

Minyak Atsiri dan Ekstrak Bunga dan Daun Temulawak sebagai Antioksidan

Irmanida Batubara*^{1,2}, Latifah K Darusman^{1,2}, Sri Wahyuni¹

¹ Departemen Kimia FMIPA IPB; Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia telp/fax 0251-8624567

² Pusat Studi Biofarmaka Tropika LPPM IPB; Kampus IPB Taman Kencana, Bogor, Indonesia, telp/fax 0251-8347525

e-mail: *ime@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) merupakan tumbuhan yang banyak dimanfaatkan untuk tujuan kesehatan terutama bagian rimpangnya. Minyak atsiri rimpang temulawak juga telah dilaporkan, namun bunga dan daun temulawak belum banyak dieksplorasi termasuk minyak atsiri dan ekstraknyanya. Penelitian ini bertujuan menapis minyak atsiri dan ekstrak bunga dan daun *C. xanthorrhiza* sebagai antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrasil). Minyak atsiri daun diperoleh menggunakan metode distilasi air. Bunga dan daun diekstraksi menggunakan *n*-heksana, etil asetat, dan metanol. Ekstrak etil asetat daun mempunyai potensi antioksidan terbaik dengan nilai IC_{50} 41.50 ± 7.80 $\mu\text{g/mL}$ namun tidak sebaik asam askorbat sebagai kontrol positif dengan nilai IC_{50} 3.36 ± 0.29 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan uji kualitatif fitokimia, didapat bahwa ekstrak etil asetat daun temulawak mengandung kelompok senyawa flavonoid, alkaloid, steroid, dan triterpenoid. Minyak atsiri daun temulawak yang juga mengandung terpenoid tidak mampu menghambat 50% radikal DPPH hingga konsentrasi 167 $\mu\text{g/mL}$.

Kata kunci—*Curcuma xanthorrhiza*, DPPH, fitokimia

Abstract

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) is a plant that is widely used for health purposes, especially the rhizome. Temulawak rhizome essential oil has also been reported, but the flowers and leaves of temulawak have not been explored much including the essential oil and its extracts. This study aimed to screen the essential oil and flower and leaf extract of *C. xanthorrhiza* as antioxidants using the DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Leaf essential oil was obtained using the water distillation method. Flowers and leaves were extracted using *n*-hexane, ethyl acetate, and methanol. Ethyl acetate leaf extract had the best antioxidant potential with an IC_{50} value of 41.50 ± 7.80 g/mL but was not as good as ascorbic acid as a positive control with an IC_{50} of 3.36 ± 0.29 g/mL value. flavonoids, alkaloids, steroids, and triterpenoids. Temulawak leaf essential oil which also contains terpenoids was not able to inhibit 50% of DPPH radicals up to a concentration of 167 g/mL.

Keywords—*Curcuma xanthorrhiza*, DPPH, phytochemicals

1. PENDAHULUAN

Indonesia kaya dengan bahan hayati termasuk tumbuhan. Di antara tumbuhan yang ditemukan di Indonesia, banyak tumbuhan yang berfungsi sebagai bahan baku obat. Dengan berkembangnya kecenderungan untuk memanfaatkan bahan alam dalam pengobatan di masyarakat, potensi tumbuhan obat perlu dieksplorasi. Salah satu tumbuhan obat yang sering

digunakan adalah temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Bagian tumbuhan temulawak yang dimanfaatkan umumnya adalah bagian rimpang saja. Bagian tumbuhan lain pada temulawak seperti batang, daun, akar, dan bunganya belum banyak dilakukan, padahal bagian-bagian tersebut kemungkinan mengandung senyawa yang mirip dengan senyawa pada rimpangnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan dieksplorasi terhadap bagian lain selain rimpang temulawak dan pada penelitian ini difokuskan untuk memanfaatkan daun dan bunga temulawak (Gambar 1).



Gambar 1. Daun (kiri) dan bunga (kanan) temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*).

Penelitian mengenai daun dari genus *Curcuma* telah dilakukan oleh para peneliti seperti pada daun kunyit (*C. domestica*). Ekstrak metanol dan air daun kunyit pada konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$ dilaporkan mampu menginhibisi peroksidasi lemak (LPO) sebesar 81% dan 43%, menghambat pertumbuhan sel tumor secara *in vitro* dalam pankreas manusia, prostat, dan saluran lambung [1]. Laporan penelitian tersebut menyebutkan bahwa senyawa yang berpotensi atau bertanggung jawab terhadap aktivitas daun kunyit adalah golongan terpenoid. Bunga temulawak digunakan karena merupakan satu-satunya bagian tanaman temulawak yang tumbuh tidak menyatu pada rimpang (batang semu), sehingga apabila diambil tidak akan berpengaruh pada bagian tanaman lainnya. Kedua bagian tanaman ini sangat potensial untuk diteliti lebih lanjut terutama potensinya sebagai bahan baku obat sehingga tidak hanya rimpang temulawak yang digunakan sebagai sumber antioksidan alami.

Temulawak dilaporkan memiliki aktivitas antimikrob, antioksidan, antifungi, hepatoprotektor, dan antiradang [2], pencegah kanker, antitumor, dan menurunkan kadar lemak darah [3]. Aktivitas antioksidan rimpang temulawak berasal dari komponen utama berupa kurkumin. Peran antioksidan kurkumin untuk pencegahan oksidasi hemoglobin dan lisisnya sel eritrosit disebabkan adanya struktur fenolik OH [4]. Komponen kimia yang berperan sebagai antioksidan adalah senyawa golongan fenol dan polifenol. Selain kurkuminoid, temulawak juga mengandung minyak atsiri. Aroma khas temulawak disebabkan oleh kandungan terpenoids terutama minyak atsirinya [5]. Minyak atsiri bunga temulawak juga dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan [6].

Antioksidan merupakan aktivitas yang menarik untuk diujikan pada bahan alam terutama untuk tujuan kesehatan. Komponen atau bahan yang memiliki aktivitas antioksidan akan mampu menunda, memperlambat, atau menghambat reaksi oksidasi [7]. Bahan yang lebih aktif akan mampu memperlambat atau menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi pada konsentrasi yang kecil. Senyawa antioksidan dapat melindungi sel dari efek berbahaya yang disebabkan radikal bebas oksigen reaktif. Radikal bebas ini dapat berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya [8]. Kondisi oksidasi dapat menyebabkan kerusakan protein dan DNA, kanker, penuaan, dan penyakit lainnya sehingga antioksidan menjadi penting untuk dicari [9].

Aktivitas antioksidan tidak dapat diukur secara langsung, melainkan melalui efek antioksidan dalam mengontrol proses oksidasi. Banyak metode yang bisa digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan dan setiap metode memiliki mekanisme yang berbeda, sesuai dengan kandungan senyawa antioksidannya. Aktivitas antioksidan dapat diamati menggunakan beberapa metode, yaitu metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), asam 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS), ferric reducing antioxidant power (FRAP), dan cuprac reducing antioxidant capacity (CUPRAC) [10]. Penelitian ini akan dilakukan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode penangkapan radikal bebas DPPH karena didasarkan pada beberapa keunggulannya, diantaranya mudah, sederhana, cepat, kedapatulungan baik, baik untuk sampel dengan polaritas tertentu, sensitif, dan hanya membutuhkan sedikit sampel [11]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak bunga dan daun *C. xanthorrhiza* menggunakan metode DPPH.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan penyiapan sampel, dilanjutkan dengan isolasi minyak atsiri, ekstraksi kemudian ditentukan aktivitas antioksidannya. Kadar air dan abu dianalisis setelah sampel dikeringkan dan digiling. Simplisia kering diekstraksi bertingkat menggunakan n-heksana, etil asetat dan metanol. Tiap ekstrak dipekatkan dan diuji fitokimia serta aktivitas antioksidan.

2.1 Penyiapan sampel

Bunga dan daun temulawak dikumpulkan dari unit konservasi dan budidaya biofarmaka Pusat Studi Biofarmaka Tropika IPB di Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat. Bunga dan daun temulawak segar masing-masing diambil sebanyak 500 gram. Kemudian daun dan bunga tersebut dikeringkan menggunakan oven suhu 40-50°C, selama 4 s.d 5 hari. Simplisia kasar kemudian digiling hingga berukuran 100 mesh. Sebagian simplisia daun dan bunga temulawak ditentukan kadar air dan kadar abu menggunakan metode AOAC [12].

2.2 Isolasi minyak atsiri

Minyak atsiri hanya diisolasi dari daun, sementara bunga tidak diisolasi minyak atsirinya. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah sampel bunga. Untuk isolasi minyak atsiri daun temulawak, daun temulawak segar sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam distilator stahl kemudian ditambahkan akuades. Perbandingan sampel dan akuades sebesar 1:2. Proses distilasi air selama 6 jam dengan temperatur 100–105°C.

2.3 Ekstraksi

Simplisia diekstraksi bertingkat dengan cara maserasi selama 24 jam dimulai dengan pelarut nonpolar (n-heksana), dan ampas yang diperoleh kemudian dimaserasi kembali dengan pelarut semipolar (etil asetat), serta yang terakhir ampas dimaserasi dengan pelarut polar (metanol). Perbandingan simplisia dan pelarut (b/v) sebesar 1:5. Tiap tiap maserat yang diperoleh kemudian dipisahkan dan dipekatkan menggunakan penguap putar pada suhu 30°C. Rendemen tiap ekstrak dihitung berdasarkan bobot simplisia.

2.4 Analisis kualitatif Fitokimia

Seluruh ekstrak yang diperoleh ditentukan keberadaan golongan senyawa metabolit sekundernya menggunakan metode yang dilaporkan oleh Harbone [13]. Golongan senyawa yang ditentukan adalah flavonoid, alkaloid, saponin, tannin, steroid dan terpenoid.

2.5 Penentuan aktivitas antioksidan [14]

Penentuan aktivitas antioksidan menggunakan DPPH dilakukan dengan cara sampel dilarutkan dalam etanol 96%, kemudian diencerkan menggunakan etanol 96% dengan konsentrasi akhir 10.00, 13.33, 16.67, 33.33, 66.67, 100.00, 133.33, dan 166.67 $\mu\text{g/mL}$ pada mikroplate. Selanjutnya, ditambahkan 11.8 mg DPPH dalam 100 mL etanol 96% sebanyak 100 μL , pada setiap lubang mikroplate. Setelah diinkubasi selama 30 menit, nilai absorbansi diukur pada panjang gelombang 514 nm (ungu). Kontrol positif dalam uji ini adalah asam askorbat. Aktivitas antioksidan ditentukan dengan menghitung % penghambatan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penghambatan} = \left[1 - \left(\frac{A \text{ sampel} - A \text{ kontrol}}{A \text{ blangko} - A \text{ kontrol}} \right) \right] \times 100\%$$

dimana A sampel adalah absorbansi sampel, A kontrol adalah absorbansi kontrol positif pada konsentrasi paling tinggi, A blangko adalah absorbansi DPPH tanpa diberi sampel ataupun kontrol.

2.6 Penentuan Senyawa pada Minyak Atsiri

Kondisi untuk analisis GC-MS yaitu menggunakan metode ionisasi elektron impact (EI) pada kromatografi gas GC-17A (Shimadzu, Kyoto, Jepang) yang digabungkan dengan spektrometer massa GC-MS QP 5050A (Shimadzu); kolom kapiler silika (30 m \times 2,5 mm; ketebalan film 0,25 mm), dilapisi dengan DB-5 (Agilent J&W, Kanada); suhu kolom pada 100 $^{\circ}\text{C}$ (2 menit) hingga 250 $^{\circ}\text{C}$ dengan laju 3 $^{\circ}\text{C}$ per menit; gas pembawa, helium pada tekanan konstan 7,59 psi. Modus akuisisi adalah scan. Identifikasi senyawa dilakukan dengan membandingkan spektrum massa puncak dengan data *library*. Komposisi persentase dihitung dari area puncak GC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simplisia daun dan bunga temulawak yang digunakan pada penelitian ini memiliki rerata kadar air berturut-turut sebesar 7.32% dan 19.45% (b/b). Kadar air bunga jauh lebih tinggi dibandingkan daun, hal ini disebabkan oleh sifat simplisia bunga temulawak yang lebih mudah menyerap air dibandingkan simplisia daun temulawak. Simplisia ini mengandung rerata kadar abu berturut-turut sebesar 8.42% dan 12.27% untuk daun dan bunga temulawak. Kadar abu pada bunga lebih besar daripada daun temulawak yang artinya kandungan mineral pada bunga lebih besar daripada daun temulawak. Warna abu yang dihasilkan bunga berwarna hijau toska, sedangkan abu daun berwarna putih keabu-abuan. Warna abu yang berbeda ini dapat disebabkan adanya perbedaan bahan mineral yang terkandung dalam sampel tersebut.

Simplisia kemudian diekstraksi dilakukan secara maserasi bertingkat menggunakan pengekstraksi dengan kepolaran berbeda, yaitu menggunakan *n*-heksana (nonpolar), etil asetat (semipolar), dan metanol (polar). Rendemen ekstraksi terangkum pada Tabel 1. Rendemen tertinggi diperoleh pada ekstrak metanol daun dan bunga temulawak dibandingkan ekstrak menggunakan pelarut lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dominan pada daun dan bunga temulawak merupakan komponen polar. Rendemen terendah diperoleh pada ekstrak *n*-heksana yang menunjukkan bahwa komponen non polar paling sedikit pada daun dan bunga temulawak. Rendemen ekstraksi bunga temulawak yang ditemukan pada penelitian ini mirip dengan yang dilaporkan sebelumnya yaitu 1.92% untuk ekstrak *n*-heksana, 0.80% untuk ekstrak etil asetat, dan 11.47% untuk ekstraksi metanol [6]. Perbedaan yang ditemukan kemungkinan karena musim panen yang dilakukan ataupun tempat tumbuh temulawak.

Tabel 1. Rendemen ekstraksi daun dan bunga temulawak pada beragam pelarut

Pelarut pengekstraksi	Rendemen (%)	
	daun	bunga
<i>n</i> -heksana	3.49 \pm 0.43	1.73 \pm 0.02
Etil asetat	4.32 \pm 0.57	1.16 \pm 0.16
metanol	13.44 \pm 0.56	7.70 \pm 0.43

Kandungan golongan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun dan bunga temulawak terangkum pada Tabel 2. Flavonoid terdapat pada ekstrak *n*-heksana, etil asetat, dan metanol daun temulawak, sedangkan pada bunga flavonoid ditemukan pada ekstrak etil asetat dan metanol. Adanya kandungan flavonoid dalam ekstrak bunga dan daun temulawak diduga akan memberikan efek inhibisi yang cukup besar. Kelompok flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan dengan menangkap radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen pada radikal tersebut [15]. Alkaloid ditemukan pada ekstrak etil asetat dan metanol daun sedangkan pada bunga ditemukan pada ekstrak *n*-heksana. Tanin hanya ditemukan pada ekstrak metanol daun maupun bunga. Steroid ditemukan pada ekstrak *n*-heksana daun dan ekstrak etil asetat daun maupun bunga. Triterpenoid ditemukan pada ekstrak *n*-heksana daun dan bunga temulawak. Sementara, saponin tidak ditemukan baik pada seluruh ekstrak baik bunga maupun daun temulawak.

Tabel 2. Kandungan fitokimia ekstrak daun dan bunga temuwal

Golongan senyawa	Ekstrak daun pelarut			Ekstrak bunga pelarut		
	<i>n</i> -heksana	Etil asetat	Metanol	<i>n</i> -heksana	Etil asetat	Metanol
Flavonoid	+	+	+	-	+	+
Alkaloid	-	+	+	+	-	-
Saponin	-	-	-	-	-	-
Tannin	-	+	+	-	-	+
Steroid	+	-	-	-	+	-
Terpenoid	+	-	-	+	-	-

Keterangan: (+) terdeteksi golongan senyawa (-) tidak terdeteksi

Minyak atsiri pada daun temulawak diisolasi dari daun temulawak segar. Minyak atsiri yang juga dikenal dengan nama minyak eteris atau minyak terbang juga merupakan salah satu metabolit sekunder tumbuhan. Minyak ini mudah menguap pada suhu kamar, berasa getir, dan berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya. Minyak atsiri daun temulawak yang diperoleh menggunakan distilasi air memiliki rendemen sebesar 0.13%. Komponen minyak atsiri daun temulawak ditentukan dengan pemisahan menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS). Hasil pemisahan dan deteksi komponen senyawa minyak atsiri daun temulawak dapat dilihat pada Tabel 2.

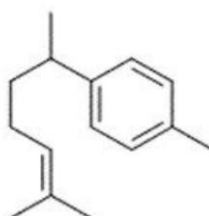
Tabel 2. Senyawa pada minyak atsiri daun temulawak dibandingkan dengan laporan kandungan pada minyak atsiri bunga dan rimpang temulawak

Senyawa	Kadar relatif (%)		
	Daun	Bunga[6]	Rimpang [16]
α -pinena	-	-	-
Kamfena	-	-	1.45
Isoborneol	0.06	0.04	0.67
Kamfor	0.16	0.21	5.61
α -bergamotena	-	-	3.61
Trans-kariofilena	3.08	3.48	1.10
γ -elemena	0.72	-	1.48
β -farnesena	0.34	0.29	3.70
α -longipinena	-	-	2.03
Germakrena d	0.15	-	1.51
α -kurkumena	14.09	15.12	19.43
Diepi- α -sedrena	0.85	-	29.43
Germakrena b	4.35	-	4.42
Furanodiena	-	-	4.03

Senyawa	Kadar relatif (%)		
	Daun	Bunga[6]	Rimpang [16]
β -elemena	3.64	4.60	1.06
Germakrona	2.53	-	3.51
xantorizol	4.35	16.13	7.10

Keterangan: (-) tidak terdeteksi

Hasil identifikasi GC-MS minyak atsiri daun temulawak menunjukkan bahwa senyawa α -kurkumena (Gambar 2) merupakan senyawa dominan dengan kadar 14.09%, sementara pada minyak atsiri daun dan rimpang temulawak kadar senyawa ini sedikit lebih tinggi yaitu berturut-turut 15.12% dan 19.43%. Berbeda dengan kandungan minyak atsiri daun temulawak, kandungan senyawa tertinggi pada minyak rimpang temulawak ialah senyawa diepi- α -sedrena 29.95%. Sementara pada minyak atsiri daun temulawak kandungan senyawa ini hanya sebesar 0.85% dan tidak ditemukan pada minyak bunga temulawak.



Gambar 2. Struktur α -kurkumena

Aktivitas antioksidan ekstrak kasar dan minyak atsiri daun dan bunga temulawak dapat dilihat pada Tabel 3. Terlihat bahwa baik minyak atsiri daun temulawak maupun ekstrak daun dan bunga temulawak tidak dapat menghambat radikal DPPH sebesar 50% hingga konsentrasi tertinggi pada 166.67 μ g/mL. Nilai IC_{50} yang terendah adalah ekstrak kasar etil asetat daun temulawak, yaitu 41.50 ± 7.80 μ g/mL. Nilai IC_{50} yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak kasar etil asetat daun temulawak dapat menangkap radikal bebas DPPH 50% pada konsentrasi 41.50 ± 7.80 μ g/mL, nilai yang diperoleh lebih tinggi dari asam askorbat yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 3.36 ± 0.29 μ g/mL sehingga asam askorbat memiliki inhibisi yang lebih kuat daripada ekstrak kasar etil asetat. Semakin rendah nilai IC_{50} suatu bahan, maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Hal tersebut disebabkan hanya dibutuhkan sejumlah kecil konsentrasi sampel untuk meredam 50% radikal bebas DPPH. Ekstrak kasar lainnya tidak ada yang mencapai inhibisi 50% hingga konsentrasi 166.67 μ g/mL.

Tabel 3. Aktivitas antioksidan minyak atsiri dan ekstrak daun dan bunga temulawak

Jenis minyak atsiri/ekstrak	IC_{50} (ug/mL)
Minyak atsiri daun temulawak	>166.67
Ekstrak n-heksana daun temulawak	>166.67
Ekstrak etil asetat daun temulawak	41.50 ± 7.80
Ekstrak metanol daun temulawak	>166.67
Ekstrak n-heksana bunga temulawak	>166.67
Ekstrak etil asetat bunga temulawak	>166.67
Ekstrak metanol bunga temulawak	>166.67
Asam askorbat (kontrol positif)	3.36 ± 0.29

Dugaan senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak etil asetat daun temulawak dapat ditentukan berdasarkan kandungan metabolik sekunder yang telah ditentukan sebelumnya (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2 ekstrak etil asetat daun temulawak mengandung senyawa golongan flavonoid, alkaloid, dan tannin. Ketiga golongan senyawa ini berpotensi sebagai antioksidan. Flavonoid, alkaloid, dan tannin juga ditemukan pada ekstrak methanol daun temulawak, namun ekstrak ini tidak seaktif ekstrak etil asetat. Hal ini dimungkinkan senyawa aktif antioksidan pada daun temulawak bersifat kurang polar sehingga senyawa yang sama pada ekstrak methanol yang

lebih polar tidak memiliki aktivitas antioksidan yang baik. Untuk memastikan senyawa aktifnya perlu ditentukan pada riset selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Minyak atsiri daun temulawak kurang berpotensi sebagai antioksidan begitu pula ekstrak n-heksana dan methanol bunga dan daun, beserta ekstrak etil asetat bung *C. xanthorrhiza* berdasarkan potensinya dalam menghambat radikal DPPH. Ekstrak yang berpotensi adalah ekstrak etil asetat daun temulawak dengan nilai IC_{50} sebesar $41.50 \pm 7.80 \mu\text{g/mL}$ dan golongan senyawa aktif yang diduga berpotensi adalah dari golongan flavonoid, alkaloid, dan tannin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Studi Biofarmaka Tropika LPPM IPB yang telah memberi dukungan sarana dan prasana terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liu Y, Nair MG. 2012. Curcuma longa and Curcuma mangga leaves exhibit functional food property. Food Chem 135: 634-640.
- [2] Nuratmi B, Adjirni, Paramitha DL. 1996. Penelitian farmakologis sambiloto (*Andrographis paniculata*). Warta Tumbuhan Obat Indonesia 3: 23.
- [3] Sudewo B. 2004. Tanaman Obat Populer Penggempur Aneka Penyakit. Jakarta: Agro Media Pustaka
- [4] Venkatesan P, Unnikrishnan MK, Kumar SM, Rao MNA. 2003. Effect of curcumin analogues on oxidation of haemoglobin and lysis of erythrocytes. Curr Sci 84: 74-78
- [5] Uehara SI, Yasuda I, Takeya K, Itokawa H, 1992. "Terpenoids and curcuminoids of the rhizoma of Curcuma xanthorrhiza ROXB," Yakugaku Zasshi, vol. 112, no. 11, pp. 817-823.
- [6] Batubara I, Julita I, Darusman LK, Muddathir AM, Mitsunaga T. 2015. Flower Bracts of Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza*) for Skin Care: Anti-acne and Whitening Agents. Procedia Chemistry. 14: 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.031>.
- [7] Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. 2001. Antioxidant in Food: Practical Application. New York: CRC Pr.
- [8] Halliwell B, Aeschbach R, Lolinger J, Auroma OI. 1995. Toxicology. J Food Chem 33: 601-617.
- [9] Ozyurt D, Demirata B, Apak R. 2007. Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce (IV) reducing capacity measurement. Talanta 7: 1155-1165.
- [10] Krishnaiah D, Sarbatly R, Nithyanandam R. 2010. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. J Food and Bioproducts Processing, DOI: 10.1016/j.fbp.2010.04.008.

- [11] Koleva I, van Beek T, Linnssen JPH, de Groot A, Evstareieva LN. 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochem Anal* 13: 494-500.
- [12] [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2007. *Official Methods of AOAC International*. Revisi ke-2. Volume ke-1. Maryland: AOAC International
- [13] Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Ed ke-2. Kosasih P, Iwang S, penerjemah; Bandung: ITB. Terjemahan dari: *Phytochemical Methods*.
- [14] Batubara I, Mitsunaga T, Ohasi H. 2009. Screening antiacne potency of Indonesian medicinal plants: antibacterial, lipase inhibition, and antioxidant activities. *J Wood Sci* 55: 230-235.
- [15] Amic D, Amic DD, Beslo D, Trinajstic. 2003. Structure-radical scavenging activity relationship of flavonoids. *Croatia Chem Acta* 76 (1): 55-61.
- [16] Sukrasno, Kartika, Fidrianny I, Elfahmi, Anam K. 2012. Influence of Storage on the Volatile Oil Content of Curcuma Rhizome. *J Med Plant* 6: 274-280