol (4.9%), bornyl acetate (3.6%),  $\beta$ -pinene (3.3%) dan  $\alpha$ -terpineol (3.3%). 1,8-cineole (28.4%),  $\alpha$ -fenchyl acetate (18.4%), camphor (7.7%), (*E*)-methyl cinnamate (4.2%) dan guaiol (3.3%) merupakan essential oil utama yang banyak ditemukan di rhizoma. Akar *A. galanga* mengandung essential oil utama yaitu contains  $\alpha$ -fenchyl acetate (40.9%), 1,8-cineole (9.4%), borneol (6.3%), bornyl acetate (5.4%) dan elemol (3.1%) (Jirovetz et al. 2003).

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

Sedikitnya ditemukan sebanyak 167 jenis essential oil yang ditemukan pada berbagai organ *A. galanga*. Berikut ini merupakan berbagai essential oil yang terdapat pada *Alpinia galanga*:  $\beta$ -Pinene (1,2,3,4),  $\alpha$ -Pinene,  $\alpha$ -Terpineol (1,2,3), Camphene, Fenchene,  $\alpha$ -Phellandrene,  $\gamma$ -Terpinene, Linalool, Fenchol, Borneol, Geraniol, Myrtenol (1,2), Camphor (1,2,4), 1,8-Cineole (1,4),  $\beta$ -Farnesene (1,5), Terpinen-4-ol (1,3),  $\beta$ -Terpinen, 2,4(8)-*p*-Menthadiene, 2-Isopropyltoluene,

Eucalyptol, 1-Methyl-3-(1'-methylcyclopropyl) cyclopentene, 2,2-Dimethylheptane, Undecane, Linalool, 2-Methyloctane, Camphene hydrate, 4-Carvomenthenol, (+)-Sabinol, Fenchyl acetate, Citronellyl formate, Benzylacetone, *p*-Menth-1-en-3-one, l-Bornyl acetate, Thymyl acetate, Benzalacetone, Nerol acetate, Caryophyllene,  $\alpha$ -Caryophyllene, Methyl isoeugenol, Dihydro-cis- $\alpha$ -copaene-8-ol, Aciphyllene, 2-Methyldecane, 3,7,11-Trimethyl-3-hydroxy-6,10-dodecadien-1-yl acetate, 1-Methylene-2*b*-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4*b*-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane, 2-(1,1-Dimethylethyl)-6-(1-methylethyl)phenol, 1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane, Methyltrans-2-phenyl-1-cyclopropanecarboxylate, Bicyclo[6.1.0] non-1-ene, 3,5-Dimethyl-4-octanone, 2-Methyl-3-(3-methylbut-2-enyl)-2-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane, Bornylane, Scytalone, 3-Ethyl-3-methyl-decane, 9-Oxononanoic acid, 2-(Fench-2-yl)fenchane <sup>(2)</sup>, Ethyl acetate, (*E*)-2-Hexenal, (*E*)-2-Hexenol, Hexanol, Methyl isobutyl ketone,  $\alpha$ -Thujene, Tricyclene, 1-Octen-3-ol, Sabinene, Myrcene,  $\delta$ -3-Carene,  $\alpha$ -Terpinene, *p*-Cymene, Limonene,  $\beta$ -Phellandrene, Benzyl alcohol, (*Z*)- $\beta$ -Ocimene, (*E*)- $\beta$ -Ocimene, *trans*-Sabinene hydrate, *cis*-Linalool oxide, *trans*-Linalool oxide, Fenchone,  $\alpha$ -*p*-Dimethyl styrene, Terpinolene, *cis*-Sabinene hydrate,  $\alpha$ -Fenchol, Phenylethyl alcohol, Nonanal, *cis-p*-Menth-2-en-1-ol,  $\beta$ -Thujone, *trans*-Pinocarveol,  $\beta$ -Terpineol, Isoborneol, Isopulegol, *p*-Cymen-8-ol, Myrtenal, Verbenone, *trans*-Carveol,  $\alpha$ -Fenchyl acetate, *cis*-Carveol, Carvone, Pulegone, Linalyl acetate, Isopulegyl acetate, *cis*-Sabinyl acetate, 2-Hydroxy-1,8-cineole, Isobornyl acetate, Bornyl acetate, Terpinen-4-yl acetate, pinocarvone, (*Z*)-Methyl cinnamate, Eugenol, (*E*)-Methyl cinnamate,  $\alpha$ -Cubebene,  $\alpha$ -Copaene,  $\beta$ -Patchoulene,  $\beta$ -Bourbonene,  $\beta$ -Elemene,  $\alpha$ -Gurjunene,  $\beta$ -Caryophyllene,  $\beta$ -Gurjunene,



$\alpha$ -Bergamotene, (*E*)- $\beta$ -Farnesene,  $\alpha$ -Guaiene, Alloaromadendrene,  $\alpha$ -Humulene, Germacrene D, *Ar*-Curcumene,  $\beta$ -Selinene, Viridiflorene,  $\gamma$ -Muurolene, Valencene,  $\alpha$ -Muurolene,  $\alpha$ -Selinene,  $\gamma$ -Elemene,  $\beta$ -Bisabolene,  $\gamma$ -Cadinene,  $\sigma$ -Cadinene, Elemol, (*E*)-Nerolidol,  $\beta$ -Chamigrene, Carotol, Spathulenol, Caryophyllene oxide, Globulol, Ledol, Viridiflorol, Cubenol, Cuaiol,  $\gamma$ -Eudesmol, Cadinol, Muurolol,  $\alpha$ -Cadinol,  $\beta$ -Eudesmol,  $\alpha$ -Bisabolol,  $\beta$ -Bisabolol,  $\alpha$ -Eudesmol, (*Z*)- $\alpha$ -Bergamotol, (*Z,E*)-Farnesol, (*E,E*)-Farnesol, Nootketone<sup>(1)</sup>, trans-Caryophyllene, Zingiberene<sup>(5)</sup>, Methyleugenol, Eugenol acetate, Chavicol (4-allylphenol), Chavicol acetate<sup>(6)</sup>.

(<sup>1</sup>Jirovetz et al. 2003; <sup>2</sup>Wu et al. 2014; <sup>3</sup> Raina et al. 2014; <sup>4</sup> Raina et al. 2002; <sup>5</sup> Phanthonga et al 2013; <sup>6</sup>de Potter et al 1995)

### **6.3. Manfaat dan Bioaktivitas**

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

#### **A. Antioksidan**

Saat ini sedang berkembang pemanfaatan bahan alami untuk tujuan pengobatan termasuk sebagai antioksidan. Antioksidan adalah bahan yang dapat menghambat radikal bebas atau mencegah pembentukan radikal bebas (Chan *et al.* 2007). Dari berbagai laporan

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

Pengembangan dan penggalan antioksidan dari bahan alam terus dikembangkan karena dianggap lebih aman, memiliki potensi nutrisi dan memiliki efek yang menyembuhkan. Essential oil sebagai antioksidan yang dapat diperoleh dari berbagai tanaman bumbu masak (spices) (Carrubba and Calabrese 1998), termasuk di dalamnya *A. galanga* (Mahae and Chaiseri, 2009). Mahae and Chaiseri, (2009) menemukan bahwa ekstrak alkohol dari essential oil *A. galanga* menunjukkan aktivitas sebagai antioksidan menghambat radikal bebas dengan nilai IC50 essential oil (455.43 mg/ml) lebih tinggi dibandingkan dengan antioksidan komersial. Methyl eugenol, chavicol, dan eugenol, merupakan jenis essential oil yang berfungsi sebagai antioksidan (Mahae and Chaiseri 2009). Pemakaian essential oil sebagai antioksidan memiliki keuntugan dibanding senyawa lainnya karena sekaligus digunakan dalam bumbu masak yang memiliki aroma yang enak. Dorman *et al.* (1995) melaporkan beberapa essential oil yang memiliki sifat sebagai antioksidan:  $\mu$ -pinene, camphene, sabinene,  $\beta$ -pinene, myrcene,  $\tau$ -cymene, 1,8-cineole, limonene,  $\gamma$ -terpinene, linalool, borneol, terpinene-4-ol,  $\mu$ -terpineol, geranyl acetate, methyl eugenol dan  $\beta$ -caryophyllene.

## **B. Anti bakteri**

Essensial oil dari rhizoma dari *Alpinia galanga* memiliki aktivitas antimikoba (Jantan *et al.* 2004; De Pooter 1985; Charles *et al.* 1999) dan anti bakteri (Wannissorn *et al.* 2005). Dari berbagai penelitian dijelaskan bahwa bakteri yang dihambat oleh essensial oil *A. galanga* dapat berupa bakteri patogen pada manusia maupun bakteri yang mencemari makanan. *Alpinia galanga* memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan mikroba yang terdapat pada makanan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexneri*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus aureus* (Richard *et al.* 1990), *S. aureus* (Oonmetta-aree *et al.* 2006). *Alpinia galanga* mengandung essensial oil 1,8-cineole,  $\beta$ -farnesene, trans-caryophyllene, zingiberene menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus* (Phantong *et al.* 2013).

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

Essensial oil yang terdapat dalam lengkuas mampu menghambat pertumbuhan mikroba yang menyebabkan kerusakan makanan pada makanan laut seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa essensial

oil yang terdapat pada *A. galanga* berpotensi dikembangkan sebagai pengawet makanan alami (Sripur and Jinda 2014).

### C. Insektisida

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

### Daftar Pustaka

- Abdullah F, Subramanian P, Ibrahim H, Abdul Malek SN, Lee GS, and Hong SL. 2015. Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *Alpinia galanga* against asian subterranean termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Science* 15: 1-7.
- Akhtar P, Ali M, Sharma M, Farooqi F, Mir S, Yusuf M, and Khan NH. 2010. Development of quality standards of *Alpinia galangal* (Linn.) Willd. Rhizome. *Cur Bot* 1: 04-09.
- Carrubba A, and Calabrese I. 1998. Antioxidant compound in some herbaceous aromatic plants. *Acta Hort.* 457: 85-93.
- Chan EWC, Lim YY, and Omar M. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etlingera* species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chem* 104: 1586-1593.

- Charles DJ, Simon JE, and Singh NK. 1999. The essential oil of *Alpinia Galanaga* Willd. *Journal Essential Oil Research* 11: 719-723.
- de Guzman CC, and Siemonsma JS. 1999. Spices. *Plant resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden.
- De Pooter HL, Omar MN, Coolsaet BA, and Schamp NM. 1985. The essential oil of greater galangal (*Alpinia galanga*) from Malaysia. *Phytochemistry* 24: 93-96.
- Dorman HJD, Deans SG, and Noble RC. 1995. Evaluation *in vitro* of plant essential oil as natural antioxidant. *Journal Essential Oil Research* 7: 645-651.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung.
- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51: 45-66.
- Jantan IB, Ahmad FB, and Ahmad AS. 2004. Constituents of the rhizome and seed oil of greater galangal *Alpinia galanga* (L) from Malaysia. *Journal Essential Oil Research* 16: 174-176.
- Janssen AM, and Scheffer JJC. 1985. Acetoxychavicol acetate, an antifungal component of *Alpinia galanga*. *Planta Medica* 6: 507-511.
- Jirovetz L, Buchbauer G, Shafi MP, and Leela NK. 2003. Analysis of the essential oil of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from Southern India. *Acta Pharm* 53: 73-81.

- Lange BM, and Turner GW. 2012. Terpenoid biosynthesis in thricomes-current status ad future opportunities. *Plant Biotechnology Journal* 11: 2-22.
- Latha C, Shriram D, Jahagirdar S, Dhakephalkar P, and Rojatkar S. 2009. Antiplasmid activity of 1'- acetoxychavicol acetate from *Alpinia galanga* against multi-drug resistant bacteria. *Journal of Ethnopharmacology* 25: 522-525.
- Mahae N, and Chaiseri S. 2009 Antioxidant activities and antioxidative components in extracts of *Alpinia galanga* (L.) Sw. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 358-369.
- Oonmetta-aree J, Suzuki T, Gasalucka P, and Eumke G. 2006. Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.). *Staphylococcus aureus. LWT* 39: 1214-1220.
- Phanthonga P, Lomarata P, Chomnawang MT, and Bunyapraphatsar N. 2013. Antibacterial activity of essential oil and their active components from Thai spices against foodborne pathogens. *Science Asia* 39: 472-476.
- Pornpimon M, and Devahastin S. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian goosebeery and galangal extracts. *Food Science Technology* 41:1153-1159.
- Purba EC. 2015. Etnobotani Masyarakat Etnis Karo di Kecamatan Merdeka Sumatera Utara, [Tesis] Departemen Bilogi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].
- Raina VK, Srivastava SK, and Syamasunder KV. 2002. The essential oil of 'greater galangal' [*Alpinia galanga* (L.) Willd.] from the lower Himalayan region of India. *Flavour and Fragrance Journal* 17(5): 358-360.

- Raina AP, Verma SK, and Abraham Z. 2014. Volatile constituents of essential oil isolated from *Alpinia galanga* Willd. (L.) and *A. officinarum* hance rhizomes from North East India. *Journal of Essential Oil Research* 26(1): 24-28.
- Rajendran S, and Srianjini V. 2008. Plant products as fumigants for stored product insects control. *Journal of Stored Products Research* 44: 126-135
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, and Supriatna J. 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia, *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, and Mangunwardoyo W. 2015. 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, and Nisyawati. 2016. Ethnobotanical Study of the Traditional Steam-bathing by Batak Ethnic in North Sumatra, Indonesia, *Brasiliera Journal Pharmaconogsy* (in press).
- Sripor W, and Jinda N. 2014. Effect of *Alpinia galangal* essential oil on bacteria spoilage. *The 26 th Meeting of the Thai Society for Biotechnology a International Conference. Thailand* : 1-6
- Taiz L, and E Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland: xxvi + 764 hlm.
- Wannissorn B, Jarikasem S, Siritwangchai T, and Thubthimthed S. 2005. Antibacterial properties of essential oil from Thai medicinal plants. *Fitoterapia* 76: 233-6.
- Wu Y, Wang Y, Li ZH, Wang CF, Wei JY, Li XL, Wang PJ, Zhou ZF, Du SS, Huang DY, and Deng ZW. 2014. Composition of the essential oil

from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne* *Bulletin of Insectology* 67(2): 247-254.

Zulak KG, and Bohlmann J. 2010. Terpenoid biosynthesis and specialized vascular cells of conifer defense. *Journal of Integrative Plant Biology* 52(1): 86-97.



## BAB VII

### TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

*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*

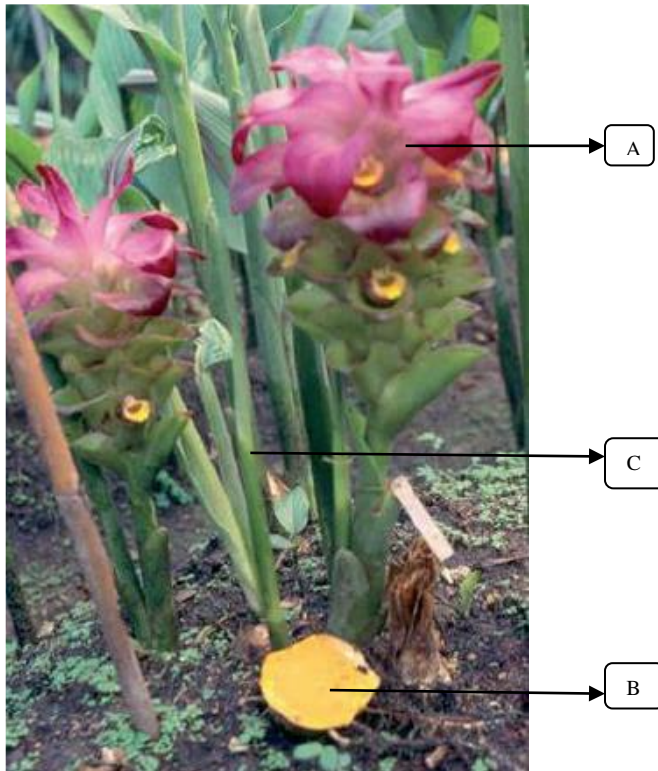
lebih dikenal sebagai bahan obat, khususnya jamu (obat tradisional etnis Jawa khususnya daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta). *Curcuma xanthorrhiza* sangat mudah ditemukan diberbagai daerah di Indonesia seperti Sumatra dan pulau Jawa. Struktur daun dan bunga yang menarik menjadikan temulawak juga mudah 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).

### **7.1. Botani *Curcuma xanthorrhiza***

*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 7.1. *Curcuma zanthorrhiza* Roxb. A. Bunga, B. Rhizoma, C. Habitus (Srigusa et al. 2007)

*Curcuma zanthorrhiza*, pertama kali diperkenalkan oleh Roxburgh yang diperoleh dari Maluku. Rhizomanya besar dengan berwarna 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 bewarna hijau dengan warna kemerahan-coklat berbentuk pita dekat tulang daun utama. Bunga majemuk dengan braktea bewarna hijau pucat, corolla bewarna bewarna merah muda dengan labellum berukuran 2-2,5 cm x 1,5-2,0 cm bewarna 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).

## **7.2. 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.

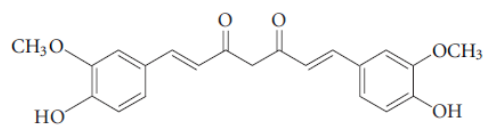
Metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan, fungsinya berhubungan dengan pertahanan terhadap serangan patogen (mikroba) maupun adaptasi terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan. Sifat metabolit tersebut diadopsi oleh manusia dan kemudian dikembangkan sebagai bahan obat. Silalahi (2017) menyatakan 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).

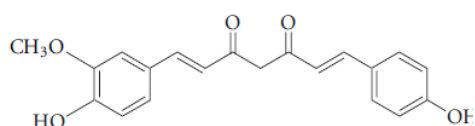
Metabolit sekunder pada tumbuhan sebagian besar disintesis dari senyawa antara dari proses metabolisme primer. Perbedaan jalur metabolisme dan prekusornya mengakibatkan produk akhir yang dibentuk (Taiz dan Zeiger 2006). Biosintesis metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki empat prekursor utama yaitu 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.

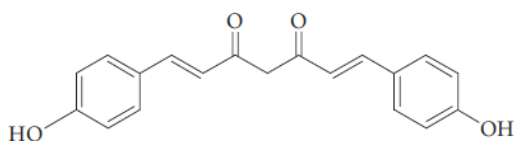
Tabel 7.1. Struktur dari senyawa utama dari *Curcuma xanthorrhiza* (Jantan *et al.* 2012).



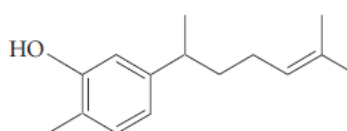
Curcumin



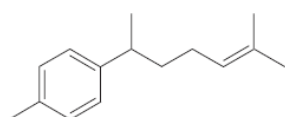
Demethoxycurcumin



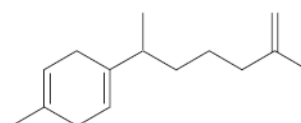
Bisdemethoxycurcumin



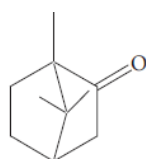
Xanthorrhizol



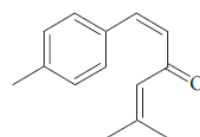
Ar-Curcumene



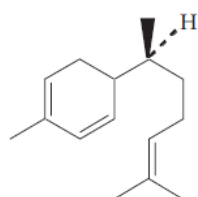
$\beta$ -Curcumene



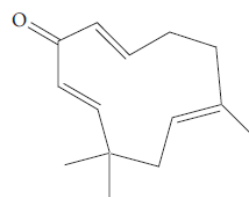
Camphor



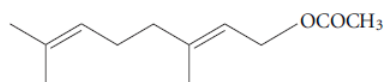
Ar-Turmerone



Zingiberene



Zerumbone



Geranyl acetate

*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, bisacumol, 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:  $\alpha$ -thujene,  $\alpha$ -pinene, camphene,  $\beta$ -pinene, cis-pinane, myrcene,  $\alpha$ -phellandrene,  $\alpha$ -terpinene, 1,8-cineole, (z)- $\beta$ -ocimene,  $\gamma$ -terpinene, 6,7-epoxymyrcene, camphor, cis-dehydro- $\beta$ -terpineol,  $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol, ethyl-4e-octenoate, dihydro citronellol acetate,  $\alpha$ -cubebene, (z)- $\beta$ -damascenone, n-undecanol, geranyl acetate,  $\beta$ -cubebene, methyl perillate, (z)-isoeugenol,  $\alpha$ -cis-bergamotene, methyl undecanoate,  $\beta$ -humulene, (z)- $\beta$ -farnesene,  $\gamma$ -elemene, (E)- $\beta$ -farnesene, (E)-ethyl cinnamate, ar-curcumene,  $\gamma$ -curcumene,  $\beta$ -bisabolene, (z)- $\gamma$ -bisabolene,  $\beta$ -curcumene,  $\beta$ -sesquiphellandrene, 1,10-decanediol, (z)-isoeugenol acetate, caryophyllene oxide, thujopsan-2- $\alpha$ -ol, sesquithuriferol, 1,10-di-epi-cubenol, citronellyl pentanoate, cis-cadin-4-en-7-ol, cubenol,  $\alpha$ -eudesmol, (e)-amyl cinnamic alcohol, (e)-citronellyl tiglate,  $\beta$ -bisabolol, ar-curcumen-15-al, 1-phenyl-hepta-1,3,5-triyne, 4-hydroxy-3-methoxy-cinnamaldehyde, chamazulene, (e, z)-farnesol,  $\alpha$ -bisabolol oxide, xanthorrhizol, butyl dodecanoate.

### 7.3. Manfaat dan Bioaktivitas

*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.

#### **A. 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 sintesis 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),

## **B. 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 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).

Wiriyodidagdo (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).

### C. 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).

### 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 CAC, and Leon LL. 2001. Biological activities of *Curcuma longa* L., *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 96(5): 723-728.

- Aggarwal BB, Bhatt ID, Ichikawa H, Ahn KS, Sethi G, Sandur SK, Natarajan C, Seeram N, Shishodia S. 2006. *Turmeric: the Genus Curcuma*. Taylor and Francis, New York: 298-303.
- Arcari DP, Bartchewsky W, dos Santos TW, Oliveira KA, De Oliviera CC, Gotardo EM, Pedrazzoli JJ, Gambero A, Ferraz LF, Carvalho PO, Ribeiro ML. 2011. Anti inflammatory effects of *yerba mat' e* extract (*Ilex paraguariensis*) ameliorate insulin resistance in mice with high fat diet-induced obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology* 335(2): 110-115.
- Beynen AC. 1987. Lowering of serum cholesterol by Temoe Lawak singer, a curcuma mixture. *Artery* 14: 190-197.
- Burkill IH. 1966. *A Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula*, vol. 1-2, Ministry of Agriculture and Co-operative, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Chan EWC, Lim YY, and Omar M. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chem* 104: 1586-1593.
- Devaraj S, Esfahani AS, Ismail S, Ramanathan S, and Yam MF. 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 LS, Bunyapraphatsara N, and Lemmens RHMJ. 1999. *Plant resources of South-East Asia* No 12(1). *Medicinal and Pousionous Plants 1*. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherland: 711hlm.
- Dirsch VM, Stuppner H, and Vollmar AM. 1998. The griess assay: suitable for a bio-guided fractionation of anti-inflammatory plant extracts. *Planta Med.* 64: 423-426.

- Duke JA, Bogenschutz-Godwin MJ, du Cellier J. 2003. *Handbook of Medicinal Spices*. CRC Press, London: 150-152.
- Helen MPA, Gomathy SK, Jayasree S, Nizzy AM, Rajagopal B, and Jeeva S. 2012. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2(2): S637-S640.
- Hwang JK, Shim JS, Baek NI, and Pyun YR. 2000. Xanthorrhizol: a potential antibacterial agent from *Curcuma xanthorrhiza* against *Streptococcus mutans*. *Planta Medica*, 66(2): 196-197.
- Jantan I, Saputri FC, Qaisar ME, and 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 PP, Thomas J, Mathew S, and Skaria BP. 1998. *Medicinal Plants*. Kerala: Kerala Agricultural University. 210 hlm.
- Jurenka JS. 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 MB, Kim C, Song Y, and Hwang JK. 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, and Larsen SS. 2006. *Gingers of Thailand*, Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai.

- Lawrence GHM. 1951. *Taxonomy of Vascular Plant*. New York: John Wiley & Sons
- Lee LY, Shim JS, Rukayadi Y, and Hwang JK. 2008. Antibacterial Activity of Xanthorrhizol Isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. against Foodborne Pathogens, *Journal of Food Protection* 71(9): 1926-1930.
- Lew KF, Goh GL, Son R, and 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 CS, Jin DQ, Mok H, Oh SJ, Lee JU, Hwang JK, Ha L, and Han JS. 2005. Antioxidant and antiinflammatory activities of xanthorrhizol in hippocampal neurons and primary cultured microglia. *Journal of Neuroscience Research* 82(6): 831-838.
- Mangunwardoyo W, Deasywati, and Usia T. 2012. Antimicrobial and Identification Of Active Compound *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *International Journal of Basic & Applied Sciences* 12(01): 69-78.
- Munim A, and Hanani E. 2011. *Fisioterapi Dasar*. Dian Rakyat. Jakarta: viii + 356hlm.
- Prasetya DY, and 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, and Hwang JK. 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, and Kohkaew P. 2015. Pollen morphology of genus *Curcuma* (Zingiberaceae) in Northeastern Thailand. *Scienceasia* 41: 1513-1874.
- Srirugsa P, Larsen K, and 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, and Sabu M. 2005. The identity and distribution of *Curcuma zanthorrhiza* 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 EB, and Supriatna J. 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia, *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, and Mangunwardoyo W. 2015. 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 *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*



- dan Sainteks*, 20 Mei 2017. Universitas Muhamadiyah Surakarta, Solo: 37-43.
- Sylvester WS, Son R, Lew KF, 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, and Zeiger E. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland.
- Vazquez-Prieto MA, Bettaieb A, Haj FG, Fraga, and Oteiza PI. 2012. (-)-Epicatechin prevents TNF $\alpha$ -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 MMJ, Schalkwijk CG, and Stehouwer CDA. 2013. Obesity-associated low-grade inflammation in type 2 diabetes mellitus: causes and consequences, *Netherlands Journal of Medicine* 71(4): 174-187.
- Wiryowidagdo S. 2000. *Kimia dan farmakologi bahan alam Edisi I*. Direktorat Pembinaan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. ix + 325

## BAB VIII

### TEMU KUNCI (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansfeld)

*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 essential 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 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

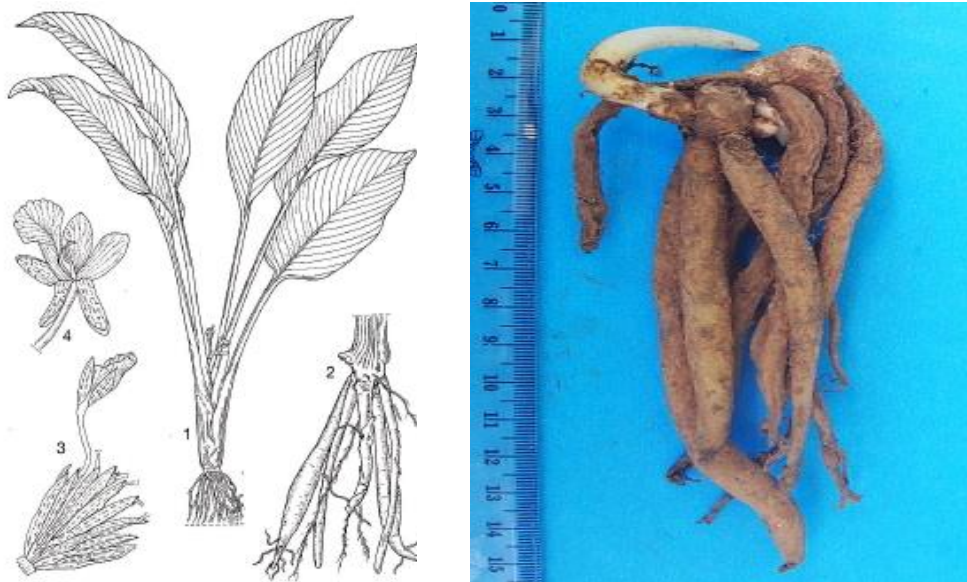
kulit. Selain sebagai anti mikroba ternyata *B. rotunda* dapat menurunkan obesitas (Kim *et al.* 2013).

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 zaedoria*) dan kencur (*Kaempferia galanga*). Hal ini mengakibatkan menjadi salah satu hambatan dalam pengenalan maupun pemanfaatan temu kunci. Secara empirik terlihat bahwa temu kunci hanya dikenal masyarakat umum bagian dikenali hanya rimpangnya saja sedangkan bagian/organ tanaman lainnya tidak diketahui. Hal tersebut berhubungan dengan rhizoma bagian yang sering dimanfaatkan dan mudah ditemukan di pasar. Tulisan ini akan 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.

### **8.1. Botani *Boesenbergia rotunda***

*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* (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.



Gambar 8.1. Kiri: Temu kunci atau *Boesenbergia rotunda* (L.). Mansfeld. 1. Habitus, 2. Rhizoma 3. Pembungaan dan 4. Bunga (de Guzman and Simeosma 1999); Kanan. Rhizoma

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. 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. Helaiian daun berbentuk ellipsis-oblongus-lanseolatus dengan ukuran 15-50 cm x 5-17 cm, bewarna hijau gelap.

Pembungaan (*infloresence*) 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 bewarna putih dan bentuknya tidak sama dengan ukuran hingga 1,7 cm. Mahkota bewarna merah muda di bagian apeks dan di bagian bawahnya warnanya lebih pucat. Filament (tangkai sari) bewarna kuning-putih yang panjangnya hingga 5 mm, sedangkan anthera (kepala sari) memiliki dua lobus (bilobed). Pistil memiliki 3 lobus, stilus berbentuk filiform, sedangkan stigma posisinya berada di bawah anthera (de Guzman and Simeonsma 1999).

## 8.2. Manfaat dan Bioaktivitas

*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 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.

Dari berbagai manfaat *B. rotunda* maka dalam artikel ini akan difokuskan pemanfaatannya sebagai anti mikroba dan obesitas. Hal tersebut berhubungan dengan kenyataan berbagai penyakit yang terjadi pada manusia berhubungan dengan infeksi mikroba (virus, bakteri, khamir, dan jamur), dan obesitas merupakan salah satu penyakit degeneratif yang banyak dibebagai kelompok masyarakat.

### **A. 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 IC<sub>50</sub> sebanyak 31 µg/ml.

Kemampuan ekstrak *B. rotunda* menghambat pertumbuhan mikroba 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.



## B. Mengatasi 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 jalus 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 terjadi penurunan akumulasi lipid di dalam tubuh (Kim *et al.* 2011).

### 8.3. 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 metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan untuk berbagai tujuan khususnya dalam bidang pengobatan.

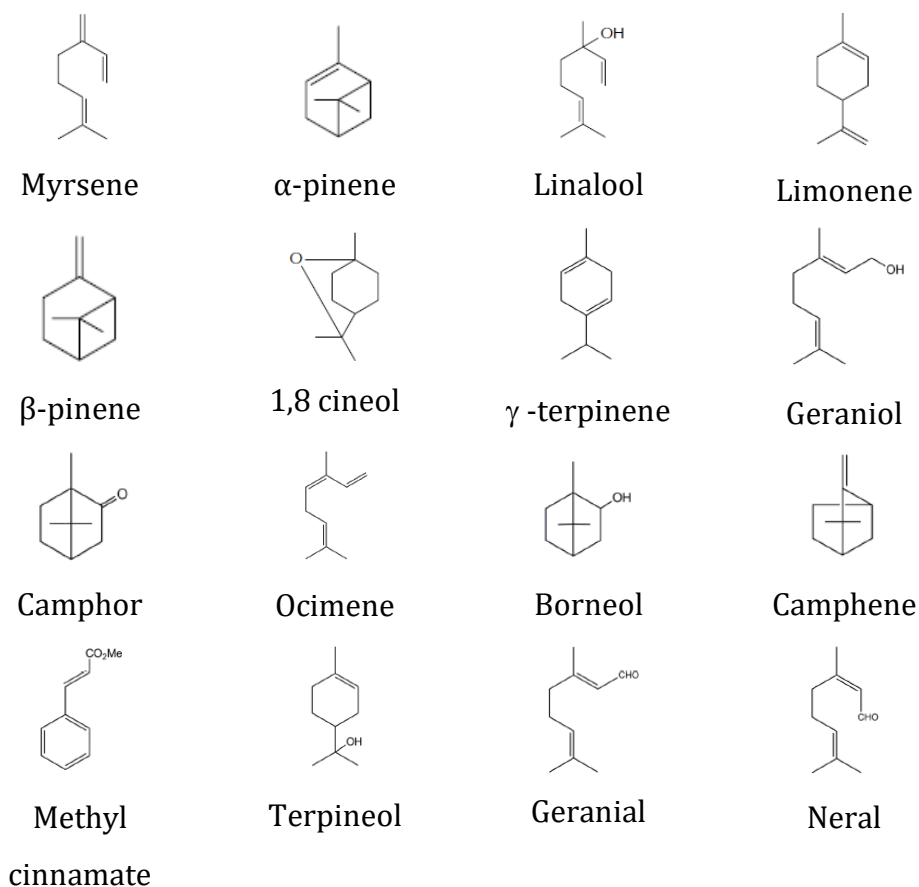
Berdasarkan jalur biosintesisnya, metabolit sekunder dibagi menjadi 3 kelompok utama yaitu terpenoid, senyawa fenolik, dan alkaloid (Croteau *et al.* 2000). Dari berbagai laporan ilmiah senyawa utama yang terdapat pada *B. rotunda* adalah terpenoid (mono dan seskuiterpenoid) dan flavonoid, sedangkan alkaloid belum pernah dilaporkan. Mono dan seskuiterpen yang terdapat pada *B. rotunda* merupakan essential oil (Cahyadi *et al.* 2013), yang menghasilkan aroma yang khas.

#### A. 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  $\text{C}_5$ . Essential oil sering juga disebut dengan minyak atsiri atau volatile oil. Essential oil merupakan senyawa yang masuk ke dalam kelompok terpen yang memiliki atom karbon 10 (monoterpen) dan 15 (seskuiterpen). Disebut volatile 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)  $\alpha$ -terpinene, geraniol,  $\alpha$ -ocimene, myrcene, borneol, camphene, terpineol, geranial, neral (Cahyadi *et al.* 2013), trans- $\alpha$ -ocyneme, trans-geraniol, (Arniputri *et al.* 2007). Struktur dari essential oil yang terdapat pada *B. rotunda* dapat dilihat pada Gambar 2.



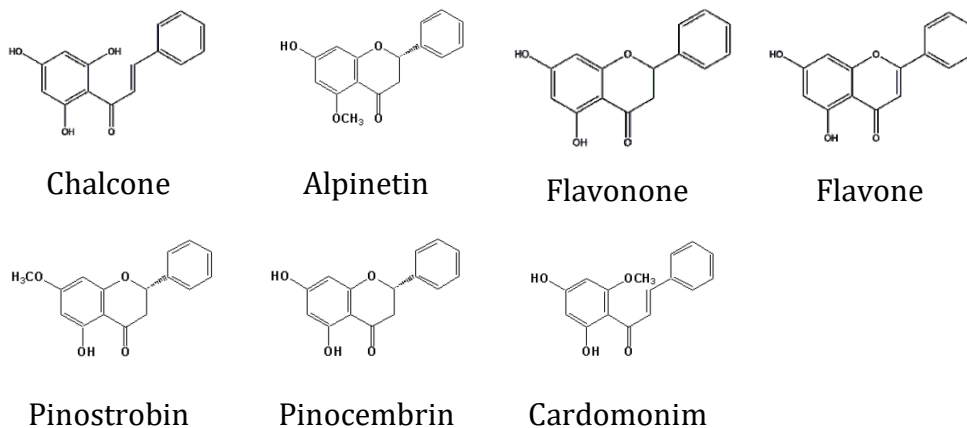
Gambar 8.2. Struktur beberapa essensial oil yang terdapat pada *B. rotunda* (Cahyadi *et al.* 2014)

## **B. 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 essensial oil. Kandungan flavonoid yang terdapat pada *B. rotunda* dimanfaatkan dengan pemanfaatannya 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). Bila dilihat dari strukturnya flavonoid yang terdapat pada temu kunci lebih kompleks dibandingkan dengan struktur essensial oil, hal tersebut diduga mengakibatkan sisi bioaktifnya lebih banyak dibandingkan dengan essensial 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 lain juga yang terdapat pada *B. rotunda* adalah boesenbergin, cardamonin, pinostrobin (Jaipetch *et al.*, 1982).



Gambar 3. Struktur falvonoid utama yang terdapat dalam *B. rotunda* (Cahyadi *et al.* 2014; (Tewtrakul *et al.* 2003)

## Daftar Pustaka

- Arniputri RB, Sakya AT, and Rahayu M. 2007. Identifikasi Komponen Utama Minyak Atsiri Temu Kunci (*Kaemferia pandurata* Roxb.) pada Ketinggian Tempat yang Berbeda. *Biodiversitas* 8(2): 135-137.
- Burkill IH. 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 KR, and Elfahmi. 2014. *Boesenbergia pandurata* Roxb., An Indonesian Medicinal Plant: Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology. *Procedia Chemistry* 13: 13-37.
- Ching AYL, Wah TS, Sukari MA, Lian GEC, 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 TM, and Lewis NG. 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 CC, and Siemeonsma. 1999. *Spices (13)*. Plant Resources of South-East Asia. Backhuys Publishers, Leiden.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. ITB Press, Bandung.
- Hwang JK, Chung JY, Baek NI, and Park JH. 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 PT, 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 MSM, Chin CB, Chen LL, and Sim NL. 2003. Antifungal Activity of The Essential Oils of Nine *Zingiberaceae* species. *Pharm. Biol.* 41: 392-397.
- Kim DY, Kim MS, Sa BK, Kim MB, and Hwang JK. 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 DY, Lee MS, Jo K, and Lee KE. 2011. Therapeutic Potential of Panduratin A, LKB1-Dependent AMP-Activated Protein Kinase Stimulator, With Activation of Ppara $\alpha$ / $\Delta$  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, BSL, Priosoeryanto BP, Syarief R, and Rekso GT. 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.
- Pancharoen O, Kelvin P, Reutrakul V, Taylor WC, 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 JK. 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 EB, and Supriatna, J. 2015. Local Knowledge of Medicinal Plants In Sub-Ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia, *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, and Mangunwardoyo W. 2015. 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 MABH, Munawaro A, and Dahlan TS. 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 Cellsa Biofilm Of Oral Pathogens. *Pak. J. Pharm. Sci.* 23(2): 224-231
- Tewtrakul S, Subhadhirasakul S, Puripattanavong J, and Panphadung T. 2003. HIV-1 Protease Inhibitory Substances From The Rhizomes of *Boesenbergia pandurata* Holtt. *Songklanakarinn Journal Sci. Technol.* 25(4): 503-508.
- Yun JM, Kwon H, and Hwang JK. 2003. In Vitro Anti-Inflammatory Activity Of Panduratin A Isolated from *Kaempferia pandurata* in RAW264.7 cells. *Planta Med.* 69: 1102–1108.



## GLOSSARY

Analgesik	: Pereda nyeri
Antipiretik	: Mengurangi demam
Anti Inflamatori	: Anti peradangan
Antioksidan	: Penangkal radikal bebas
Ayurveda	: Ilmu penyembuhan tradisional tertua yang berasal dari India
Carcinoma	: Pertumbuhan sel abnormal pada jaringan yang melapisi suatu organ
Corolla	: Mahkota
Curcumin	: Senyawa yang dihasilkan dari genus <i>Curcuma</i>
Endangered	: Tumbuhan langka
Essensial oil	: Minyak atsiri
Ex-situ	: Diluar habitat aslinya
Fitofarmaka	: Obat bahan alam yang telah dibuktikan keamanan dan khasiatnya secara ilmiah dengan uji praklinik (pada hewan percobaan) dan uji klinik (pada manusia), bahan baku dan produk jadinya sudah distandarisasi.
Hipertensi	: Kondisi ketika tekanan darah berada di angka 130/80 mmHg atau lebih
Kaliks	: Kelopak
Konservasi	: Pelestarian

Inflorescence	: Pembungaan
In-situ	: Didalam habitat aslinya
In-vitro	: Eksperimen yang dilakukan di dalam cawan petri dalam kondisi yang sangat terkontrol
In-vivo	: Eksperimen dilakukan menggunakan keseluruhan, organisme hidup
Metabolit sekunder	: Metabolit yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder seperti alkaloid, terpenoid
Obat tradisional	: Bahan atau ramuan bahan yang berupa bahan tumbuhan, bahan hewan, bahan mineral, sediaan sarian (galenik) atau campuran dari bahan tersebut, yang secara turun-temurun telah digunakan untuk pengobatan
Obat Herbal	: Sediaan obat bahan alam yang telah dibuktikan keamanan dan khasiatnya secara ilmiah dengan uji praklinik (pada hewan percobaan) dan bahan bakunya telah distandarisasi
Terstandarisasi	
Obesitas	: Kegemukan
Pseudostem	: Batang semu
Stamen	: Benang sari
Try and error	: Coba-coba
Zingiberaceae	: Empon-emponan

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah F, Subramanian P, Ibrahim H, Abdul Malek SN, Lee GS, and Hong SL. 2015. Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *Alpinia galanga* against asian subterranean termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Science* 15: 1-7.
- Abe Y, S Hashimoto, and T Horie. 1999. Curcumin inhibition of inflammatory cytokine production by human peripheral blood monocytes and alveolar macrophages. *Pharmacol. Res.* 39: 41-47.
- Agaoglu S, Dostbil N, and Alemdar S. 2015. *Antimicrobial effect of seed extract of cardamom (Elettaria cardamomum Maton), YJU Vet Fak Derg.* 16(2): 99-101.
- Agati G, Azarello E, Pollastri S, and Tattini M. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science* 196: 67-76.
- Aggarwal BB, Bhatt ID, Ichikawa H, Ahn KS, Sethi G, Sandur SK, Natarajan C, Seeram N, Shishodia S. 2006. *Turmeric: the Genus Curcuma*. Taylor and Francis, New York: 298-303.
- Akhtar P, Ali M, Sharma M, Farooqi F, Mir S, Yusuf M, and Khan NH. 2010. Development of quality standards of *Alpinia galanga* (Linn.) Willd. Rhizome. *Cur Bot* 1: 04-09.
- Akram M, A Shahab-Uddin, K Ahmed, A Usmanghani, E Hannan, Mohiuddin M, and Asif. 2010. *Curcuma longa* and curcumin: A Review Article. *Rom. J. Biol. Plant Biol.* 55(2): 65-70.

- Ali R, Yesmin R, Satter MA, Habib R, Yeasmin T. 2018. Antioxidant and antineoplastic activities of methanolic extract of *Kaempferia galanga* Linn. Rhizome against Ehrlich ascites carcinoma cells. *Journal of King Saud University Science* 30: 386-392.
- Allaith AAA. 2008. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal Food Science Technology* 43: 1033-1040.
- Amin I, Zamaliah MM, and Chin WF. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-586.
- Ammon HP, and MA Wahl. 1991. Pharmacology of *Curcuma longa*. *Planta Med.* 57(1): 1-7.
- Ammon HPT, MI Anazodo, H Safayhi, BN Dhawan, and RC Srimal. 1992. Curcumin: a potent inhibitor of Leukotriene B4 formation in rat peritoneal polymorphonuclear neutrophils (PMNL). *Planta Med.* 58: 26.
- 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 CAC, and LL Leon. 2001. Biological activities of *Curcuma longa* L. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 96(5): 723-728.
- Arcari DP, Bartchewsky W, dos Santos TW, Oliveira KA, De Oliviera CC, Gotardo EM, Pedrazzoli JJ, Gambero A, Ferraz LF, Carvalho PO, Ribeiro ML. 2011. Anti inflammatory effects of *yerba mat'è* extract (*Ilex paraguariensis*) ameliorate insulin resistance in mice with high fat diet-induced obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology* 335(2): 110-115.

- Arniputri RB, Sakya AT, and Rahayu M. 2007. Identifikasi Komponen Utama Minyak Atsiri Temu Kunci (*Kaemferia pandurata* Roxb.) pada Ketinggian Tempat yang Berbeda. *Biodiversitas* 8(2): 135-137.
- Aubertin C. 2004. Cardamom (*Amomum spp.*) in Lao PDR: The Hazardous Future of An Agroforest System Product. Forest Products, Livelihoods And Conservation. Case Studies Of Nontimber Forest Products Systems. K. Kusters and B. Belcher. Jakarta, *Center for International Forest Research. Vol. 1 - Asia.*
- Azam MG, Noman MS, and Al-Amin MM. 2014. Phytochemical screening and antipyretic effect of *Curcuma zedoaria* Rosc. (Zingiberaceae) rhizome. *British Journal of Pharmaceutical Research* 4(5): 569-575.
- Bakkali F, S Averbeck, D Averbeck, and M Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils - A review. *Food Chem. Toxicol.* 46: 446-475.
- Balasundram N, Sundram K, and Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99: 191-203.
- Ballinger A, and Peikin SIR. 2002. Orlistat: Its current status as an anti-obesity drug. *Eur J Pharm Sci* 440:109-117.
- Beynen AC. 1987. Lowering of serum cholesterol by Temoe Lawak singer, a curcuma mixture. *Artery* 14: 190-197.
- Bhuiyan, MNI, JU Chowdhury, and J Begun. 2008. Volatile constituents of essential oils isolated from leaf and rhizome of *Zingiber cassumunar* Roxb. *Bangladesh J. Pharmacol* 3: 69-73.

- Bordoloi AK, J Sperkova, and PA Leclercq. 1999. Essential oils of *Zingiber cassumunar roxb.* From Northeast India. *J Essent Oil Res.* 11: 441-445.
- Brookmeyer R, Johnson E, Ziegler-Graham K, and Arrighi HM. 2007. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement.* 3:186-191.
- Burkill IH. 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.
- Burkill IH. 1966. *A Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula*, vol. 1-2, Ministry of Agriculture and Co-operative, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Buss WW and Rosenwasswer LJ. 2003. *Mechanism of asthma. Journal Allergy Clini. Immunol.* 111. S799-S804.
- Bystriakova N, Kapos V, Stapleton C, and Lysenko I. 2003. Bamboo biodiversity Information for planning conservation and management in the Asia-Pacific region. UNEP-WCMC/INBAR A Banson Production, UK: 72.
- Cahyadi A, Hartati R, Wirasutisna KR, and Elfahmi. 2014. *Boesenbergia pandurata* Roxb., An Indonesian Medicinal Plant: Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology. *Procedia Chemistry* 13: 13-37.
- Carrubba A, and Calabrese I. 1998. Antioxidant compound in some herbaceous aromatic plants. *Acta Hort.* 457: 85-93.
- Chan EWC, Lim YY, and Lim TY. 2007. Total phenolic content and antioxidant activity of leaves and rhizomes of some ginger species

- in Peninsular Malaysia Gardens. *Bulletin Singapore* 59 (1-2): 47-56.
- Charles DJ, Simon JE, and Singh NK. 1999. The essential oil of *Alpinia Galanaga* Willd. *Journal Essential Oil Research* 11: 719-723.
- Chattopadhyay D, Arunachalam G, and Ghosh L. 2005. Antipyretic activity of *Alstonia macrophylla* Wall ex A. DC: an ethnomedicine of Andaman Islands. *J Pharm Pharm Sci.* 8(3):558-64.
- Ching AYL, Wah TS, Sukari MA, Lian GEC, Rahmani M, and Khalid K. 2007. Characterization of Flavonoid Derivatives from *Boesenbergia rotunda* (L.) *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* 11(1): 154-159.
- Cole GM, Teter B, and Frautschy SA. 2007. The molecular targets and therapeutic uses of curcumin in health and disease: 595. *Advances in experimental medicine and biology ed.* B.B.
- Croteau R, Kutchan TM, and Lewis NG. 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.
- Cronquist A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. Second Edition. New York: Columbia University Press.
- Damalas CA. 2011. Potential uses of turmeric (*Curcuma longa*) products as alternative means of pest management in crop production. *Plants Omics Journal* 4(3):136-141.
- Danimiharja S, and D Notodiharjo. 1978. *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in the Hortus Botanicus Bogoriense*. Bogor: Kebun Raya LBN LIPI.

- Das K, and Rahman MA. 2012. Analgesic and antimicrobial activities of *Curcuma Zedoaria*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 4(5):322-328.
- Dash PR, Nasrin M, Shawkat M. 2014. In vivo cytotoxic and In vitro antibacterial activities of *Kaempferia galanga*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 3(1): 172-177.
- Deb N, P Majumdar, and A Kumar. 2013. Ghosh pharmacognostic and phytochemical evaluation of the rhizomes of *Curcuma longa* Linn. *Journal of Pharma Sci. Tech.* 2(2): 81-86.
- de Guzman CC, and JS Siemonsma. 1999. *Spices Plant Resources of South-East Asia*. Backhuys Publishers, Leiden
- Dellin WW, Te-lin K, Larsen. 2000. Zingiberaceae. *Flora of China* 24: 322-377.
- Deng S, Hu B, and Hong-Mei A. 2012. Traditional Chinese Medicinal Syndromes and Treatment in Colorectal Cancer. *Journal of Cancer Therapy* 3: 888-897.
- De Padua LS, Bunyapraphatsara, and Lemmens RHMJ. 1999. *Plant resources of South-East Asia no 12(1)*. Backhuys Publishers, Leiden.
- De Pooter HL, Omar MN, Coolsaet BA, and Schamp NM. 1985. The essential oil of greater galangal (*Alpinia galanga*) from Malaysia. *Phytochemistry* 24: 93-96.
- Devaraj S, Esfahani AS, Ismail S, Ramanathan S, and Yam MF. 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



- Dias DA, Urban S, Roessner U. 2012. A historical overview of natural products in drug discovery. *Metabolites* 2: 303-306.
- Dirsch VM, Stuppner H, and Vollmar AM. 1998. The griess assay: suitable for a bio-guided fractionation of anti-inflammatory plant extracts. *Planta Med.* 64: 423-426.
- Divisi D, Di TS, Salvemini S, Garramone M, and Crisci R. 2006. Diet and cancer. *Acta Biomed* 77: 118-123.
- Dorman HJD, Deans SG, and Noble RC. 1995. Evaluation *in vitro* of plant essential oil as natural antioxidant. *Journal Essential Oil Research* 7: 645-651.
- Duangjai A, Ingkaninan K, and Limpeanchob N. 2011. Potential mechanisms of hypocholesterolaemic effect of Thai spices/dietary extracts. *Nat Prod Res.* 25: 341-52
- Duke JA, Bogenschutz-Godwin MJ, du Cellier J. 2003. *Handbook of Medicinal Spices*. CRC Press, London: 150-152.
- Evans CM, and Koo JS. 2009. Airway mucus: the good, the bad, the sticky. *Pharmacol. Ther.* 121. 332-348.
- Fabricant DS, Farnsworth NR. 2001. The value of plant used medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspective* 109(1): 69-75.
- Feng X, Jiang ZT, Wang Y, and Li R. 2011. Composition comparison of essential oils extracted by hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation from *Amomum kravanh* and *Amomum compactum*. *Journal Essential Oil-bearing* 14(3): 354-359.
- Goel A, AB Kunnumakkara, and BB Aggarwal. 2008. Curcumin as “curecumin”: from kitchen to clinic. *Biochem Pharmacol.* 75: 787-809.

- Hamdi OAA, Rahman SNSA, Awang K, Wahab NA, Looi CY, Thomas NF, and Malek NSA. 2014. Cytotoxic constituents from the rhizomes of *Curcuma zedoaria* Hindawi Publishing Corporation *The Scientific World Journal* Article ID 321943, 11 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/321943>: 1-11
- Hamdi OAA, Ye LJ, Kamarudin MNA, Hazni H, Paydar M, Looi CY, Shilpi JA, Kadir HA, and Awang K. 2015. Neuroprotective and antioxidant constituents from *Curcuma zedoaria* rhizomes *Rec. Nat. Prod.* 9:3 349-355
- Hamdi OAA, and Satti R. 2017. A sesquiterpenes from the rhizomes of *Curcuma zedoaria* and their cytotoxicity against leukemic cell lines jacknoon neelain. *Journal of Science and Technology* 1(1): 43-48.
- Han AR, MS Kim, YH Jeong, SK Lee and EK Seo. 2005. Cyclooxygenase-2 inhibitory phenylbutenoids from the rhizomes of *Zingiber cassumunar*. *Chem Pharm Bull* 53: 1466-1468.
- Hanada T, Yoshimura A. 2002. Regulation of cytokine signaling and inflammation. *Cytokine Growth Factor Rev.* 13(4-5): 413-21
- Handajani NS. 2003. Aktivitas sitostatika temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) pada sel-sel spermatogenik Mencit (*Mus musculus* L.). *Biosmart* 5(2): 120-123.
- Harborne JB. 1987. *Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, Ed. II. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira. *ITB Press, Bandung*: x + 354 hlm.
- Hasanah AN, Nazaruddin F, Febrina E, Zuhrotun A. 2011. Analisis Kandungan Minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak

- Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Jurnal Matematika & Sains* 16(3): 147-152
- Hegarty MP, EE Hegarty, and RBH Wills. 2001. *Australian Plant Bushfoods*. Kingston: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Helen MPA, Gomathy SK, Jayasree S, Nizzy AM, Rajagopal B, and Jeeva S. 2012. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2(2): S637-S640.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I dan II*. Terj. Badan Libang Kehutanan. Cetakan I. Koperasi karyawan Departemen Kehutanan Jakarta Pusat.
- Hwang JK, Shim JS, Baek NI, and Pyun YR. 2000. Xanthorrhizol: a potential antibacterial agent from *Curcuma xanthorrhiza* against *Streptococcus mutans*. *Planta Medica*, 66(2): 196-197.
- Hwang JK, Chung JY, Baek NI, and Park JH. 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.
- Ibrahim H. 1999. *Kaempferia galanga* L. in: *Plant Resources of South East Asia No 12(1) Medicinal and Poisinous Plants 1*, de Padua LS, N. Bunyapraphhatsara and RHMJ Lemmens (editor). Backhuys Pblisher Leiden. P. 334.

- Indrayan AK, Kurian A, Tyagi PK, Shatru A, Rathi AK. 2007. Comparative chemical study of two varieties of attractive medicinal plant *Kaempferia galanga* L. *Nat. Prod. Rad.* 6: 327-333.
- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51: 45-66.
- Islam F, Ghosh S, Khanam JA. 2014. Antiproliferative and hepatoprotective activity of metabolites from *Corynebacterium xerosis* against Ehrlich ascites carcinoma cells. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 4: 284-292.
- Islam F, Khatun H, Khatun M, Ali SM, Khanam JA. 2014. Growth inhibition and apoptosis of Ehrlich ascites carcinoma cells by the methanol extract of *Eucalyptus camaldulensis*. *Pharm. Biol.* 52: 281-290.
- Islam S, Nasrin S, Khan MA, Hossain ASM, Islam F, Khandokhar P, Mollah MNH, Rashid M, Sadik G, Rahman MAA, Alam HMKA. 2013. Evaluation of antioxidant and anticancer properties of the seed extracts of *Syzygium fruticosum* Roxb. growing in Rajshahi, Bangladesh. *BMC Complement. Altern. Med.* 13, 142.
- Isrul M, G Alam, Sartini, and N Massi. 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, RF Silitonga, E Martatilofa, LK Darusman. 2011. *Zingiber cassumunar*, *Guazuma ulmifolia*, and *Murraya paniculata* extracts as antiobesity: *in vitro* inhibitory effect on pancreatic lipase activity. *Hayati Journal of Biosciences* 18(1):6-10.

- Itokawa H, Q Shi, T Akiyama, SL Morris-Natschke, and KH Lee. 2008. Recent advances in the investigation of curcuminoids. *Chinese Medicine* 3 (11): 1-13.
- Jaipetch T, Reutrakul V, Tuntiwachwuttikul P, and Santisuk T. 1983. Flavonoids in the Black Rhizomes of *Boesenbergia pandurata*. *Phytochemistry* 22(2): 625-626.
- James PT, Rigby N, and Leach R. 2004. The Obesity Epidemic, Metabolic Syndrome And Future Prevention Strategies. *Eur. Journal Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 11: 3-8.
- Janssen AM, and Scheffer JJC. 1985. Acetoxychavicol acetate, an antifungal component of *Alpinia galanga*. *Planta Medica* 6: 507-511.
- Jantan I, Yassin MSM, Chin CB, Chen LL, and Sim NL. 2003. Antifungal Activity of The Essential Oils of Nine *Zingiberaceae* species. *Pharm. Biol.* 41: 392-397.
- Jantan IB, Ahmad FB, and Ahmad AS. 2004. Constituents of the rhizome and seed oil of greater galangal *Alpinia galanga* (L) from Malaysia. *Journal Essential Oil Research* 16: 174-176.
- Jantan I, Saputri FC, Qaisar ME, and 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.
- Jin-Ah L, Mee-Young L, In-Sik S, Chang-Seob S, HyeKyung H, and Hyeun KS. 2012. Anti-inflammatory Effects of *Amomum compactum* on RAW 264.7 cells via induction of heme oxygenase-1. *Archives of Pharmacal research.* 35 (4): 739-746

- Jirovetz L, Buchbauer G, Shafi MP, and Leela NK. 2003. Analysis of the essential oil of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from Southern India. *Acta Pharm* 53: 73-81.
- Joy PP, Thomas J, Mathew S, and Skaria BP. 1998. *Medicinal Plants*. Kerala: Kerala Agricultural University. 210 p.
- Jurenka JS. 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.
- Kabir SR, Rahman MM, Amin R, Karim MR, Mahmud ZH, Hossain MT. 2016. *Solanum tuberosum* lectin inhibits Ehrlich ascites carcinoma cells growth by inducing apoptosis and G2/M cell cycle arrest. *Tumor Biol.* 37: 8437-8444.
- Kaewchoothong A, S Tewtrakul, and P Panichayupakaranant. 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, P Soparat, Panthong A, P Tuntiwachwuttikul, and V Reutrakul. 1987. A uterine relaxant compound from *Zingiber cassumunar*.. *Planta Med* 53: 329-332.
- Khare CP. 2008. *Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary*. New York: Springer Science Publishers: 188-189.
- Kaushik ML, and Jalalpure SS. 2011. Antiinflammatory efficacy of *Curcuma Zedoaria* rosc root extracts. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 4(3): 90-93.
- Kim DY, Lee MS, Jo K, and Lee KE. 2011. Therapeutic Potential of Panduratin A, LKB1-Dependent AMP-Activated Protein Kinase

- Stimulator, With Activation of Ppara $\alpha$ / $\Delta$  For The Treatment Of Obesity. *Diabetes. Obes. Metab.* 13: 584-593.
- Kim DY, Kim MS, Sa BK, Kim MB, and Hwang JK. 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 KI, Kim JW, Hong BS, Shin DH, Cho HY, Kim HK, and Yang HC. 2000. Antitumor, genotoxicity and anticlastogenic activities of polysaccharide from *Cur-cuma zedoaria*. *Mol. Cells* 10: 392-398.
- Kim MB, Kim C, Song Y, and Hwang JK. 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>
- Kiuchi F, Iwakami S, Shibuya M, Hanaoka F, and Sankawa U. 1992, Inhibition of prostaglandin and leukotriene biosynthesis by gingerols and diarylheptanoids. *Chem. Pharm. Bull*, 40(2): 387-391.
- Kress WJ. 1990. The phylogeny and classification of the Zingiberales. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77: 698-721.
- Kress WJ, LM Prince, and KJ Williams. 2002. The Phylogeny And A New Classification Of The Gingers (Zingiberaceae): Evidence From Molecular Data. 2002. *American Journal of Botany* 89(11): 1682-1696. 2002.
- Krishnamurthi, K. 2007. Screening of natural products for anticancer and antidiabetic properties. *Health Administrator* 1(2): 69-75.

- Kunta JR, VR Goskonda, HO Brotherton, MA Khan, and IK Reddy. 1997. Effects of menthol and related terpenes on the percutaneous absorption of propranolol across excised hairless mouse skin. *Journal Pharm. Sci.* 86: 1369-1373.
- Labrooy CD, Abdullah TL, Stanslas J. 2018. Identification of ethnomedicinally important *Kaempferia* L. (Zingiberaceae) species based on morphological traits and suitable DNA region. *Current Plant Biology* 14: 50-55.
- Lakshmanan D, Werngren J, Jose L, Suja KP, Nair MS, Varma RL, Mundayoor S, Hoffner S, Kumar RA. 2011. Ethyl p-methoxycinnamate isolated from a traditional anti-tuberculosis medicinal herb inhibits drug resistant strains of *Mycobacterium tuberculosis* in vitro. *Fitoterapia* 82: 757-761.
- Lamxay V. 2011. A revision of *Amomum* (Zingiberaceae) in Cambodia, Laos and Vietnam. *Edinburgh Journal of Botany*.
- Lange BM, and Turner GW. 2012. Terpenoid biosynthesis in thricomes-current status ad future opportunities. *Plant Biotechnology Journal* 11: 2-22.
- Larsen K. 1980. Annotated key to the genera of *Zingiberaceae* of Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 28: 151-169
- Larsen K, H Ibrahim, SH Khaw, and LG Saw. 1999. *Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore*. Kota Kinabalu: Natural History Publications (Borneo
- Larsen K. 2005. Distribution patterns and diversity centres of *Zingiberaceae* in Southeast Asia. *Biologiske Skrifter* 55: 219-228.
- Larsen K, and SS Larsen. 2006. *Gingers of Thailand*, Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai.



- Latha C, Shriram D, Jahagirdar S, Dhakephalkar P, and Rojatkar S. 2009. Antiplasmid activity of 1'- acetoxychavicol acetate from *Alpinia galanga* against multi-drug resistant bacteria. *Journal of Ethnopharmacology* 25: 522-525.
- Lattanzio V. 2013. Phenolic compound. *Springer Journal*: 1544-1573.
- Lawhavinit OA, Kongkathip, and B Kongkathip. 2010. Antimicrobial activity of curcuminoids from *Curcuma longa* L. on pathogenic bacteria of shrimp and chicken. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 44: 364-371.
- Lawrence GHM. 1951. *Taxonomy of Vascular Plant*. New York: John Wiley & Sons.
- Lechtenberg M, B Quandt, and A Nahrstedt. 2004. Quantitative determination of curcuminoids in *Curcuma* rhizomes and rapid differentiation of *Curcuma domestica* Val. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. by capillary electrophoresis. *Phytochem. Anal.* 15: 152-158.
- Lee LY, Shim JS, Rukayadi Y, and Hwang JK. 2008. Antibacterial Activity of Xanthorrhizol Isolated from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. against Foodborne Pathogens, *Journal of Food Protection* 71(9): 1926-1930.
- Leong-Škorničková J, Šída O, Sabu M, and Marhold K. 2008. Taxonomic and nomenclatural puzzles in Indian *Curcuma*: the identity and nomenclatural history of *C. zedoaria* (Christm.) Roscoe and *C. zerumbet* Roxb. (*Zingiberaceae*). *Taxon* 57(3): 949-962.
- Lew KF, Goh GL, Son R, and 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 CS, Jin DQ, Mok H, Oh SJ, Lee JU, Hwang JK, Ha L, and Han JS. 2005. Antioxidant and antiinflammatory activities of xanthorrhizol in hippocampal neurons and primary cultured microglia. *Journal of Neuroscience Research* 82(6): 831-838.
- Lim TK. 2013. Amomum Compactum. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Dordrecht: Springer Sciences & Business Media: 797 - 800.
- 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.
- Liu XC, Liang Y, Shi WP, Liu QZ, Zhou L, Liu AZL. 2014. Repellent and insecticidal effects of the essential oil of *Kaempferia galanga* rhizomes to *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae). *J. Econ. Entomol.* 107(4): 1706-1712.
- Lobo R, Prabhu KS, and Shirwaikar A. 2009. *Curcuma zedoaria* Rosc, (white turmeric): a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. *J. Pharm. Pharmacol.* 61: 13-21.
- Luiz M, Biasutti A, and Garcia NA. 2002. Micellar effect on the scavenging of singlet molecular oxygen by hydroxybenzenes. *Redox Rep* 7: 23-28.
- Mahae N, and Chaiseri S. 2009 Antioxidant activities and antioxidative components in extracts of *Alpinia galanga* (L.) Sw. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 358-369 .

- Ma X, Yu X, and Han J. 1995. Application of off-line supercritical fluid extraction-gas chromatography for the investigation of chemical constituents in *Curcuma zedoaria*. *Phytochem Anal* 6: 292-296.
- Ma Q, Fan XD, Liu XC, Qiu TA, Jiang JG. 2015. Ultrasound-enhanced subcritical water extraction of essential oils from *Kaempferia galangal* L. and their comparative antioxidant activities. *Separation and Purification Technology* 150: 73-79.
- Maho S, and K Yoshiyuki. 2009. Effects of a turmeric extract (*Curcuma longa*) on chronic ultraviolet B irradiation-induced skin damage in melanin-possessing hairless mice. *Phytomedicine* 16: 1137-1143.
- Makabe H, Maru N, Kuwabara A, Kamo T, and Hirota M. 2006. Anti-inflammatory sesquiterpenes from *Curcuma zedoaria*. *Nat Prod Res.* 20: 680-685.
- Malek SN, Abdullah F, Ali NM, Ibrahim H, and Jalil MN. 2004. Analysis of essential oil of *Curcuma zedoaria*. *Journal of Tropical Medicinal Plants* 5(1): 29-32.
- Martin GJ. 1995. Ethnobotany a people and plants conservation manual. *Chapman and Hall*. London, UK.
- Masuda CA, MA Xavier, KA Mattos, A Galina, and M Montero-lomeli. 2001. Phosphoglucosyltransferase is an in vivo lithium target in yeast. *J. Biol Chem* 276(41): 37794-801.
- Mates JM, Segura JA, Alonso FJ, Marquez J. 2008. Intracellular redox status and oxidative stress: implications for cell proliferation, apoptosis, and carcinogenesis. *Arch. Toxicol.* 82: 273-299.
- Matsuda H, Ninomya K, and Morikawa T. 1998. Inhibitory effect and action mechanism of sesquiterpenes from *Zedoariae* rhizome on

- D-galactosamine lipolysaccharide- induced liver injury. *Bioorg Med Chem Lett* 8: 4339-4344.
- Mega TP, de Moura Santos P, Souza-Machado A, Noblat ABC, and Cruz AA. 2011. Use of medicinal herbs by patients with severe asthma managed at a Referral Center. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 47( 3): 643-649.
- Miksusanti Jenie, BSL, Priosoeryanto BP, Syarief R, and Rekso GT. 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.
- Munin A, Hanani E. 2011. Fitoterapi Dasar, *Dian Rakyat, Jakarta.* 356 hlm.
- 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.
- Murwanti R, Meiyanto E, Nurrochmad A, and Kristina SA. 2004. Efek ekstrak etanol rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* Rosc.) terhadap pertumbuhan tumor paru fase post inisiasi pada mencit betina diinduksi Benzo[a]piren. *Majalah Farmasi Indonesia* 15(8): 7-14.
- Mutmainah, Susilowati R, Rahmawati N, and Nugroho AE. 2014. Gastroprotective effects of combination of hot water extract of tumeric (*Curcuma domestica* L.), cardamom pods (*Amomum compactum* S.) and sembung leaf (*Blumea balsamifera* D.C.) againts aspirin-induced gastric ulcer model. *Rat. Asian Pasific of Journal Trop. Biomed* 4 (suppl 1): s500-S504.

- Nayar MP. 1985. *Meaning of Indian Flowering Plant Names*. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehradun: 409.
- Navarro DD, Souza MM, Neto RA, Golin V, Niero R, Yunes RA, Delle monache F, and Cechinel V. 2002. Phytochemical analysis and analgesic properties of *Curcuma zedoaria* grown in Brazil. *Phytomed*. 9: 427-432.
- Nopporncharoenkul N, Chanmai J, Jenjittikul T, Jhonsson KA, P Soontornchainak- saeng. 2017. Chromosome number variation and polyploidy in 19 *Kaempferia* (Zingiberaceae) taxa from Thailand and one species from Laos. *Journal of Systematics and Evolution* 55(5): 466-476.
- Nurcholis W, L Ambarsari, NLPEK Sari, and LK Darusman. 2012. Curcuminoid contents, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. and *Curcuma domestica* Val. promising lines from Sukabumi of Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa Surabaya, 25 Pebruari 2012, c284-c292*.
- Oh OJ, Min HY, and Lee SK. 2007. Inhibition of inducible prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 expression by curdione from *Curcuma zedoaria*. *Arch Pharm Res*. 30(10): 1236-1239.
- Ong-chai S, P Chotjumlong, P Kongtawelert, and S Krisanaprakornkit. 2008. *Zingiber Cassumunar* Roxb. inhibits hyaluronan production in human oral fibroblasts. *Chiang Mai Medicall Journal* 47(4): 177-187.
- Oonmetta-aree J, Suzuki T, Gasalucka P, and Eumke G. 2006. Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.). *Staphylococcus aureus*. *LWT* 39: 1214-1220.

- Othman R, Ibrahim H, Mohd MA, Mustafa MR, Awang K. 2006. Bioassay-guided isolation of a vasorelaxant active compound from *Kaempferia galanga* L. *Phytomedicine* 13: 61-66.
- Pancharoen O, Kelvin P, Reutrakul V, Taylor WC, 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.
- Phanthonga P, P Lomarata, MT Chomnawang, and N Bunyapraphatsar. 2013. Antibacterial activity of essential oil and their active components from Thai spices against foodborne pathogens. *Science Asia* 39: 472-476.
- Pizziolo VR, Brasileiro BG, Oliveira TT, and Nagem TJ. 2011. Plants with possible hypolipidemic activity: a review of books published in Brazil between 1998 and 2008. *Rev Bras Pl Med Botucatu* 13: 98-109.
- Pornpimon M, and Devahastin S. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian goosebeery and galangal extracts. *Food Science Technology* 41:1153-1159.
- Prasetya DY, and 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.
- Purba EC. 2015. Etnobotani Masyarakat Etnis Karo di Kecamatan Merdeka Sumatera Utara, [Tesis]. Departemen Bilogi FMIPA, Universitas Indonesia, Depok [tidak dipublikasikan].

- Purseglove JW. 1972. *Tropical Crops Monocotyledons*. London: LongmanPithayanukul P, J Tubprasert, and M Wuthi-Udomlert. 2007. In vitro antimicrobial activity of *Zingiber cassumunar* (Plai) oil and a 5% plai oil gel. *Phytother Res*. 21: 164-169.
- Rahman A, Afroz M, Islam R, Islam KD, Hossain MA, and Na M. 2014. In vitro antioxidant potential of the essential oil and leaf extracts of *Curcuma zedoaria* Rosc. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 4(02): 107-111.
- Raina VK, Srivastava SK, and Syamasunder KV. 2002. The essential oil of 'greater galangal' [*Alpinia galanga* (L.) Willd.] from the lower Himalayan region of India. *Flavour and Fragrance Journal* 17(5): 358-360.
- Raina AP, Verma SK, and Abraham Z. 2014. Volatile constituents of essential oil isolated from *Alpinia galanga* Willd. (L.) and *A. officinarum* hance rhizomes from North East India. *Journal of Essential Oil Research* 26(1): 24-28.
- Raina AP, Abraham Z, Sivaraj N. 2015. Diversity analysis of *Kaempferia galanga* L. germplasm from South India using DIVA-GIS approach. *Industrial Crops and Products* 69: 433-439.
- Rajendra CE, Magadum GS, Nadaf MA, Yashoda SV, Manjula M. 2011. Phytochemical screening of the rhizome of *Kaempferia galanga*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 3(3): 61-63.
- Rajendran S, and Srianjini V. 2008. Plant products as fumigants for stored product insects control. *Journal of Stored Products Research* 44: 126-135

- Rasmussen, B.B., K.D. Tipton, S.L. Miller, S.E. Wolf, and R.R. Wolfe. 2000. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal of Applied Physiology* 88: 386-392.
- Rita WS. 2010. Isolasi, identifikasi, dan uji aktivitas antibakteri senyawa golongan triterpenoid pada rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe). *Jurnal Kimia* 4(1): 20-26.
- Rukayadi Y, and Hwang JK. 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
- Rukayadi Y, Lee K, Han S, Yong D, Hwang JK. 2009. In vitro activities of panduratin A Against Clinical *Staphylococcus* Strains. *Antimicrob Agents Chemother.* 53: 4529-4532.
- Sabulal B, M Dan, R Kurup, NS Pradeep, RK Valsamma, and V George. 2006. Caryophyllene-rich rhizome oil of *Zingiber nimmonii* from South India: Chemical characterization and antimicrobial activity. *Phytochemistry* 67: 2469-2473.
- Saensouk P, P Theerakulpisut, A Thammathaworn, S Saensouk, C Maknoi, and P Kohkaew. 2015. Pollen morphology of genus *Curcuma* (Zingiberaceae) in Northeastern Thailand. *Scienceasia* 41:1513-1874.
- Saper CB, and Breder CD. 1994. The neurologic basis of fever. *N Engl J Med* 330(26): 1880-1886.
- Sari SPW, Rahmapuspita F, Iriyani N, Pratiwi SUT, and Hertiani T. 2014. Penelusuran Potensi Kapulaga, Temu Putri dan Senggugu sebagai Penghambat Pembentukan Biofil. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 17-24



- Segersäll M. 2011. DNA barcoding of commercialized plants; an examination of *Amomum* (Zingiberaceae) in South-East Asia. *Department of Organismal Biology, Systematic Biology, Uppsala University, Sweden*. 23 p.
- Setyawan AD. 2002. Chemotaxonomic studies on the genus *Amomum* based on chemical components of volatile oils. *Hayati Journal Biosciences* 9 (3): 71-79.
- Setyawan AD, Wiryanto, Suranto, Bermawie, N, and Sudarmono. 2014. Comparisons of isozyme diversity in local Java cardamom (*Amomum compactum*) and true cardamom (*Elettaria cardamomum*). *Nusantara Bioscience* 6(1) 94-101.
- Shaari K. 2015. *Discovering Future Cures From Phytochemistry to Metabolomics*. Universiti Putra Malaysia Press Serdang: 79 hlm
- Shahriar M. 2010. Antimicrobial activity of the rhizomes of *Curcuma Zedoaria* *Journal of Bangladesh Academy of Sciences* 34(2): 201-203.
- Shi Y, and Burn P. 2004. Lipid Metabolic Enzymes: Emerging Drug Targets for The Treatment Of Obesity. *Nat. Rev. Drug. Discov.* 3: 695-710.
- Shin Y, and Lee Y. 2013. Cytotoxic activity from *Curcuma zedoaria* through mitochondrial activation on ovarian cancer cells. *Toxicol. Res.* 29(4): 257-261.
- Silalahi M. 2014. The ethnomedicine of the medicinal plants in sub-ethnic Batak, North Sumatra and the conservation perspective, dissertation. Indonesia: Universitas Indonesia. p. 140.

- Silalahi M, Supriatna J, Walujo EB, Nisyawati. 2015a. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 16(1): 44-54.
- Silalahi M, Nisyawati, Walujo EB, Supriatna J, W Mangunwardoyo. 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 *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Sainteks*, 20 Mei 2017. Universitas Muhamadiyah Surakarta, Solo: 37-43.
- Silalahi M. 2019. Keanekaragaman tumbuhan bermanfaat di pekarangan oleh Etnis Sunda di Desa Sindang Jaya Kabupaten Cianjur Jawa Barat. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA* 10(1): 88-104.
- Silalahi M, and Nisyawati. 2019. An ethnobotanical study of traditional steam-bathing by the Batak people of North Sumatra, Indonesia. *Pacific Conservation Biology* <https://doi.org/10.1071/PC18038>: 1-17.
- Sirirugsa P, K Larsen, and C Maknoi. 2007. The Genus *Curcuma* L. ( Zingiberaceae ): Distribution and Classification with Reference to Species Diversity in Thailand. *Gardens Bulletin Singapore* 59(1&2): 203-207.
- Sivasothy Y, WK Chong, A Hamid, IM Eldeen, SF Sulaiman, and K Awang. 2011. Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. *Food Chem.* 124: 514-517.

- Škorničková J, and Sabu M. 2005. *Curcuma roscoeana* Wall. (*Zingiberaceae*) in India. *Gard. Bull. Singapore* 57: 187-198.
- Sofowora A. 1982. *Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. New York: John Willey Sons Ltd, p.6.
- Sripor W, and Jinda N. 2014. Effect of *Alpinia galangal* essential oil on bacteria spoilage. *The 26 th Meeting of the Thai Society for Biotechnology a International Conference. Thailand* : 1-6
- Srividya AR, Dhanabal SP, Yadav AK, Kumar SMN, and Vishnuvarthan VJ. Phytopreventive anti-hyperlipidemic activity of *Curcuma zedoaria*. *Bulletin Pharm Res.* 2012;2:22–5.
- Sudomo A, and Handayani W. 2013. Karakteristik tanah pada empat jenis tegakan penyusun agroforestry berbasis kapulaga (*Amomum compactum* Soland ex Maton). *Jurnal Penelitian Agroforestry* 1 (1) : 1-11.
- Sukandar D, Hermanto S, Amelia ER, and Zaenudin M. 2015. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kapulaga (*Amomum compactum* Sol. Ex Maton) Antibacterial Activity Of *Amomum compactum* Sol. Ex Maton Extract. *JKTI* 17(2):
- Sukatta U, P Rugthaworn, P Punjee, S Chidchenchey and V Keeratinijakal. 2009. Chemical composition and physical properties of oil from plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) obtained by hydro distillation and hexane extraction. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 212 – 217.
- Syahputro MABH, Munawaro A, and Dahlan TS. 2013. Biological Activities of Panduratin A, an Active Compound From Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*). *CISAK C4/P38*: 1-4.

- Syu WJ, Shen CC, Don MJ, Ou JC, Lee GH, and Sun CM, 1998. Cytotoxicity of curcuminoids and some novel compounds from *Curcuma zedoaria*, *Journal of Natural Product* 61(12): 1532-1534.
- Sylvester WS, Son R, Lew KF, 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: xxvi+ 764 hlm.
- Tara SV, Chandrakala S, Sachidananda A, Kurady BL, Smita S, Ganesha S. 2006. Wound healing activity of alcoholic extract of *Kaempferia galanga* in wistar rats. *Indian J Physiol* 50(4): 384-390.
- Tariq S, Imran M, Mushtaq Z, and Asghar N. 2016. Phytopreventive anti hypercholesterolemia and antilipidemic perspectives of zedoary (*Curcuma Zedoaria* Roscoe.) herbal tea. *Lipids in Health and Disease* 15(39): 1-10.
- 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
- Tewtrakul S, Subhadhirasakul S, Puripattanavong J, and Panphadung T. 2003. HIV-1 Protease Inhibitory Substances From The Rhizomes of *Boesenbergia pandurata* Holtt. *Songklanakarin Journal Sci. Technol.* 25(4): 503-508.
- Thaikert R, and Y Paisooksantivatana. 2009. Variation of total curcuminoids contents, antioxidant activity and genetic diversity

- in turmeric (*Curcuma longa* L.) collections. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 507-518.
- Tripathi P, NK Dubey, and AK Shukla. 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.
- van Greevenbroek MMJ, Schalkwijk CG, and Stehouwer CDA. 2013. Obesity-associated low-grade inflammation in type 2 diabetes mellitus: causes and consequences, *Netherlands Journal of Medicine* 71(4): 174-187.
- Vazquez-Prieto MA, Bettaieb A, Haj FG, Fraga, and Oteiza PI. 2012. (-)-Epicatechin prevents TNF $\alpha$ -induced activation of signaling cascades involved in inflammation and insulin sensitivity in 3T3-L1 adipocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 527 (2): 113-118.
- Wakhidah AW. 2015. Ethnobotany welcoming ceremony of girl maturity (*oke sou*) at the village community Lako Akediri and Bobanehena in West Halmahera. [Skripsi]. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok. [Tidak dipublikasikan].
- Wang YJ, MH Pan, AL Cheng AL et al. 1997. Stability of curcumin in buffer solutions and characterization of its degradation products. *J. Pharm Biomed Anal.* 15:1867-1876.
- Wannissorn B, Jarikasem S, Siriwangchai T, and Thubthimthed S. 2005. Antibacterial properties of essential oil from Thai medicinal plants. *Fitoterapia* 76: 233-6.

- Widowati W, Ratnawati H, Husin W, and Maesaroh M. 2015. Antioxidant properties of spice extracts *Biomedical Engineering* 1(1): 24-29.
- Wiryowidagdo S. 2000. *Kimia dan farmakologi bahan alam Edisi I*. Direktorat Pembinaan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. ix + 325
- Wu Y, Wang Y, Li ZH, Wang CF, Wei JY, Li XL, Wang PJ, Zhou ZF, Du SS, Huang DY, and Deng ZW. 2014. Composition of the essential oil from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne* *Bulletin of Insectology* 67(2): 247-254.
- Xia YM, John Kress W, and Prince LM. 2004. Phylogenetic Analyses of *Amomum* (*Alpinioideae: Zingiberaceae*) Using *ITS* and *matK* DNA Sequence Data. *Systematic Botany* 29(2): 334-344.
- Yanovski SZ, and JA Yanovski. 2002. Obesity. *New England J Med* 346: 591-602.
- Yu JG, Feng HJ, and Li JT. 1982. Essential oil of fruits and leaves of *A. kravanh* and *A. compactum*. *Chin Trad Herb Drugs* 13: 4-7.
- Yun JM, Kwon H, and Hwang JK. 2003. In Vitro Anti-Inflammatory Activity Of Panduratin A Isolated from *Kaempferia pandurata* in RAW264.7 cells. *Planta Med.* 69: 1102–1108.
- Zulak KG, and Bohlmann J. 2010. Terpenoid biosynthesis and specialized vascular cells of conifer defense. *Journal of Integrative Plant Biology* 52(1): 86-97.