
Minyak Atsiri Daun Zingiberaceae sebagai Antioksidan dan Antiglikasi

Irmanida Batubara*¹, Umami Zahra², Latifah K Darusman³, Akhiruddin Maddu⁴

^{1,2,3}Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor; Kampus IPB Darmaga Bogor, Indonesia

^{1,3}Pusat Studi Biofarmaka Tropika LPPM, Institut Pertanian Bogor; Jl Taman Kencana No 3 Bogor, Indonesia

⁴Departemen Fisika FMIPA, Institut Pertanian Bogor; Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia

e-mail: *ime@apps.ipb.ac.id, zahraummi90@gmail.com, lkdarusman@gmail.com,
akhiruddin@ipb.ac.id

Abstrak

Rimpang keluarga Zingiberaceae dilaporkan memiliki aroma khas dan juga aktif sebagai antioksidan, sementara daun keluarga ini memiliki aroma khas yang mirip dengan rimpangnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi minyak atsiri daun beberapa spesies dari keluarga Zingiberaceae dan menentukan aktivitas minyak atsiri tersebut sebagai antioksidan dan antiglikasi yang berhubungan dengan anti-penuaan. Daun dari 8 spesies yaitu *Alpinia galanga*, *Boesenbergia pandaratum*, *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma domestica*, *Curcuma xanthorrhiza*, *Curcuma zedoaria*, *Ellettaria cardamomum*, dan *Zingiber officinale* diisolasi minyak atsirinya menggunakan teknik distilasi uap. Minyak yang diperoleh ditentukan kemampuannya sebagai antioksidan menggunakan metode ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic acid) menggunakan spektrofotometer visual serta kemampuan antiaging melalui aktivitas antiglikasi menggunakan flourimetri. Rendemen minyak dihasilkan mulai dari 0.04 hingga 3.15%. Kapasitas antioksidan tertinggi dengan metode ABTS ditemukan pada minyak atsiri daun *Curcuma aeruginosa* sebesar 5.10g ekuivalen asam askorbat/ 100 g minyak sedangkan minyak dengan aktivitas antiglikasi terbesar ditemukan pada minyak daun *Z. officinale* dengan konsentrasi penghambatan 50%, IC₅₀ sebesar 207.95mg/L. Senyawa kimia pada minyak atsiri daun *Z. officinale* ditentukan menggunakan metode Kromatografi Gas-Spektrometri Massa dan ditemukan kariofilena sebagai komponen dominannya. Kariofilena mampu bertindak sebagai antiglikasi dengan konsentrasi penghambatan 50% sebesar 113.8 µM. Minyak atsiri dari daun *Z officinale* berpotensi dikembangkan sebagai antiaging.

Kata kunci—*Zingiber officinale*, kariofilena, ABTS dan antiaging

Abstract

Zingiberaceae family rhizome has been reported to have distinctive aroma and also active as antioxidant, while leaves of this family have a distinctive aroma similar to the rhizomes. Therefore, this study aims to isolate the essential oil of some species of *Zingiberaceae* family leaves and determine its activity as anti aging by antioxidants and antiglycation activities. The essential oil of eight *Zingiberaceae* species leaves namely *Alpinia galanga*, *Boesenbergia pandaratum*, *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma domestica*, *Curcuma xanthorrhiza*, *Curcuma zedoaria*, *Ellettaria cardamomum*, and *Zingiber officinale* were isolated using steam distillation. The antioxidant abilities of the oils were determined by ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic acid) using a spectrophotometer and anti aging abilities of the oils were determined by antiglycation using flourimetri. The yield of essential oil produced were vary from 0.04 to 3:15%. The high antioxidant capacity found in essential oil of *Curcuma aeruginosa* leaf (5.10g ascorbic acid equivalent / 100 g of oil), while the most active antiglikasi

activity found in *Z. officinale* leaf essential oil (50% inhibitory concentration, IC_{50} of 207.95mg/L). Chemical compounds in the *Z. officinale* leaves essential oil were determined using the method Gas- chromatography mass spectrometry and found that caryophyllene as dominant compound. Caryophyllene has antiglycation activity with IC_{50} of 113.8 μ M. The essential oil of *Z officinale* leaf likely to be developed as an anti aging.

Keywords—Essential Oil, caryophyllene, ABTS and antiglycation

1. PENDAHULUAN

Minyak atsiri diproduksi oleh tanaman sebagai hasil metabolisme sekundernya. Minyak ini bersifat mudah menguap pada suhu kamar, mempunyai rasa getir, dan berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya. Indonesia merupakan salah satu Negara produsen minyak atsiri di dunia. Minyak atsiri yang banyak diproduksi oleh Indonesia antara lain minyak atsiri kayu manis, minyak nilam, minyak pala, dan masih banyak lainnya. Minyak atsiri dilaporkan memiliki kemampuan biologis seperti menjadi antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, antitumor, dan penetralisir racun [1-7].

Di sisi lain, Indonesia merupakan Negara yang dianugerahi kekayaan biodiversitas. Salah satu biodiversitas tersebut adalah tanaman minyak atsiri yaitu tanaman yang mampu memproduksi minyak atsiri. Tanaman keluarga Zingiberaceae merupakan tanaman tropis dan subtropics yang terdiri atas 1400 spesies. Tanaman ini banyak dimanfaatkan di Indonesia terutama bagian rimpangnya. Selain rimpang tanaman Zingiberaceae, batang dan daunnya pun dapat dimanfaatkan [8]. Minyak atsiri daun Zingiberaceae dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antibakteri *Streptococcus mutans* dan mampu menjadi penghancur biofilm terutama minyak atsiri daun kapulaga (*Electtaria cardamomum*), minyak atsiri daun kunyit juga dilaporkan menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* dan aflatoksin [9,10].

Seluruh makhluk hidup akan menjadi tua. Proses penuaan ditandai dengan penurunan integritas anatomi dan fungsi beberapa sistem organ dan berkurangnya kemampuan tubuh untuk menanggapi stress [11]. Dalam proses penuaan ini terjadi reaksi glikasi yang merupakan reaksi antara asam amino dan gula pereduksi membentuk produk akhir yang disebut sebagai *Advance glycation end product*, AGEs [12]. AGEs dalam jumlah berlebih di dalam tubuh akan menghasilkan berbagai macam penyakit seperti diabetes, alzheimer, dan penuaan. Proses glikasi dipercepat oleh adanya radikal bebas selain radikal bebas pun dihasilkan dari proses glikasi [13]. Senyawa antioksidan akan menetralkan radikal bebas. Oleh karena itu senyawa antiaging juga diharapkan mampu menetralkan radikal bebas.

Pada penelitian ini dilakukan penapisan potensi minyak atsiri daun zingiberaceae Indonesia sebagai antiaging. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan potensi sebagai antiaging adalah melalui seleksi aktivitasnya sebagai antioksidan penangkal radikal dan antiglikasi. ABTS (2, 2'-azinobis—etil benzotiazolina 6-sulfat) merupakan radikal kation yang digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan menggunakan spektrofotometri. Antiglikasi ditentukan dengan menentukan jumlah AGEs yang dihasilkan dari reaksi protein (Bovine serum albumin, BSA) dengan glukosa dan fruktosa menggunakan fluorimetri. Minyak atsiri paling aktif ditentukan komponennya menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (KG-SM), dan senyawa dominan pada minyak atsiri terpilih ditentukan aktivitas antiglikasinya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yaitu koleksi dan identifikasi daun zingiberaceae, penentuan kadar air dan abu daun menggunakan metode AOAC, isolasi minyak atsiri daun dengan distilator uap air, pengujian aktivitas antioksidan dan antiglikasi, identifikasi

senyawa daun *Zingiberaceae* menggunakan KG-SM, serta penentuan aktivitas senyawa dominan.

2.1 Koleksi dan Identifikasi Daun *Zingiberaceae*

Daun *Zingiberaceae* diambil dari Unit Konservasi dan Budidaya Biofarmaka Pusat Studi Biofarmaka Tropika LPPM IPB di Kampus IPB Darmaga, Bogor. Daun yang dikumpulkan diambil contohnya untuk ditentukan nama ilmiahnya di LIPI Biologi Cibinong. Daun yang digunakan dalam penelitian ini (Gambar 1) adalah daun lengkuas (*Alpinia galanga*), temu kunci (*Boesenbergia panduratum*), temu hitam (*C. aeruginosa*), kunyit (*Curcuma domestica*), temulawak (*C. xanthorrhiza*), temu putih (*C. zedoaria*), kapulaga (*Elettaria cardamomum*), dan jahe (*Zingiber officinale*).



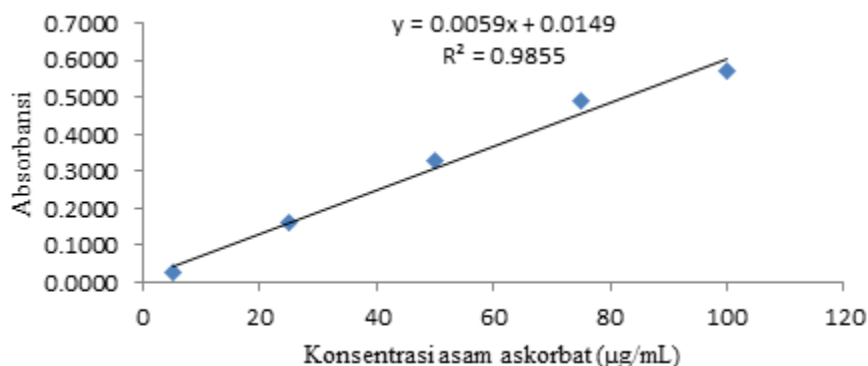
Gambar 1. Daun *Zingiberaceae* yang digunakan pada penelitian ini

2. 2. Isolasi Minyak Atsiri

Sebanyak 2-3 kg daun sampel segar yang sudah dipotong-potong dimasukkan ke dalam distilator uap. Sejumlah tertentu air (3-4 L) ditambahkan ke dalamnya. Distilasi dilakukan selama 2-3 jam. Minyak atsiri yang diperoleh dimasukkan dalam botol gelap dan disimpan dalam pendingin untuk analisis tahapan berikutnya

2.3 Uji Aktivitas Antioksidan

Prinsip uji antioksidan yang digunakan ialah dengan mengukur kemampuan penangkapan aktivitas radikal ABTS yang akan dibandingkan dengan asam askorbat. ABTS (7.46 mM) dioksidasi menggunakan kalium peroksidisulfat (2.45 mM) selama 16 jam. Sebanyak 180 μL ABTS⁺ yang teroksidasi direaksikan dengan 20 μL minyak atsiri daun *Zingiberaceae* dengan konsentrasi 2 mg/mL. Dibuat kurva standar hubungan absorbansi pada panjang gelombang 734 nm dan konsentrasi asam askorbat (5, 25, 50, 75, dan 100 $\mu\text{g/ml}$). Kurva standar yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. Aktivitas antioksidan minyak atsiri dilaporkan sebagai *ascorbic acid equivalent antioxidant capacity* (AEAC).



Gambar 2. Kurva standar hubungan konsentrasi asam askorbat dan absorbansi hasil reaksi dengan ABTS

2.4 Uji Aktivitas Antiglikasi

Metode antiglikasi mengacu pada Povichit (2011) dengan sedikit modifikasi [14]. Sebanyak 80 μ L BSA 20 mg/mL direaksikan dengan 40 μ L glukosa 235 mM, 40 μ L fruktosa 235 mM dan 80 μ L sampel atau kontrol positif (aminoguanidin) dalam larutan buffer fosfat 0.2M pH 7.4 dalam tabung reaksi. Adapun pada larutan pengoreksi sampel yaitu larutan yang digunakan untuk menghilangkan matriks sampel, akuades digunakan sebagai pengganti glukosa dan fruktosa. Pada larutan kontrol negatif yaitu larutan yang digunakan untuk mengetahui reaksi tanpa adanya gangguan sampel, akuades digunakan sebagai pengganti sampel.

Seluruh larutan diinkubasi selama 40 jam pada suhu 60°C, kemudian diukur intensitas fluoresensinya menggunakan flourimetri dengan panjang gelombang eksitasi 330 nm dan emisi 440 nm. Aktivitas antiglikasi diukur menggunakan persamaan berikut

$$\text{Inhibisi (\%)} = \left[1 - \frac{(A-A_0)}{(B-B_0)} \right] \times 100 \%$$

Keterangan A : Intensitas flourosens larutan sampel
 A₀ : Intensitas flourosens larutan pengoreksi sampel
 B : Intensitas flourosens larutan kontrol
 B₀ : Intensitas flourosens larutan pengoreksi kontrol

Persentase penghambatan 50% (IC₅₀) terhadap fluoresensi AGEs dihitung dari kurva regresi aktivitas penghambatan.

2.5. Identifikasi komponen minyak atsiri daun Zingiberaceae

Minyak atsiri yang telah murni dari daun *Zingiberaceae* yang paling aktif sebagai antioksidan dan antiglikasi selanjutnya dianalisis dengan KG-SM untuk mengidentifikasi komponen golongan senyawa penyusun minyak atsiri tersebut. Spektrum massa yang diperoleh dari sampel dibandingkan dengan spektrum massa dari senyawa pembanding. Sampel diinjeksikan ke dalam injektor KG-SM. Kolom yang digunakan ialah HP-5 MS (dimensi 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m). He digunakan sebagai gas pembawa dengan laju alir 20 mL/menit. Suhu injektor yang digunakan 80 °C dan suhu detektor 250 °C. Suhu kolom yang digunakan, yaitu suhu terprogram dengan suhu awal 80 °C ditahan selama 5 menit, lalu suhu dinaikan 10 °C setiap menitnya hingga suhu 250 °C dan dibuat konstan hingga menit ke-45. Kondisi spektrofotometer massa yang digunakan adalah EI 70 eV dengan mode ionisasi EI, arah deteksi 50-1000 m/z. Puncak yang muncul pada kromatogram ion total diidentifikasi dengan membandingkan spektrum massa dengan *library index* MS (NIST11). Waktu retensi dan kemiripan spektrum massa puncak dan senyawa pada *library* ditentukan untuk memastikan jenis senyawa pada puncak.

2.6. Analisis data

Analisis dilakukan dengan menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis lebih lanjut dilakukan dengan uji Duncan multiple range test untuk data aktivitas antiglikasi dan kapasitas antioksidan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daun yang digunakan dalam penelitian ini merupakan daun segar, oleh karena itu kadar air yang terdapat dalam sampel tergolong tinggi yaitu lebih dari 75% (Tabel 1). Di antara seluruh sampel daun yang digunakan kadar air tertinggi ditemukan pada daun kunyit. Kadar abu dari suatu sampel tanaman dapat berbeda-beda sesuai dengan mineral yang terkandung dalam tempat tumbuh tanaman. Semakin besar kadar abu dari suatu sampel menunjukkan semakin banyak kandungan mineral pada tempat tumbuh sampel tersebut. Kadar abu ditentukan untuk

menentukan kualitas daun yang biasanya berperan sebagai bioakumulator logam dan adanya logam dapat memengaruhi metabolisme tanaman [15]. Kadar abu yang diperoleh (Tabel 1) juga cukup tinggi, artinya banyak mineral yang terkandung dalam tanaman. Kadar abu tertinggi dimiliki oleh daun kunyit, yaitu sebesar 11.65%. Perbedaan kadar air maupun kadar abu yang diperoleh disebabkan oleh perbedaan jenis tanaman, waktu panen, dan kondisi pertumbuhan.

Rendemen minyak atsiri yang diperoleh dari daun zingiberaceae dalam penelitian ini sangat bervariasi mulai dari 0.01% hingga 3.15% (Tabel 1). Rendemen minyak atsiri tertinggi dimiliki oleh daun kapulaga. Kapulaga memiliki minyak atsiri yang tinggi pada hampir semua bagian tanamannya. Biji kapulaga menghasilkan rendemen sebesar $\pm 1\%$ setelah didistilasi dengan distilasi uap air, sedangkan dari daging buah dilaporkan sebesar 7%, hal ini menunjukkan bahwa daun kapulaga merupakan sumber potensial untuk mendapatkan minyak atsiri dibandingkan dengan bijinya [16-17]. Rendemen minyak atsiri daun terkecil ditemukan pada daun lengkuas (Tabel 1). Minyak atsiri daun lengkuas yang diperoleh sangat kecil, hal ini juga terjadi pada minyak atsiri buah *Alpinia galangal* yang hanya memiliki rendemen sebesar 0.2% [18]. Rendemen minyak atsiri yang diperoleh pada penelitian sebelumnya sebesar 2.09% pada daun kunyit, 0.80% pada daun temulawak, 0.33% pada daun temu putih, dan 2.43% pada daun kapulaga [9]. Rendemen pada penelitian ini tidak berbeda dengan rendemen yang diperoleh pada penelitian sebelumnya.

Warna minyak atsiri yang diperoleh dari daun Zingiberaceae mulai dari tidak berwarna hingga kuning kecoklatan (Tabel 1). Rendemen yang kecil pada minyak atsiri daun lengkuas dan daun temu kunci menyebabkan warna minyak atsiri kedua daun tersebut tidak dapat ditentukan. Selain itu kedua minyak atsiri juga tidak ditentukan aktivitas antioksidan dan antiglikasinya karena jumlah sampel yang tidak memadai.

Tabel 1 Kadar air, kadar abu, dan rendemen minyak atsiri daun Zingiberaceae

Daun		Kadar air	Kadar abu	Rendemen	Warna Minyak
Nama local	Nama latin	(% b/b)	(% b/b)	minyak (% b/b)	
Lengkuas	<i>Alpinia galanga</i>	79,92	9,81	0,01	-
Temu kunci	<i>Boesenbergia panduratum</i>	81,58	11,43	0,03	-
Temu hitam	<i>Curcuma aeruginosa</i>	81,17	9,74	1,77	Kuning kecoklatan
Kunyit	<i>C. domestica</i>	85,29	11,65	2,31	Kuning seulas
Temulawak	<i>C. xanthorrhiza</i>	84,52	10,68	0,90	Kuning kecoklatan
Temu putih	<i>C. zedoaria</i> Rosc.	79,62	9,64	0,21	Tidak berwarna
Kapulaga	<i>Electtaria cardamomum</i>	80,08	10,69	3,15	Tidak berwarna
Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	80,04	10,82	0,08	Kuning seulas

Keterangan:(-): warna kurang tampak

Aktivitas antioksidan dan antiglikasi seluruh minyak dengan rendemen lebih besar dari 0.06% ditentukan dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Kapasitas antioksidan dilaporkan dalam gram antioksidan ekuivalen asam askorbat, semakin besar kapasitas semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Kapasitas antioksidan tertinggi ditemukan pada minyak atsiri daun temu hitam. Kapasitas antioksidan minyak atsiri daun temu hitam tidak berbeda nyata dengan minyak daun kunyit. Minyak atsiri rimpang kunyit pun dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antioksidan [19]

Tabel 2. Aktivitas antioksidan dengan metode ABTS dan antiglikasi minyak atsiri daun Zingiberaceae

Minyak atsiri daun / kontrol positif	Nama latin daun	Kapasitas antioksidan g antioksidan ekuivalen ascorbic acid (AEAC)/100 g minyak	IC ₅₀ (µg/mL) Antiglikasi
Temu hitam	<i>Curcuma aeruginosa</i>	5,10 ^c	243,57 ^d
Kunyit	<i>C. domestica</i>	4,19 ^c	221,26 ^c
Temulawak	<i>C. xanthorrhiza</i>	0,57 ^a	221,60 ^c
Temu putih	<i>C. zedoaria</i> Rosc.	0,89 ^a	236,38 ^d
Kapulaga	<i>Electtaria cardamomum</i>	2,00 ^b	240,35 ^d
Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	0,66 ^a	207,95 ^b
Aminoguanidin			18,91 ^a

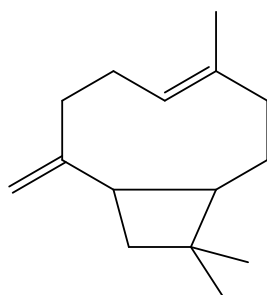
Keterangan: nilai diikuti dengan huruf yang sama tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada uji Duncan multiple range test.

Aktivitas antiglikasi dilaporkan dengan konsentrasi yang dapat menghambat 50% reaksi glikasi yang dikenal dengan IC₅₀. Makin kecil konsentrasi yang diperlukan untuk menghambat 50% reaksi glikasi makin aktif bahan tersebut. Dari enam minyak atsiri daun zingiberaceae yang diuji pada penelitian ini ditemukan minyak atsiri daun jahe yang memiliki nilai IC₅₀ paling kecil, sehingga dapat dikatakan minyak atsiri daun jahe merupakan minyak atsiri yang paling berpotensi sebagai antiglikasi (Tabel 2). Jahe terutama bagian rimpangnya dilaporkan mengandung senyawa 1-dehidro-[14]-gingerdiena yang dapat menghambat pembentukan AGEs [20]. Selain itu, ekstrak metanol daun jahe juga dilaporkan aktif sebagai antiglikasi [21]. Bila dibandingkan dengan kemampuan aminoguanidin yang dikenal sebagai antiglikasi, aktivitas antiglikasi minyak daun jahe tidak lebih bahkan hanya 1/10 dari aktivitas aminoguanidin. Walaupun aminoguanidin merupakan antiglikasi namun tidak disetujui untuk produksi komersial karena memiliki efek samping terkait dengan proses penyerapan vitamin B6 [22].

Minyak atsiri daun jahe ditentukan kandungan senyawanya karena memiliki aktivitas sebagai antiglikasi. Hasil analisis menggunakan kromatografi gas kromatografi massa dapat dilihat pada Tabel 3. Kariofilena (Gambar 3) merupakan komponen utama dalam minyak atsiri daun jahe yaitu sekitar 30%. Kariofilena dilaporkan ini memiliki berbagai sifat farmakologi antara lain, antimikroba, antiinflamasi, analgesik, antikanker, dan antioksidan [23]. Aktivitas antioksidan dari senyawa ini dilaporkan karena mampu menghambat peroksidasi lipid yang terjadi karena memiliki aktivitas radikal scavenging terhadap radikal hidroksida, anion superoksida, dan lipid peroksida [24]. Oleh karena itu, kariofilena pun mampu menjadi penghambat glikasi yang juga berhubungan dengan antioksidan.

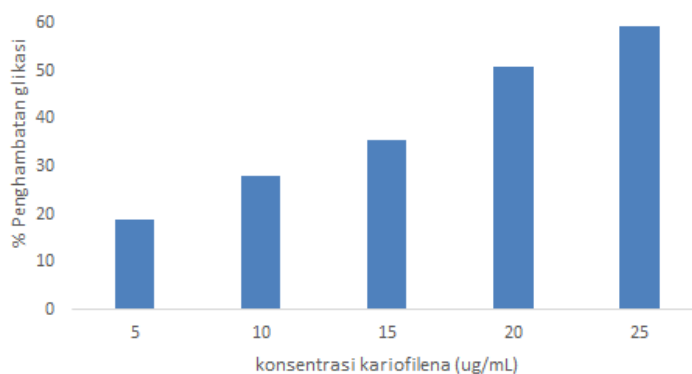
Tabel 3. Komponen yang terdapat pada minyak daun jahe

Waktu retensi (min)	Persentase luas puncak	Senyawa	Persen kemiripan (%)
5.75	4.91	Alfa pinena	96
6.20	3.92	Beta pinena	97
6.87	5.74	Beta felandrena	92
15.17	32.76	Kariofilena	99
16.64	7.28	Alfa farnesena	94
18.84	7.28	Kariofilena oksida	91
	Hingga 100	Senyawa lainnya	



Gambar 3. Struktur kariofilena

Untuk mengetahui kemampuan senyawa dominan pada minyak atsiri daun jahe sebagai antiglikasi, senyawa murni kariofilena dari TCI (Tokyo Chemical Industry) ditentukan aktivitas antiglikasi. Aktivitas antiglikasi kariofilena pada berbagai konsentrasi terangkum pada Gambar 4. Terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi penghambatan reaksi glikasinya semakin meningkat. Hasil perhitungan penentuan IC_{50} didapat sebesar $23.21 \mu\text{g/mL}$ yang sedikit lebih besar dibandingkan IC_{50} aminoguanidin dalam satuan ppm. Bila nilai IC_{50} diubah dalam satuan molaritas, maka nilai IC_{50} kariofilena ($113.8 \mu\text{M}$) dua kali lebih kecil dibandingkan dengan IC_{50} aminoguanidin yaitu sebesar $255.5 \mu\text{M}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa kariofilen merupakan zat aktif memiliki aktivitas *antiaging* pada minyak atsiri *Z. officinale* dan berpotensi untuk dimanfaatkan.



Gambar 4. Aktivitas antiglikasi kariofilena pada berbagai konsentrasi

4. KESIMPULAN

Minyak atsiri delapan daun zingiberaceae berhasil diisolasi yaitu dari daun *Alpinia galanga*, *Boesenbergia pandaratum*, *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma domestica*, *Curcuma xanthorrhiza*, *Curcuma zedoaria*, *Ellettaria cardamomum*, dan *Zingiber officinale*. Dari enam minyak atsiri daun Zingiberaceae genus *Curcuma*, *Ellettaria* dan *Zingiber*, minyak atsiri daun temu hitam (*C. aeruginosa*) dan kunyit (*C. domestica*) merupakan minyak atsiri paling berpotensi sebagai antioksidan, sedangkan minyak atsiri daun jahe (*Z. officinale*) paling berpotensi sebagai antiglikasi. Salah satu senyawa aktif dalam minyak atsiri daun jahe adalah kariofilena yang memiliki nilai IC_{50} antiglikasi sebesar $113.8 \mu\text{M}$. Untuk mengetahui apakah ada efek dari senyawa lainnya pada minyak atsiri daun jahe diperlukan pemisahan minyak atsiri yang diikuti dengan uji aktivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223–253
- [2] Badary, O.A. and El-Din, A.M.G., 2000. Antitumor activity of thymochinone against fibrosarcoma tumorigenesis. *Cancer Mol. Biol.* 7(3): 1515–1526.
- [3] Kordali, S., Cakir, A., Mavi, A., Kilic, H., Yildirim, A., 2005. Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three Turkish *Artemisia* species. *J. Agric. Food Chem.* 53, 1408–1416.
- [4] Salasia, S.I.O., Rochmadiyanto O.F., Setyawati, W., 2002. Antiinflammatory effects of cinnamyl tiglate contained in volatile oil of kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Majalah Farmasi Indonesia* 13(3), 162–168.
- [5] Siani, A.C., de Ramos, M.F.S., Menezes-de-Lima, O., 1999. Evaluation of anti-inflammatory related activity of essential oils from the leaves of species of *Protium*. *J. Ethnopharmacol.* 66(1), 57–69.
- [6] Sylvestre, M., Pichette, A., Longtin, A., Nagau, F., Legault, J., 2006. Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. *J. Ethnopharmacol.* 103(1), 99–102.
- [7] Widiyanto A., Siarudin M., 2013. Karakteristik daun dan rendemen minyak atsiri lima jenis tumbuhan kayu putih. *JPHH.* 31(4):235-241.
- [8] Hartati R., Suganda A. G., Fidrianny, 2014. Botanical, phytochemical and pharmacological properties of *Hedychium* (Zingiberaceae) [Review]. *Procedia Chem* 13: 150-163.
- [9] Batubara I., Wahyuni W. T., Susanto M., 2016. Antibacterial activity of Zingiberaceae leaves essential oil against *Streptococcus mutans* and teeth-biofilm degradation. *International Journal Pharma and Bio Science* 7(4): (P) 111-116
- [10] Sindhu S., Chempakam B., Lellla N.K., Bhai R.S., 2011. Chemoprevention by essential oil of turmeric leaves (*Curcuma longa* L.) on the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. *Food and Chemical Toxicology* 49:1188-1192.
- [11] Semba R.D., Nicklett E.J., Ferrucci L., 2010. Does accumulation of advanced glycation end products contribute to the aging phenotype? *Journal of Gerontology*, 2010:1-13
- [12] Hori M., Yagi M., Nomoto J., Ichijo R., Shimode A., Kitano T., Tonei Y., 2012. Experimental models for advanced glycation end product formation using albumin, collagen, elastin, keratin and proteoglycan. *Anti-Aging Medicine.* 9(6):125-134
- [13] Ndlovu G., Gerda F., Malefa T., Werner C., Vanessa S., 2013. In vitro determination of the anti-aging potential of four southern african medicinal plants. *BMC Compl Alternat Med* 13: 1-7.
- [14] Povichit N., Phrutivorapongkul A., Suttaji M., Chaiyasut C., Leelapornpisid P., 2010. Antiglycation and antioxidant activities of oxyresveratol extracted from the heartwood of *Artocarpus lakoocha* Roxb. *Maejo Int J Sci Technol.* 4: 454-461.
- [15] Handayani T., 2006. Bioakumulasi logam berat dalam mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* di Muara Angke Jakarta. *J Tek Ling.* 7(3):266-270.
- [16] Fachriyah E., Sumardi. 2007. Identifikasi minyak atsiri biji kapulaga. *J Sains Mat.* 15(2):83-87.
- [17] Savan E.K., Kucukbay F.Z., 2013. Essential oil composition of *Elettaria cardamomum* Maton. *J Appl Bio Sci.* 7(3):42-45.
- [18] Wu M., Zhang W., Guo P., Zhao Z., 2014. Identification of seven Zingiberaceous species based on comparative anatomy of microscopic characteristics of seeds. *Chinese Medicine* 9:10. doi:10.1186/1749-8546-9-10
- [19] George M, BritoSJ, 2015. Phytochemical and antioxidant studies on the essential oil of the rhizome of *Curcuma aeruginosa* Robx. *International Journal of Pharmacy* 6(8):579
- [20] Olennikov D.N., Kashehenko N.I., 2015. 1-dehydro-[14]-gingerdione, a new constituent from *Zingiber officinale*. *Chemistry of Natural Compounds.* 51:877-881. DOI:10.1007/s10600-015-1438-x

- [21] Zahra U., Kartika Y., Batubara I., Darusman L.K., Maddu A., 2016. Screening the Potency of Zingiberaceae Leaves as Antioxidant and Antiaging Agent. *Nusantara Bioscience*. 8(2): (accepted)
- [22] Sero L., Sanguinet L., Blanchard P., Dang B.T., Morel S., Richomme P., Seraphin D., Derbre S., 2013. Tuning a 96-well microtiter plate fluorescence-based assay to identify age inhibitors in crude plant extracts. *Molecules*. 18:14322. Doi:10.3390/molecules181114320
- [23] Afzal A., Oriqat G., Akram K. M., Jose J., Afzal M.. 2013. Chemistry and biochemistry of terpenoids from curcuma and related species. *Journal of Biologically Active Products from Nature*. 3(1):1-55
- [24] Calleja M.A., Vieites J.M., Montero-Meterdez T., Torres M.I., Faus M. J., Gil A., Suarez A., 2013. The antioxidant effect of β -caryophyllene protects rat liver from carbon tetrachloride-induced fibrosis by inhibiting hepatic stellate cell activation. *British Journal of Nutrition*. 109:394-401
-