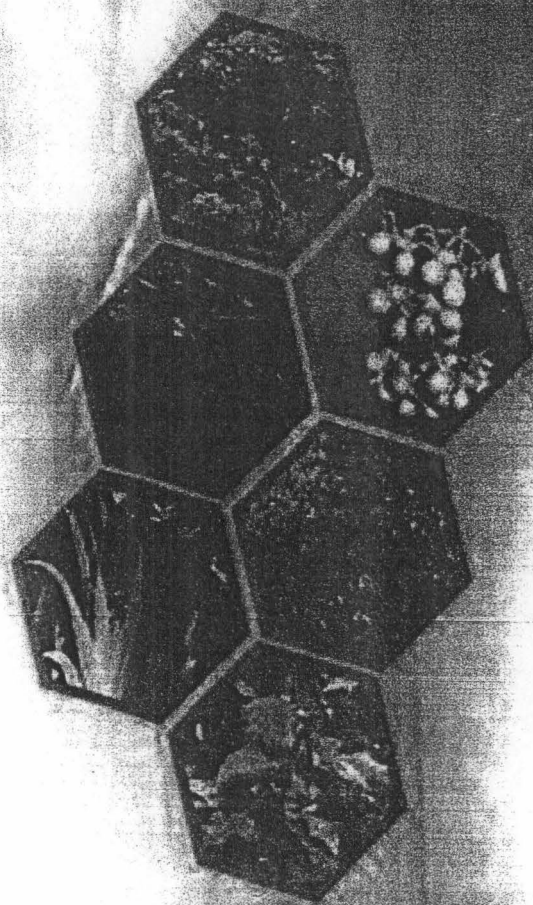




# PROSIDING

Seminar Nasional Aspek Budaya,  
Kebijakan dan Filosofi Sains Jamu

IPB International Convention Center - Bogor, 2 Oktober 2012



ISBN NO. 978-602-17935-0-3

## EFFECTS OF EXTRACTION METHODS ON CURCUMINOIDS CONTENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *CURCUMA LONGA* LINN.

Edy Djauhari Purwakusumah<sup>1,2</sup>, Sadwika Najmi Kautsari<sup>2</sup>, Waras Nurcholis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Biopharmaca Research Center, Bogor Agricultural University, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Biochemistry, Bogor Agricultural University, Indonesia

### ABSTRACT

*Curcuma longa* Linn. is widely used in Indonesia as an important traditional medicine. Curcuminoids are the most important compound of *C. longa* which is responsible for its antioxidant activity. A comparative study of maceration, microwave, and sonication methods using 70% ethanol as a solvent has been assessed for the antioxidant activity and curcuminoids content of the fresh and dried rhizome of *C. longa*. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) assay was used for measuring antioxidant activity and spectrophotometry for curcuminoids contents. The 70% ethanol extracts from sonication method possessed the highest antioxidant activity and curcuminoids content. The IC<sub>50</sub> values of antioxidant activity from 70% ethanol extract of fresh and dried rhizome of *C. longa* were 69.24 to 215.32 and 35.44 to 61.53 µg mL<sup>-1</sup>, respectively. The curcuminoids content from 70% ethanol extract of fresh and dried rhizome of *C. longa* were 1.89 to 2.45 and 7.17 to 17.91 %. A positive correlation between antioxidant activity and the curcuminoids content was found in the three of extraction methods.

**Keywords** : Antioxidant, Curcuminoids, *Curcuma longa* Linn., Extraction

### PENDAHULUAN

Bertambah pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia mendorong terjadinya perubahan pada pola hidup masyarakat yang kurang sehat. Menurut Legards *et al.* (2002), hal tersebut berdampak pada munculnya berbagai penyakit degeneratif yang dapat diatasi melalui penggunaan antioksidan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa beberapa tumbuhan sebenarnya ada yang bermanfaat sebagai antioksidan. Menurut Khlifi *et al.* (2005), antioksidan yang berasal dari tumbuhan dapat mencegah kerusakan oksidatif melalui reduksi dengan radikal bebas, membentuk kelat dengan senyawa logam katalitik, dan menangkap oksigen. Salah satu tumbuhan yang diketahui mengandung antioksidan yaitu kunyit (Ramsewak *et al.* 2011). Tanaman ini memiliki kandungan kurkuminoid hingga 9% (Jayaprakasha *et al.* 2002).

Selama ini kunyit dikenal sebagai rempah-rempah (bumbu masakan), bahan pewarna dan obat tradisional (jamu). Khasiat kunyit lainnya yaitu dimanfaatkan pada pengobatan penyakit kuning, infeksi parasit, bisul, berbagai penyakit kulit, radang sendi, gejala flu, dan menghangatkan tubuh. Kurkuminoid pada kunyit dilaporkan berfungsi sebagai antioksidan, antikanker, antibakteri, *antivenom*, antimutagen, dan antiinflamasi (Jayaprakasha *et al.* 2005, Jayaprakasha *et al.* 2006).

Sebagaimana terjadi pada obat bahan alami lainnya, teknik ekstraksi kurkuminoid yang berasal dari kunyit masih dalam proses pengembangan. Metode yang biasa digunakan yaitu secara maserasi, dengan merendam serbuk simplisia ke dalam pelarut.

Teknik ini hanya menggunakan peralatan sederhana namun waktu ekstraksi yang digunakan cenderung lama dan hasilnya kurang sempurna (Hartmann *et al.* 2000). Sampel yang digunakan pun biasanya harus melalui tahap pengeringan terlebih dahulu sehingga di nilai kurang efisien. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan adanya suatu metode ekstraksi kurkuminoid yang dapat menghasilkan kurkuminoid dengan aktivitas antioksidan tinggi dalam waktu lebih singkat, misalnya tanpa melalui tahap pengeringan dan penggunaan modifikasi teknik maserasi.

Modifikasi teknik maserasi dapat dilakukan melalui sonikasi dan gelombang mikro. Metode sonikasi memanfaatkan gelombang ultrasonik berfrekuensi lebih dari 20kHz yang dapat menghancurkan sel tanaman sehingga mempercepat proses perpindahan mass senyawa bioaktif dari dalam sel ke pelarut (Vinator 2001). Sementara itu, gelombang mikro memanfaatkan frekuensi sebesar 2500 MHz yang menembus larutan secara merata sehingga atom tereksitasi dan menghasilkan panas. Proses tersebut tidak melibatkan konduksi panas seperti pada oven (Wang & Well 2006). Teknik ekstraksi secara sonikasi dan gelombang mikro diketahui dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi serta membutuhkan waktu yang lebih sedikit (Roldan *et al.* 2008; Mandal *et al.* 2007a). Hingga saat ini ekstraksi melalui gelombang mikro serta penggunaan ekstrak segar belum diketahui korelasinya terhadap aktivitas antioksidan ekstrak dan kadar kurkuminoid yang dihasilkan. Penelitian yang telah ada masih terbatas pada hubungan aktivitas antioksidan ekstrak dengan kadar kurkuminoid yang dihasilkan pada ekstraksi suhu ruang.



Penelitian ini bertujuan membandingkan kadar kurkuminoid ekstrak kunyit simplisia dan ekstrak segarnya berdasarkan ekstraksi maserasi konvensional dan modifikasinya secara sonikasi dan gelombang mikro dengan menggunakan pelarut etanol 70%. Penelitian juga bertujuan mengetahui korelasi kandungan kurkuminoid dan aktivitas antioksidan ekstrak-ekstrak tersebut, karena penggunaan gelombang mikro diduga dapat meningkatkan kadar kurkuminoid ekstrak kunyit namun belum diketahui korelasinya terhadap aktivitas antioksidan. Hipotesis penelitian ini adalah modifikasi maserasi dan jenis ekstrak berbeda berpengaruh terhadap kadar kurkuminoid dan aktivitas antioksidannya, yaitu dengan meningkatnya kandungan kurkuminoid yang terekstraksi dan aktivitas antioksidannya yang meningkat pula. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah mengenai teknik yang lebih efisien dalam menghasilkan kurkuminoid dengan aktivitas antioksidan tertinggi melalui pemanfaatan ekstraksi maserasi, sonikasi, ataupun gelombang mikro pada ekstrak kunyit simplisia dan ekstrak kunyit segar. Teknik ekstraksi kurkuminoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi diharapkan dapat menjadi dasar pada proses ekstraksi lainnya baik pada skala laboratorium maupun industri.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu kunyit, etanol p.a, THF (Tetrahidrofuran), metanol p.a, standar kurkuminoid, dan DPPH. Alat-alat yang digunakan yaitu neraca timbang, *Erlenmeyer*, tabung reaksi, corong, kertas saring, gelas piala, dan *microwell*. Selain itu digunakan juga *ultrasonic bath* 42kHz, *microplate reader* EPOCH, spektrofotometer UV-VIS U-2800, *microwave* NN-SM320M.

#### Persiapan Kunyit

Rimpang kunyit berusia 9 bulan yang berasal dari BALITRO dibagi menjadi dua kelompok, yaitu yang akan dijadikan sebagai ekstrak segar dan ekstrak simplisia. Sampel yang akan dijadikan simplisia diiris secara manual dan melalui tahap pengeringan, sedangkan sampel segarnya melalui proses *peblenderan* sebelum diekstraksi.

#### Penetapan Kadar Air (AOAC No 934.01 1998)

Cawan porselin dicuci lalu dikeringkan pada suhu 105°C selama 30 menit. Setelah didinginkan dalam eksikator, cawan ditimbang dan sebuah kunyit segar dimasukkan ke dalamnya. Kunyit dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Penetapan kadar air simplisia dilakukan dengan ditimbangngnya 2 g (dicatat sampai empat desimal dalam gram) bahan ke dalam cawan, serta melalui tahap pengeringan pada suhu 105°C selama 24 jam. Masing-masing sampel dilakukan sebanyak 3 ulangan. Setelah didinginkan dalam eksikator, sampel ditimbang dan diukur kadar airnya. Kadar air kunyit segar adalah 92.12%, sedangkan kadar air simplisia yaitu 5.39%.

$$\text{Kadar air} = \frac{b-(c-a)}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Massa<sub>cawan kosong</sub>  
b = Massa<sub>sampel</sub>  
c = Massa<sub>akhir</sub>

#### Ekstraksi Maserasi (BPOM 2004)

Sampel kunyit dimasukkan dalam maserator dan ditambahkan etanol 70% dengan nisbah pelarut 1:10. Serbuk kunyit yang digunakan yaitu sebanyak 4.5 gram. Massa kunyit segar yang digunakan dihitung berdasar massa padatnya. Kemudian sampel direndam 6 jam sambil sesekali diaduk. Selanjutnya sampel didiamkan selama 24 jam dan dipisahkan maseratnya. Proses tersebut diulang sekali lagi dengan jumlah dan jenis pelarut yang sama. Lalu semua maserat dikumpulkan dan diuapkan dengan penguapan vakum sampai diperoleh ekstrak pekat. Selanjutnya rendemen ditentukan dengan membandingkan bobot ekstrak yang diperoleh setelah dipekatkan terhadap bobot sampel kering yang diekstraksi.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{massa akhir} - \text{massa wadah}}{\text{massa padat}} \times 100\%$$

#### Ekstraksi Sonikasi (Rouhani et al. 2009)

Tahap ekstraksi sonikasi menggunakan jumlah sampel dan pelarut yang sama dengan ekstraksi maserasi. Larutan disonikasi selama 15 menit. Ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan penguapan vakum hingga diperoleh ekstrak pekat dan dihitng rendemennya.





**Ekstraksi Gelombang Mikro (Mandal et al. 2007b)**

Tahap ekstraksi gelombang mikro menggunakan jumlah sampel dan pelarut yang sama dengan ekstraksi maserasi dan sonikasi. Larutan dimasukkan dalam microwave selama 4 menit pada mode temperatur Med-High ( $\pm 65^{\circ}\text{C}$ ). Ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian filtrat yang diperoleh dipisahkan menggunakan penguapan vakum hingga diperoleh ekstrak pekat dan dihitung rendemennya.

**Analisis Kuantitatif Kurkuminoid (ASEAN 1993)**

Standar kurkuminoid 50 ppm diencerkan dengan metanol sehingga didapat konsentrasi 0.625, 1.25, 2.5, 3.75, 5, dan 6.25ppm. Setelah itu, serapan diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 420 nm, untuk membuat kurva standar. Sebanyak 50 mg ekstrak pekat dimasukkan ke dalam labu takar 5 ml, ditambahkan THF sampai tanda tera, dan disimpan selama 24 jam pada suhu kamar dalam keadaan gelap. Setelah 24 jam penyimpanan, larutan disaring dan sebanyak 0.1ml supernatannya dimasukkan ke dalam labu takar 25 ml, kemudian ditera dengan metanol. Selanjutnya larutan dihomogenkan hingga larut sempurna dan diukur serapannya pada panjang gelombang 420 nm.

**Aktivitas Antioksidan DPPH (Aranda et al. 2009).**

Larutan kunyit dibuat stok sebesar 200 ppm dengan pelarut etanol p.a. Konsentrasi sampel yang digunakan yaitu 200 ppm, 100 ppm, 50 ppm, 25 ppm, dan 12.5 ppm. Selanjutnya dimasukkan masing-masing 100  $\mu\text{L}$  sampel dan 100  $\mu\text{L}$  DPPH 125  $\mu\text{M}$  pada tiap well. Aktivitas antioksidan diuji sebanyak 2 ulangan pada masing-masing 3 ulangan sampel ekstrak. Selanjutnya larutan diinkubasi pada temperatur  $37^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Absorbans dibaca pada panjang gelombang 517 nm menggunakan *microplate reader*.

**Analisis Statistik (Mattjik & Sumertajaya 2006)**

Uji statistik yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), sedangkan rancangan percobaan yang digunakan adalah model RAL (Rancangan Acak Lengkap). Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Tukey* terhadap parameter yang memiliki perbedaan nyata. Parameter yang dianalisis antara lain hubungan perlakuan dengan kadar kurkuminoid dan hubungan perlakuan terhadap  $\text{IC}_{50}$ .

Selain itu dilakukan juga uji korelasi antara aktivitas antioksidan dengan kadar kurkuminoidnya. Rancangan percobaan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} ; i = 1,2,3. ; j = 1,2,3.$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i, kelompok ke-j

$\mu$  = rata-rata umum

$\tau_i = (\mu_i - \mu)$  = pengaruh rata-rata ke-i

$\epsilon_{ij}$  = galat percobaan atau komponen acak.

**HASIL & PEMBAHASAN**

**Kadar Kurkuminoid**

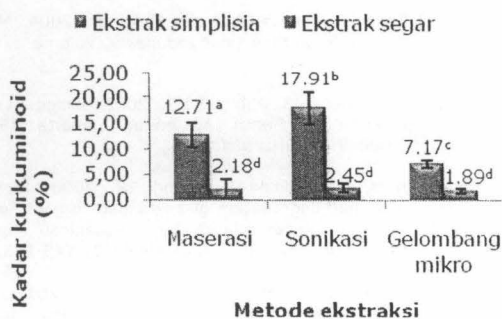
Kadar kurkuminoid ekstrak kunyit ditentukan melalui pembuatan kurva standar yang diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 420 nm. Persamaan garis yang diperoleh yaitu  $y = 0.3897x + 0.0105$ , dengan  $R^2 = 0.9993$ . Berdasarkan penelitian, kadar kurkuminoid tertinggi terjadi pada ekstrak simplisia kunyit yang berkisar antara 7.17-12.71%, sedangkan kadar kurkuminoid ekstrak segar hanya berkisar 1.89-2.45% (Gambar 1). Lebih kecilnya kandungan kurkuminoid pada ekstrak segar disebabkan karena ketidakefektifan diekstraksi, rimpang masih mempunyai kandungan ekstrak yang sangat tinggi (92.12%) sehingga menurunkan konsentrasi pelarut pada saat pemrosesannya dan menyebabkan pelarut menjadi lebih bersifat polar. Akibatnya, senyawa kurkuminoid yang bersifat let nonpolar menjadi lebih sulit terlarut dalam proses ekstraksi kunyit segar dibanding proses ekstraksi kunyit simplisia. Polaritas air lebih tinggi daripada etanol sehingga pelarut pada ekstrak segar lebih polar dibandingkan pelarut ekstrak simplisia, akibatnya teknik ekstraksi segar lebih dapat mengekstrak senyawa polar seperti karbohidrat, mineral, dan vitamin (Campbell et al. 2002; Almatsier 2003). Kunyit memiliki kandungan karbohidrat sebesar 60-70%, serta mineral & vitamin hingga 6% (Suranto 2004). Menurut Rouhani (2001) kadar kurkuminoid ekstrak kunyit menggunakan pelarut etanol 70% adalah lebih tinggi dibanding kadar kurkuminoid menggunakan etanol konsentrasi lainnya.

Hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa kadar kurkuminoid ekstrak simplisia berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Kadar kurkuminoid ekstrak simplisia sonikasi lebih tinggi (17.91%) dibandingkan dengan ekstrak maserasi (12.71%) dan ekstrak gelombang mikro (7.17%). Hal ini disebabkan karena lebih banyak gesekan antar membran akibat fenomena kavitasi gelombang ultrasonik pada pelarut sehingga senyawa metabolit yang berdifusi keluar sel adalah lebih banyak.



Proses sonikasi memiliki frekuensi 25 kHz, yang artinya terdapat 25000 getaran yang terjadi setiap detiknya. Ketika gelombang ultrasonik melewati cairan, akan terjadi tekanan negatif yang melebihi kekuatan lokal pada cairan & menghasilkan kavitasi gelembung mikro dalam cairan. Gelembung ini akan menyerap energi berdasarkan gelombang suara dan terus berlangsung selama proses ekstraksi sehingga terjadi peningkatan tekanan dan suhu yang menyebabkan perpindahan massa dalam bahan tanaman (Rouhani *et al* 2009).

Rendahnya kadar kurkuminoid pada ekstraksi gelombang mikro disebabkan karena tingginya suhu pemanasan gelombang mikro yaitu 65°C sehingga terjadi kerusakan struktur kurkuminoid. Menurut Karthikeyan *et al* 2006), pemeriksaan *Scanning Micrograph Electron* (SME) dari sampel yang diperlakukan pada suhu ruang dan penggunaan panas refluks hanya menyebabkan sedikit pecah pada permukaan sampel, selain itu tidak ada perbedaan struktural antara keduanya. Namun pada ekstraksi melalui gelombang mikro, permukaan sampel ditemukan sangat hancur. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan gelombang mikro dapat mempengaruhi struktur sel akibat peningkatan suhu yang tiba-tiba serta adanya tekanan internal yang membesar. Mekanisme ekstraksi gelombang mikro berdasarkan interaksi analit dengan pelarut melalui pecahnya sel adalah berbeda dengan proses ekstraksi panas refluks yang bergantung pada serangkaian proses solubilisasi untuk mengeluarkan analit dari matriksnya. Selama proses pemecahan sel pada ekstraksi gelombang mikro, terjadi eksudasi cepat dari zat kimia di dalam sel ke dalam pelarut sekitarnya.



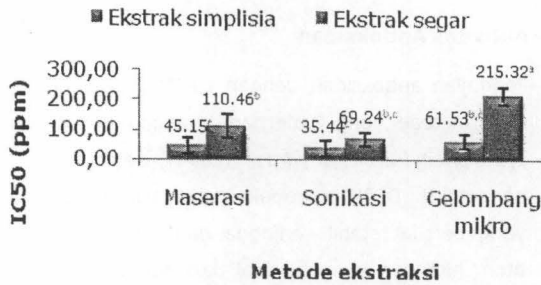
Gambar 1. Diagram kadar kurkuminoid ekstrak kunyit simplisia dan ekstrak kunyit segar ( $p < 0.05$ ).

### Aktivitas Antioksidan

Pengujian antioksidan dengan DPPH merupakan salah satu metode yang sederhana dengan menggunakan *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil* (DPPH) sebagai senyawa pendeteksi. DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang bersifat stabil sehingga dapat bereaksi dengan atom hidrogen yang berasal dari suatu antioksidan membentuk DPPH tereduksi (Moynaux 2004). Pengujian antioksidan dengan DPPH melalui *microplate reader* dengan panjang gelombang 517nm menghasilkan nilai absorbans yang diolah untuk menghasilkan persentase penghambatan (% inhibisi) serta ditampilkan dalam bentuk kurva. Selanjutnya berdasarkan persamaan kurva tersebut dapat diketahui nilai  $IC_{50}$  (*Inhibitor Concentration*) suatu sampel.  $IC_{50}$  menyatakan seberapa besar konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk mereduksi radikal bebas (DPPH) sebanyak 50%. Penghambatan radikal bebas ditandai dengan memudarnya warna larutan DPPH dari ungu menjadi kuning karena terjadi oksidasi senyawa dalam ekstrak tanaman (Molyneux 2004).

Berdasarkan penelitian, aktivitas antioksidan ekstrak simplisia pada seluruh perlakuan adalah lebih besar daripada ekstrak segarnya, yang diindikasikan dengan rendahnya nilai  $IC_{50}$  ekstrak. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  maka aktivitas antioksidan suatu zat akan semakin baik. Seperti halnya kadar kurkuminoid, aktivitas antioksidan tertinggi adalah pada ekstrak simplisia sonikasi dengan nilai  $IC_{50}$  35.44 ppm.  $IC_{50}$  ekstrak simplisia maserasi yaitu 45.15 ppm, sedangkan  $IC_{50}$  ekstrak simplisia gelombang mikro yaitu 61.53 ppm (Gambar 2). Walaupun demikian tidak terdapat perbedaan nyata pada aktivitas antioksidan ekstrak simplisia kunyit. Perbedaan nyata terdapat pada  $IC_{50}$  ekstrak segar gelombang mikro (215.32ppm) dengan ekstrak segar maserasi (110.46ppm) dan sonikasinya (69.24ppm). Selain itu terdapat pula perbedaan nyata antara ekstrak simplisia maserasi (45.15ppm) dan ekstrak segarnya (110.46ppm), serta pada ekstrak simplisia gelombang mikro (61.525ppm) dengan ekstrak segarnya (215.32ppm). Hal tersebut disebabkan karena kadar air rimpang kunyit segar yang masih tinggi sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi etanol 70% pada saat proses ekstraksi kunyit segar. Selain itu, tingginya suhu pemanasan gelombang mikro ( $\pm 65^{\circ}C$ ) menyebabkan kerusakan struktur kurkuminoid yang mengandung gugus fenol sehingga kandungan antioksidan ekstrak kunyit menjadi lebih rendah.





Gambar 2. Diagram IC<sub>50</sub> ekstrak ekstrak kunyit simplisia dan ekstrak kunyit segar ( $p < 0.05$ ).

Berdasarkan nilai aktivitas antioksidan, kadar kurkuminoid ekstrak bersifat positif terhadap aktivitas antioksidannya. Dengan kata lain, semakin tinggi kadar kurkuminoid suatu ekstrak, maka aktivitas antioksidannya semakin tinggi pula. Penggunaan gelombang mikro tidak membuat kadar kurkuminoid ekstrak menjadi lebih besar dan aktivitas antioksidannya menurun, namun membuat kedua variabel tersebut menjadi rendah karena rusaknya struktur kurkuminoid.

Kurkuminoid mengandung gugus hidroksibenzaldehida yang merupakan senyawa turunan fenol. Menurut Miquel *et al.* (2002) antioksidan diketahui banyak terdapat pada bahan alam yang memiliki gugus fenolik. Aktivitas antioksidan akan meningkat ketika gugus hidroksil pada fenoliknya memiliki posisi orto dengan metoksinya (Jayaprakasha *et al.* 2005). Gugus metoksi dan fenol pada kurkuminoid berperan dalam melepaskan hidrogen sehingga dapat menangkal radikal bebas dan bersifat sebagai antioksidan. Namun penelitian lebih lanjut melalui kalkulasi DFT (*Density Functional Theory*) menunjukkan bahwa hidrogen pada -OH lebih labil dibanding hidrogen pada -CH<sub>2</sub> dalam kurkumin sehingga gugus fenol memiliki peran yang paling penting dalam aktivitas antioksidan (Priyadarsini *et al.* 2003). DFT merupakan salah satu pendekatan yang telah banyak digunakan dalam penentuan sifat molekul (Ulrich 2012). Gugus fenol -OH akan bereaksi dengan radikal hidroksi dan radikal peroksi, selanjutnya kedua radikal tersebut akan mencabut atom hidrogen fenolik sehingga menghasilkan radikal fenoksi yang lebih stabil dan tidak membahayakan bagi manusia (Hart 2011). Proses ekstraksi maserasi dan sonikasi dilakukan pada suhu ruang sehingga tidak menyebabkan kerusakan zat aktif kunyit yang berperan sebagai antioksidan.

Suatu zat mempunyai sifat antioksidan bila nilai IC<sub>50</sub> kurang dari 200 ppm (Molyneux 2004). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi selain pada perlakuan ekstrak segar gelombang mikro. Beberapa keuntungan metode DPPH adalah mudah digunakan, cepat, cukup teliti (Prakash *et al.* 2001), dan baik digunakan dalam pelarut organik, khususnya alkohol (Apak *et al.* 2007). Metode ini juga sensitif untuk menguji aktivitas antioksidan dalam ekstrak tanaman (Pourmorad *et al.* 2006).

## SIMPULAN

Ekstrak simplisia sonikasi merupakan ekstrak memiliki kadar kurkuminoid dan aktivitas antioksidan terbesar dengan kadar 17,91%. dan nilai IC<sub>50</sub> 35,438ppm. Nilai aktivitas antioksidan semua sampel berkorelasi positif terhadap kadar kurkuminoidnya. Aktivitas antioksidan berbeda nyata pada ekstrak segarnya, sedangkan kadar kurkuminoid berbeda nyata pada ekstrak simplisiannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1998. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Ed ke-16 Volume ke-6. Maryland: AOAC International.
- Apak R *et al.* 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assay applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*: 12:1496-1547.
- Aranda RS, Lopez LAP, Arroyo JL, Garza BAA, Torres NW. 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Plants from Northeast of Mexico. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine* 2011.
- [ASEAN] Association of South East Asian Nation. 1993. *Standard of ASEAN Herbal Medicine Volume ke-1* Jakarta: Aksara Buana Printing.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2004. *Monogra Ekstrak Tumbuhan Obat Indonesia*. Volume 1. Jakarta BPOM RI.
- Campbell A, Reece JB, Mitchell LG. 2002. Biologi. Lestari I penerjemah; Safitri A, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Biology*.
- Hartmann H, Angelidaki I, Ahring BK. 2000. Increase in anaerobic degradation of particulate organic matter in full-scale biogas plants by mechanical maceration. *Water Sciences and Technology* 41(3):145-153.
- Hart H, Hart DJ, Craine LE, Hadad CM. 2012. *Organic Chemistry: A Short Course, 13th edition*. Belmont Cengage Learning.



## Seminar Nasional Aspek Budaya, Kebijakan dan Filosofi Sains Jamu

- Jayaprakasha GK, Rao LJM, Sakariah KK. 2002. Improved HPLC methode for the determination of curcumin, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin. *J. Agric. Food Chem* 50(13):3668-3672.
- Jayaprakasha GK, Rao LJM, Sakariah KK. 2005. Chemistry and biological activities of *Curcuma longa*. *Trends in Food and Science Technology* 16(12): 533-548.
- Jayaprakasha GK, Rao LJM, Sakariah KK. 2006. Antioxidant activities of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. *Food Chemistry* 98:720-724.
- Karthikeyan R, Balasubramanian, See SW. 2006. Optimization and validation of a low temperature microwave assisted extraction method for analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in airborne particulate matter. *Talanta* 69: 79- 86.
- Khlifi S, Hachimi Y, Khalil A, Essafi N, Abboyi A. 2005. In vitro antioxidant effect of *Globularia alypum* L. hydromethanolic extract, *Indian Journal of Pharmacology* 37:227-231.
- Legards *et al.* 2002. Assessment of lifestyle effects on the overall antioxidant capacity of healthy subjects. *Environmental Health Perspectives*. 110(5):479-486.
- Mandal V, Yogesh M, Hemalatha. 2007a. Microwave assisted extraction—an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy Rev* 1:7-18.
- Mandal V, Mohan-Y, Hemalatha S. 2007b. Microwave assisted extraction of curcumin by sample-solvent dual heating mechanism using Taguchi L<sub>9</sub> orthogonal design. *Elsevier* 46(2): 322-327.
- Mattjik A, Sumertajaya I. 2006. *Rancangan Percobaan*. Bogor: IPB Pr.
- Miquel J, Bernd A, Sempere JM, Alperi D, Ramiraz A. 2002. The curcuma antioxidants: pharmacological effects and prospects future clinical use : A review. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 34:37-46.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radicals diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakar J. Sci. Technol* 26(2):211-219.
- Pourmorad F, Hosseinimehr SJ, Shahabimajd N. 2006. Antioxidant activity, phenol, and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *Afr J Biotechnol* 5:1142-1145.
- Prakash A, Rigelhof F, Miller E. 2001. Antioxidant activity. *Analytical progress* 19:2-6.
- Priyadarsini KI, Maity DK, Naik GH, Kumar MS, Unnikrishnan MK. 2003. Role of phenolic O-H and methylene hydrogen on the free radical reactions and antioxidant activity of curcumin. *Free Radical Biology and Medicine* 35:475-484.
- Ramsewak RS, Dewitt DL, Nair MG. 2011. Cytotoxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of Curcumins from *Curcuma longa*. *Phytomedicine* 7(4):303-308.
- Roldan GJM, Ruiz JJ, Luque DC. 2008. Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction. *Talanta* 75:1369-1375.
- Rouhani S, Alizadeh N, Salimi Sh, Ghasemi TH. 2009. Ultrasonic assisted extraction of natural pigments from rhizomes of *Curcuma Longa* L. *J.Prog. Color, Colorants, Coatings* 9
- Suranto A. 2004. *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Ullrich CA. 2012. *Time-Dependent Density-Functional Theory, Concepts and Applications*. New York: Oxford Pr.
- Vinatoru M. 2001. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics Sonochemistry* 8:303-313.
- Wang L, Weller CL. 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends Food Sciences Technology* 17: 300-312.

jumlah pustaka 30 = 100%  
 - " - yg > 10 tahun 5 = 1,7%  
 yg ≤ 10 tahun 25 = 98,3%





ISBN 978-602-17935-0-3



## **PUSAT STUDI BIOFARMAKA**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Kampus IPB Taman Kencana, Jl. Taman Kencana No. 3  
Bogor 16128 Jawa Barat**

**Telp 0251-8373561 Faks 0251-8347525**

**Email: [bfarmaka@gmail.com](mailto:bfarmaka@gmail.com)**

**Web: <http://biofarmaka.ipb.ac.id>**

