

Kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) pada berbagai teknik pengeringan dan proporsi pelarutan

Curcuminoid content, total phenol and antioxidant activity of curcuma (*Curcuma xanthorrhiza*) extract in various drying technique and proportion of dissolution

PRIMA RISK A OKTAVIANA, KAWIJI, WINDI ATMAKA

Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36a Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 2 Juli 2015. Revisi disetujui: 15 Agustus 2015.

Abstract. Oktaviana P, Kawiji, W Atmaka. 2015. Curcuminoid content, total phenol and antioxidant activity of curcuma (*Curcuma xanthorrhiza*) extract in various drying technique and proportion of dissolution. *Biofarmasi* 13: 41-49. Curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) is one of the traditional medicine is widely spread in Indonesia and has largely grown by the community. Usefulness of curcuma mainly because of the content of the active compounds such as curcuminoid, phenolic compounds, and antioxidants. Traditional processing such as drying with the sunlight and the proportion of water solubility can lead to decreased efficacy of herbal medicine. This study aims to determine the effect of drying techniques, the color of the fabric cover and the proportion of dissolution on serum antioxidant activity of curcuminoids and curcuma extract. This research using Complete Random Program with two factors: variety of drying techniques (*solar dryer* and direct sunlight) and the color of the fabric cover (without lid, black cloth, and white cloth). The treatments were as follows: SMK (sun without fabric cover), SMP (Sunlight white cloth), SMH (Sunlight black cloth), SDK (*solar dryer* without fabric cover), SDP (*Solar dryer* white cloth), SDH (*Solar dryer* black cloth). The study consisted of two phases; the first phase carried out to extract with the treatment of curcuma drying techniques and the best cover fabric color; the second phase conducted to determine the effect of dissolution proportions (1:10, 1:12, 1:14) on the best sample. The result showed that the drying treatment using *solar dryer* and use fabric coverings obtain curcuminoid content, antioxidant activity, and total phenols are highest. But the differences did not affect the color of the fabric of active component in curcuma spices. While the ratio of the higher proportion of dissolution which showed levels of antioxidant activity and curcuminoid are lower. However, dissolution does not influence the proportion of total phenols in extracts of curcuma.

Keywords: Curcuma extract, drying, dissolution, curcuminoid, antioxidant activity, total phenol

PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) merupakan salah satu bahan baku obat tradisional yang banyak tersebar di Indonesia dan telah banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Berdasarkan informasi dari Badan Pusat Statistik Indonesia wilayah pengembangan temulawak di Indonesia meliputi 13 propinsi yang ada di Pulau Sumatera bagian Utara, Jawa, Bali, Kalimantan, dan Sulawesi Selatan. Rata-rata laju penambahan areal panen temulawak nasional pada tahun 2002 sampai 2006 adalah 34,86% /tahun, dan pada tahun 2006 luas panen mencapai 1.548 ha dengan rata-rata produksi adalah 17,3 ton/ha (BPS 2007). Rata-rata produksi rimpang temulawak yang demikian besar tentu tidak terlepas dari pemanfaatan akan rimpang temulawak yang terus meningkat untuk berbagai keperluan, terutama untuk jamu atau minuman segar.

Rimpang temulawak digunakan dalam pembuatan jamu secara tradisional di Indonesia karena temulawak dipercaya mempunyai manfaat yang sangat besar antara lain meningkatkan nafsu makan, anti kolesterol, anti inflamasi, anemia, antioksidan, pencegah kanker, dan anti mikroba.

Rimpang ini terdiri dari tiga fraksi yaitu fraksi pati, kurkuminoid, dan minyak atsiri.

Fraksi pati merupakan kandungan yang terbesar pada rimpang temulawak (Pati 48,18-59,64%). Makin tinggi tempat tumbuh maka kadar pati semakin tinggi. Pati rimpang temulawak terdiri dari abu, protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, kalium, natrium, kalsium magnesium, besi, mangan, dan kadmium (Sidik et al. 1985) Fraksi kurkuminoid (1,60-2,20%) yang terdapat pada rimpang, kurkuminoid terdiri atas senyawa berwarna kuning kurkumin dan turunannya (Kunia 2006) dan minyak atsiri (6,00-10,00%) yaitu isofuranogermakren, trisiklin, allo-aromadendren, germakren, xanthorizol (Dalimartha 2000).

Dari hasil penelitian dalam dunia kedokteran modern, diketahui bahwa khasiat temulawak terutama disebabkan oleh dua kelompok kandungan kimia utamanya, yaitu senyawa berwarna kuning golongan kurkuminoid dan minyak atsiri. Kurkuminoid rimpang temulawak terdiri atas dua jenis senyawa, yaitu: kurkumin dan desmetoksikurkumin yang berkhasiat menetralkan racun, menghilangkan rasa nyeri sendi, meningkatkan sekresi

empedu, menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida darah, antibakteri, serta dapat mencegah terjadinya pelemakan dalam sel-sel hati dan sebagai antioksidan pengangkal senyawa-senyawa radikal yang berbahaya. Pada tahun 2006 dibuktikan bahwa kurkuminoid secara klinis berkhasiat mencegah penyakit jantung koroner dan meningkatkan daya tahan tubuh dan mencegah penggumpalan darah (Sidik 2006). Kurkumin juga sebagai *acnevulgaris*, anti inflamasi (anti radang), antioksidan, anti hepatotoksik (anti keracunan empedu). Kandungan kurkumin dan monodesmetoksi kurkumin yang bersifat antitumor (Kunia 2006).

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, masyarakat seringkali mengkonsumsi temulawak sebagai jamu atau obat. Meskipun telah lama digunakan sebagai bahan baku obat alami, masih banyak dijumpai pengolahan tradisional obat alami di Indonesia yang hanya melakukan ekstraksi tanpa mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi proses. Sehingga selama proses pengolahan temulawak kemungkinan mengalami penurunan aktivitas antioksidan dan kandungan kurkuminoidnya sangatlah besar. Proses pembuatan ekstrak temulawak yang panjang, mulai dari pemanenan sampai menjadi ekstrak yang pekat sangat memungkinkan terjadinya degradasi kurkuminoid. Stabilitas kurkuminoid terbatas dan mudah mengalami kerusakan dengan adanya cahaya, panas, oksigen, dan peroksidase (Bueser dan Yang 1990; Price dan Buescher 1996). Pengolahan tradisional yang kurang benar seperti pengeringan dengan sinar matahari dan proporsi pelarutan dengan air yang kurang tepat menyebabkan khasiat jamu tersebut menjadi turun.

Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengetahui pengaruh teknik pengeringan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak temulawak. Mengetahui pengaruh warna kain penutup pada proses pengeringan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak temulawak. Mengetahui pengaruh proporsi pelarutan (perbandingan bahan dengan pelarut dalam ekstraksi) terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak temulawak.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Pangan dan Gizi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta, dan Institut Obat dan Bahan Alam Jawa Tengah. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam jangka waktu 4 bulan.

Bahan dan alat

Bahan utama dalam penelitian ini berupa rimpang temulawak yang kemudian dislicer dengan ukuran 3 mm dan dikeringkan pada sinar matahari langsung dan *solar dryer* dengan perlakuan kontrol, ditutup kain putih dan hitam. Untuk tahap ekstraksi temulawak digunakan pelarut air. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis

antara lain: Analisis kadar kurkuminoid: kurkumin standar, etanol 96% p.a; Analisis Antioksidan: DPPH (Diphenyl picrylhydrazyl) 0,04 mM, methanol p.a; Analisis Total Fenol: Na_2CO_3 alkali, Folin Ciocalteu, fenol murni. Analisis Kadar air: toluene.

Alat yang digunakan dalam proses pengeringan temulawak adalah 3 buah tampah untuk pengeringan matahari langsung, 1 buah *solar dryer* dan kain hitam dan putih (masing-masing 2 buah) untuk 3 perlakuan yaitu kontrol (tanpa ditutup kain), ditutup kain hitam dan putih untuk masing-masing metode pengeringan. Alat yang digunakan untuk proses pembubukan temulawak adalah mesin giling/mesin penepungan dengan saringan kecil dan mesin pengayak dengan ukuran 80 mesh. Alat yang digunakan untuk ekstraksi temulawak adalah beaker glass, pengaduk dan kertas saring. Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisis antara lain: Analisis kadar kurkuminoid: spektrofotometer UV-Vis, beaker glass, pipet volume, gelas ukur, vortex, tabung reaksi, labu takar 10 ml. Analisis Antioksidan: spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, pipet volume, vortex, labu takar 10 ml. Analisis Total Fenol: labu takar 100 ml, gelas ukur, shaker (vortex), tabung reaksi, spektrofotometer, pengaduk. Analisis Kadar air: pipet volume, labu destilasi, pipet, alat destilasi.

Tahapan penelitian

Proses pengolahan menjadi ekstrak, rimpang temulawak harus melewati proses pengeringan dan ekstraksi terlebih dahulu. Proses pengeringan yang kurang tepat pada rimpang temulawak dapat menyebabkan kandungan kurkuminoid dan antioksidan banyak yang hilang, sehingga perlu dilakukan beberapa teknik pengeringan pada rimpang temulawak agar kandungan kurkuminoid dan antioksidan tidak terlalu banyak yang rusak. Demikian pula pada proses ekstraksi, penentuan proporsi pelarut air dan bahan yang tepat juga dapat mempertahankan mutu bahan aktif ekstrak temulawak.

Pada penelitian ini, proses pengeringan dilakukan dengan 2 cara yaitu pengeringan matahari dan *solar dryer* dengan perlakuan tidak ditutup kain, ditutup kain hitam dan ditutup kain putih untuk masing-masing pengeringan. Sedangkan untuk ekstraksi dilakukan tiga variasi yaitu 1:10, 1:12, 1:14 (b/v). Diharapkan dengan penelitian ini dapat ditentukan proses pengeringan yang paling efisien terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan pada ekstrak temulawak.

Penyiapan bahan dan perajangan

Rimpang temulawak yang digunakan berasal dari nogosari, boyolali dengan umur rata-rata 10 – 12 bulan. Kemudian rimpang tersebut dicuci sampai bersih dan dilakukan proses perajangan dengan menggunakan *slicer* manual. Proses perajangan dalam hal ini dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan. Ketebalan rimpang temulawak mengacu pada Rahardjo dan Rostiana (2005) sekitar 3 mm yang kemudian selanjutnya ditimbang 800 gr untuk masing-masing sampel perlakuan yang berupa kontrol, ditutup kain hitam dan putih pada masing-masing proses pengeringan yaitu pengeringan dengan sinar matahari langsung maupun *solar dryer*.



Gambar 1. Pengeringan Sinar Matahari Langsung (kiri) dan Solar dryer (kanan)

Tabel 1. Macam metode analisis

Macam analisis	Metode
Kadar air	Thermovolumetri (Sudarmadji et al. 1997).
Kadar kurkuminoid	Spektrofotometer UV Visible (Zahro et al. 2009)
Kadar total fenol	Folin-Ciocalteu (Suradi 1998)
Aktivitas antioksidan	DPPH (Subagio dan Morita 2001)

Tabel 2. Rancangan Acak Lengkap

Tarf perlakuan	Perlakuan	
	SM	SD
K	SMK	SDK
P	SMP	SDP
H	SMH	SDH

Keterangan: SM = Sinar Matahari langsung, SD = Solar dryer, K= tanpa ditutup kain/control, P = ditutup kain putih, H = ditutup kain hitam

Pengeringan

Pada proses pengeringan rimpang temulawak dilakukan dengan 2 cara yaitu pengeringan langsung dan *solar dryer*, yang ditunjukkan pada Gambar 1. Setiap pengeringan dilakukan dengan perlakuan tanpa ditutup kain, ditutup kain putih dan ditutup kain hitam.

Proses pengeringan tersebut dihentikan hingga kadar air rimpang temulawak mencapai maksimal 12% (rim pang kering dapat dipatahkan) yang mengacu pada standar simplisia kering ekspor tahun 2009 (Menegristek 2009). Pengujian kadar air dilakukan dengan pengambilan sampel secara acak dengan menggunakan metode thermovolumetri (penentuan kadar air dengan cara destilasi) yang mengacu pada (Sudarmadji et al. 1997).

Penepungan

Proses penepungan pada rimpang temulawak menggunakan mesin penepung dengan saringan berukuran kecil. Yang kemudian dilakukan pengayakan dengan ukuran ayakan 80 mesh.

Ekstraksi

Ekstraksi rimpang temulawak dilakukan dengan menggunakan metode meserasi yang berupa pelarutan bahan dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelarut air dengan suhu 55°C yang biasa digunakan pada minuman segar maupun jamu. Untuk perbandingan bahan dengan pelarut menggunakan perbandingan 1: 10, 1: 12, 1: 14 (b/v) yang mengacu pada penelitian pendahuluan.

Penyaringan

Setelah proses ekstraksi dilakukan proses penyaringan. Penyaringan dilakukan untuk memisahkan antara ampas (endapan) dengan larutan. Pada proses penyaringan campuran bahan dengan pelarut menggunakan kertas saring.

Rancangan penelitian

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktorial pada tahap pertama yaitu variasi teknik pengeringan (*solar dryer* dan sinar matahari langsung) dan warna kain penutup (tanpa penutup, kain hitam dan kain putih) dengan ulangan sebanyak tiga kali tiap disampelnya. Berikut ini merupakan tabel rancangan percobaan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu variasi teknik pengeringan dan warna kain penutup.

Uji karakteristik bahan aktif ekstrak

Macam-macam metode yang digunakan untuk menganalisis kandungan kimia bahan ditunjukkan pada Tabel 1.

Rancangan penelitian

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktorial pada tahap pertama yaitu variasi teknik pengeringan (*solar dryer* dan sinar matahari langsung) dan warna kain penutup (tanpa penutup, kain hitam dan kain putih) dengan ulangan sebanyak tiga kali tiap disampelnya. Tabel 2 merupakan rancangan percobaan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu variasi teknik pengeringan dan warna kain penutup.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap yang pertama dilakukan untuk mengetahui hasil yang terbaik terhadap pengaruh pengeringan dan tahap kedua dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstraksi (1:10, 1:12, 1:14) pada tiga sampel yang terpilih. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA, dan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan pada tahap pertama kemudian dilanjutkan dengan DMRT pada tingkat $\alpha = 0,05$. Sedangkan pada tahap kedua dilakukan analisis menggunakan *One Way ANOVA*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu jenis tanaman obat yang potensial untuk dikembangkan adalah temulawak. Pada tanaman temulawak yang harus diperhatikan adalah penanganan dan pengelolaan pasca panen, karena sangat berpengaruh pada senyawa berkhasiat obat. Tanpa adanya usaha perbaikan

penanganan akan menyebabkan tidak terjaminnya kualitas produk temulawak. Menurut Bombardelli (1991), peningkatan penggunaan temulawak dalam industri obat-obatan memerlukan teknik pengolahan yang baik sehingga mutunya dapat meningkat. Mutu ekstrak dipengaruhi oleh teknik ekstraksi, kehalusan bahan, jenis pelarut, lama ekstraksi, konsentrasi pelarut, nisbah bahan dengan pelarut, proses penguapan pelarut, pemurnian dan pengeringan. Bahan aktif yang diuji dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar kurkuminoid, aktivitas antioksidan dan total fenol.

Analisis kadar air simplisia bubuk temulawak

Untuk memanfaatkan bubuk temulawak menjadi berbagai produk obat-obatan dan agar didapatkan hasil yang baik, maka perlu mengetahui dan mempertimbangkan kondisi serta komponen-komponen yang terdapat dalam simplisia bubuk temulawak yang akan digunakan sebagai bahan baku sebelum diolah lebih lanjut. Salah satu parameter utama untuk menentukan kualitas simplisia temulawak adalah kadar airnya. Proses pengeringan harus dihentikan hingga kadar air rimpang temulawak mencapai maksimal 12% (rimpang kering dapat dipatahkan) yang mengacu pada standar simplisia kering ekspor tahun 2009 (Menegristek 2009). Pada penelitian ini, kadar air simplisia bubuk temulawak ditentukan dengan menggunakan metode thermovolumetri dan pengambilan secara acak pada masing-masing sampel. Hasil analisis kadar air pada simplisia temulawak ditunjukkan pada Tabel 3

Hasil analisis kadar air bubuk temulawak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 11,4265%. Dalam penelitian ini digunakan temulawak yang telah dikeringkan dengan sinar matahari maupun *solar dryer* kemudian dibuat bubuk, sehingga air yang terkandung didalam temulawak sebelum dilakukan pengujian sudah banyak yang teruapkan. Penghentian proses pengeringan mengacu pada Cahyano (2007 yang mengatakan bahwa pada umumnya indikator yang digunakan oleh para petani dalam memperoleh gambaran mengenai kadar air simplisia adalah jika simplisia tersebut dapat dipatahkan. Umumnya kadar air simplisia yang dapat dipatahkan kira-kira antara 10 – 12%. Ketepatan pengukuran indikator simplisia dapat dipatahkan akan mempengaruhi kadar air dan kualitas simplisia bubuk temulawak.

Dalam penelitian ini tahap pertama dikaji lebih mendalam mengenai kemungkinan pengaruh pengeringan (sinar matahari dan *solar dryer*), warna kain penutup dan proporsi pelarutan terhadap senyawa aktif pada ekstrak temulawak, yaitu: kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan. Sedangkan pada tahap yang kedua dilakukan pengujian pengaruh proporsi pelarutan terhadap tiga sampel terbaik dari pengujian tahap yang pertama.

Pengaruh teknik pengeringan dan kain penutup

Kadar kurkuminoid

Kurkuminoid rimpang temulawak adalah suatu zat yang terdiri dari campuran komponen senyawa yang bernama kurkumin, desmetoksikurkumin dan bisdesmetoksikurkumin dan mempunyai warna kuning atau kuning jingga. Menurut Bueser dan Yang (1990), stabilitas

kurkuminoid terbatas dan mudah mengalami kerusakan dengan adanya cahaya, panas, oksigen, dan peroksidase. Oleh karena itu penggunaan teknik pengeringan dan kain penutup yang tepat diduga dapat mempertahankan kadar kurkuminoid tiap bobot keringnya.

Teknik pengeringan. Pada pengeringan temulawak, panas yang diterima atau suhu pada teknik pengeringan yang berbeda akan menghasilkan kadar yang berbeda pula. Dari hasil penelitian diperoleh kadar kurkuminoid ekstrak simplisia bubuk temulawak yang berbeda pada teknik pengeringan yang juga berbeda yaitu sinar matahari langsung dan *solar dryer*. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.

Hasil kadar kurkuminoid menggunakan pengeringan sinar matahari langsung dan dengan menggunakan *solar dryer* ternyata menunjukan hasil yang berbeda nyata. Kadar yang diperoleh dengan pengeringan menggunakan sinar matahari langsung adalah 0,342% dan pengeringan dengan menggunakan *solar dryer* adalah 0,422%. Hasil yang diperoleh menunjukan bahwa kadar kurkuminoid pada pengeringan dengan sinar matahari langsung lebih kecil daripada kadar kurkuminoid pada simplisia temulawak yang dikeringkan dengan *solar dryer*. Hal ini menunjukan dimana pengeringan menggunakan *solar dryer* lebih dapat mempertahankan kandungan kurkuminoid dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari langsung.

Penggunaan sinar matahari secara langsung dengan suhu yang berkisar antara 28-45°C memungkinkan terjadinya degradasi kurkuminoid. Hal tersebut yang menyebabkan rendahnya kadar kurkuminoid. Menurut Tonnesen dan Karlsen (1985), kurkuminoid terdiri dari kurkumin, demethoksikurkumin dan kurkumin merupakan senyawa yang peka terhadap lingkungan. Kurkumin dapat mengalami degradasi karena pengaruh pH, suhu, cahaya serta radikal-radikal. Green (1988), menyatakan bahwa kurkumin, dan desmetoksi kurkumin sangat terpengaruh oleh pemanasan. Namun meskipun demikian menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Pudjihartati (1999), pada kurkuminoid standar, peningkatan suhu tidak menurunkan kadar kurkuminoid. Hal ini menunjukkan kurkuminoid murni (97%) relatif stabil selama terjadinya peningkatan suhu.

Pengeringan dengan alat *solar dryer* cenderung lebih dapat mempertahankan kadar kurkuminoid karena meskipun *solar dryer* juga mengambil panas dari sinar matahari, suhu pada alat ini hanya berkisar antara 28-35°C. Hal ini disebabkan karena pada alat ini sinar matahari tidak langsung mengenai simplisia sehingga suhu yang terkena bahan dapat lebih rendah daripada pengeringan dengan sinar matahari langsung. Suhu yang lebih rendah ini menyebabkan kadar kurkuminoid lebih dapat dipertahankan meskipun untuk mencapai kadar air dibawah 12% relatif membutuhkan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan pengeringan dengan sinar matahari langsung.

Penggunaan kain penutup. Dari hasil penelitian Zahro (2009) pengeringan sinar matahari langsung dapat menyebabkan terjadinya degradasi kurkuminoid akibat pengaruh sinar ultraviolet langsung yang ditandai dengan pucatnya warna pada temulawak. Selain itu menurut

Praasad et al. (2006), simplisia hasil pengeringan matahari baik dari pagi sampai siang maupun dari pagi sampai sore mempunyai warna yang lebih gelap yaitu berwarna jingga kecoklatan.

Penggunaan kain penutup diduga dapat mempertahankan kadar kurkuminoid dibandingkan tanpa ditutup kain baik untuk pengeringan sinar matahari langsung maupun *solar dryer*. Untuk hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5. Pada Tabel 5, kadar kurkuminoid paling rendah ditunjukkan pada temulawak yang tidak ditutup oleh kain yaitu 0,355% dan berbeda nyata pada perlakuan dengan menggunakan penutup kain putih maupun hitam. Kadar kurkuminoid pada perlakuan yang ditutup kain hitam adalah 0,392% sedangkan kadar kurkuminoid pada temulawak yang dikeringkan dengan menggunakan penutup kain putih adalah sebesar 0,396%. Secara statistik kadar kurkuminoid antara kain putih dan hitam tidak berbeda nyata. Sehingga dapat disimpulkan bahwa warna kain tidak berpengaruh terhadap kadar kurkuminoid ekstrak simplisia bubuk temulawak. Namun meskipun warna kain tidak berpengaruh pada kadar kurkuminoid, akan tetapi penggunaan kain penutup berpengaruh pada kadar kurkuminoid karena temulawak yang dikeringkan tanpa ditutup kain akan terjadi degradasi senyawa kurkuminoid oleh cahaya.

Hal tersebut tidak terlepas dari sifat kurkuminoid yang sensitif terhadap cahaya dan akan mengalami dekomposisi jika terkena cahaya. Produk degradasinya adalah asam ferulat, feruloilaldehid, dihidroksinaftalen, vinilguaikol, vanillin dan asam vanilat (Price dan Buescher 1996). Bila kurkumin terkena cahaya akan terjadi dekomposisi struktur berupa siklisasi kurkumin atau degradasi struktur yang dipercepat oleh pengaruh UV (Tonnesen dan Kalrsen 1985). Sehingga penutupan dengan kain pada proses pengeringan baik menggunakan kain berwarna hitam maupun putih akan dapat menghambat degradasi kurkumin sehingga dapat mempertahankan kandungan kurkuminoid di dalam ekstrak simplisia bubuk temulawak. Hasil ini didukung oleh penelitian Safitriani (2005), kandungan kurkuminoid pada ekstrak aquades bubuk simplisia temulawak yang pengeringannya dengan penutupan kain hitam (1,25%) lebih tinggi daripada yang tanpa penutupan kain hitam (0,8%).

Kombinasi antara teknik pengeringan dan kain penutup. Pengaturan selama proses pengeringan merupakan salah satu kunci keberhasilan dalam menghasilkan simplisia yang baik, apakah itu fisik maupun kimia. Kondisi suhu pengeringan yang terlalu tinggi maupun paparan sinar UV yang terlalu lama karena terkena langsung sinar matahari dapat menguraikan zat-zat yang terkandung didalamnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu ditentukan kondisi pengeringan yang baik untuk mendapatkan hasil yang optimal. Perlakuan penggabungan yang tepat pada teknik pengeringan dan kain penutup dimungkinkan dapat mempertahankan senyawa aktif yang terkandung dalam temulawak selama proses pengeringan berlangsung.

Meskipun menurut hasil statistik antara teknik pengeringan dan kain penutup menunjukkan tidak ada interaksi antara keduanya yang mempengaruhi kadar kurkuminoid. Namun kedua faktor tersebut tetap

mempunyai pengaruh secara individu terhadap kadar kurkuminoid ketika kedua perlakuan dikombinasikan.

Kurkumin yang merupakan komponen utama dalam kurkuminoid mempunyai sifat yang fotosensitif menyebabkan rimpang yang dikeringkan dibawah sinar matahari langsung berwarna lebih gelap daripada yang dikeringkan dengan *solar dryer*. Rimpang temulawak yang dikeringkan pada *solar dryer* cenderung berwarna lebih terang. Parameter warna ini cenderung mengindikasikan kadar kurkuminoid yang terkandung dalam sampel. Untuk lebih mengetahui pengaruh kombinasi teknik pengeringan dan kain penutup terhadap kadar kurkuminoid ditunjukkan pada Tabel 6.

Kadar kurkuminoid lebih besar terlihat pada teknik pengeringan yang berbeda yaitu pada teknik pengeringan dengan menggunakan *solar dryer*. Penggunaan *solar dryer* cenderung lebih dapat mempertahankan kadar kurkuminoid jika dibandingkan dengan sinar matahari langsung dan secara statistik kadar kurkuminoid terlihat berbeda nyata. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Tabel 6. Pada Tabel 6, hubungan yang menunjukkan nilai kurkuminoid yang paling optimal adalah teknik pengeringan dengan menggunakan *solar dryer* dengan penutupan kain hitam dan putih. Sedangkan yang paling tidak efektif dalam mempertahankan kandungan kurkuminoid adalah teknik pengeringan dengan sinar matahari langsung tanpa penutup.

Rata-rata hasil kurkuminoid pada semua perlakuan berada pada rata-rata dibawah 0,45%. Sedangkan menurut Zahro (2009) perlakuan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung mempunyai kadar kurkuminoid sekitar 0,86% dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Photitirat et al. (2004) menyatakan bahwa diantara banyak pelarut organik, pelarut etanol adalah salah satu pelarut yang cocok untuk memisahkan kurkuminoid yang optimal. Perbedaan kadar kurkuminoid yang diperoleh kemungkinan disebabkan karena penggunaan pelarut yang berbeda, pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah air. Dan kurkuminoid mempunyai kecenderungan tidak larut terhadap air.

Total fenol

Beberapa grup senyawa kimia utama yang bersifat anti mikroba adalah fenol dan senyawa fenolik, alkohol, logam berat dan senyawanya, zat warna dan deterjen, senyawa ammonium khemosterilan. Kurkumin pada temulawak adalah suatu persenyawaan fenolitik maka mekanisme kerjanya sebagai anti mikroba akan mirip dengan sifat persenyawaan fenol lainnya (Depkes RI 1979). Fenolik merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada tumbuhan. Fenolik memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksi (OH-) dan gugus-gugus lain penyertainya. Fenol mudah teroksidasi. Fenol yang dibiarkan diudara terbuka cepat berubah warna karena pembentukan hasil-hasil oksidasi.

Tabel 3. Hasil analisis kadar air simplisia temulawak

	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
Sampel	11,4029%	11,4147%	11,4620%	11,4265%

Tabel 4. Hasil analisis faktor pengeringan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol, dan antioksidan

Pengeringan	Kadar (%)		
	Kurkuminoid	Total fenol	Antioksidan
Sinar matahari langsung	0,342a	1,068a	20,190a
<i>Solar dryer</i>	0,422b	2,321b	24,236b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf α 0,05

Tabel 5. Hasil analisis faktor kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol, dan antioksidan

Penutup	Kadar (%)		
	Kurkuminoid	Total fenol	Antioksidan
Tanpa penutup	0,355a	1,286a	20,693a
Kain penutup hitam	0,392b	1,888b	22,791b
Kain penutup putih	0,396b	1,910b	23,154b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf α 0,05

Tabel 6. Hasil analisis pengaruh kombinasi pengeringan dan kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol, dan antioksidan

Sampel	Kadar (%)		
	Kurkuminoid	Total fenol	Antioksidan
Sinar matahari tanpa penutup	0,308	0,685	18,680a
Sinar matahari penutup putih	0,359	1,266	21,085b
Sinar matahari penutup hitam	0,358	1,253	20,805b
<i>Solar dryer</i> tanpa penutup	0,402	1,887	22,707c
<i>Solar dryer</i> penutup putih	0,439	2,566	25,224d
<i>Solar dryer</i> penutup hitam	0,425	2,511	24,776d
Vitamin C 500 ppm	-	-	36,624

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf α 0,05

Tabel 7. Hasil analisis pengaruh proporsi pelarutan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol, dan antioksidan

Proporsi pelarut	Kadar (%)		
	Kurkuminoid	Total fenol	Antioksidan
1: 14	0,262a	2,809a	11,270a
1: 12	0,319b	3,233a	19,226b
1: 10	0,323b	3,258a	22,788b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf α 0,05

Teknik pengeringan. Pada prinsipnya pengeringan *solar dryer* pada temulawak adalah pengeringan dengan bantuan sinar matahari yang menggunakan alat sederhana sehingga pengeringan yang dihasilkan lebih efektif. Pengeringan ini terjadi dari pemanasan yang berasal dari dua arah, yaitu dari sinar matahari secara langsung (radiasi) dan aliran udara panas dari bawah (konveksi) yang kemudian di buang keluar dengan menggunakan blower. Walaupun suhu pengeringan pada *solar dryer* sulit dikontrol cenderung sama seperti umumnya pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung, tetapi pengeringan ini cukup efektif untuk mempertahankan kandungan total fenol pada temulawak yang dibuktikan dari hasil pada Tabel 4 bahwa perlakuan pengeringan *solar dryer* memiliki total fenol yang lebih tinggi dari pada pengeringan sinar matahari langsung.

Pengeringan dengan sinar matahari langsung menunjukkan kadar sebesar 1,068% dan berbeda nyata dengan teknik pengeringan dengan *solar dryer* sebesar 2,321%. Hal ini disebabkan pada pengeringan dengan sinar matahari langsung menyebabkan komponen fenol lebih mudah menguap. Sedangkan penggunaan *solar dryer* cenderung dapat menghambat penguapan tersebut karena kelembapannya yang tinggi. Meskipun demikian penggunaan *solar dryer* cenderung memiliki waktu yang lebih lama dalam mengeringkan simplisia.

Penggunaan kain penutup. Pada pengaruh penggunaan kain penutup didapatkan hasil bahwa total fenol pada simplisia temulawak yang tidak ditutup adalah sebesar 1,286%, penggunaan kain penutup hitam total fenol 1,888% dan kain putih 1,910% (Tabel 5).

Pada simplisia yang tidak ditutup kain secara statistik menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada simplisia yang ditutup kain baik hitam maupun putih. Hal ini disebabkan bawa pengeringan tanpa kain penutup menyebabkan penguapan yang terlalu cepat sehingga penggunaan kain penutup disini lebih dapat melindungi minyak atsiri yang juga merupakan senyawa fenol dari penguapan yang terlalu cepat. Menurut Depkes RI (1985), simplisia yang berupa rimpang dikeringkan dengan cara dirajang dan dijemur di bawah sinar matahari dengan ditutup kain hitam untuk menghindari penguapan terlalu cepat yang dapat menurunkan mutu minyak atsiri dalam bahan.

Kombinasi antara teknik pengeringan dan kain penutup. Berdasarkan analisa statistik teknik pengeringan dan kain penutup menunjukkan tidak ada interaksi dalam pengaruhnya terhadap total fenol sampel karena nilai Sig. > 0,05. Namun pengeringan dan penutupan mempunyai pengaruh secara individu dalam kombinasi penggunaan teknik pengeringan dan kain penutup pada pengaruhnya terhadap total fenol. Penggunaan *Solar dryer* dengan maupun tanpa penggunaan kain penutup menunjukkan hasil kadar total fenol yang lebih besar daripada menggunakan teknik pengeringan sinar matahari secara langsung.

Senyawa fenol merupakan senyawa yang bersifat antioksidan dan sifat antioksidan tersebut akan teroksidasi dengan adanya cahaya, panas dan oksigen (Zapsalis dan Beck 1985). Dimana penggunaan *solar dryer* dan kain penutup dapat meminimalkan terjadinya kontak oksigen dan sinar UV secara langsung karena desain *solar dryer*

yang seluruhnya tertutup oleh plastik bening dengan blower diatas sehingga pengeringan *solar dryer* merupakan pengeringan yang efektif untuk mempertahankan kandungan senyawa fenol dari suhu, oksigen dan sinar UV. Demikian pula pada penggunaan kain penutup dalam proses pengeringan dapat melindungi bahan yang dikeringkan sehingga dapat meminimalkan terjadinya kerusakan pada bahan tersebut. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 total fenol yang paling tinggi adalah pada perlakuan dengan teknik pengeringan *solar dryer* dengan ditutup kain putih, dan yang paling rendah adalah pada pengeringan sinar matahari langsung tanpa ditutup kain.

Aktivitas antioksidan

Temulawak merupakan salah satu sumber antioksidan alami. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam (Suhartono 2002). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidasi lipid pada makanan. Meningkatnya minat untuk mendapatkan antioksidan alami terjadi beberapa tahun terakhir ini. Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksi dalam struktur molekulnya (Sunarni 2005). Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Adanya kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan (Rohdiana 2001).

Dari sejumlah penelitian pada tanaman obat dilaporkan bahwa banyak tanaman obat yang mengandung antioksidan dalam jumlah besar. Efek antioksidan disebabkan karena adanya senyawa fenol seperti yang terdapat pada minyak atsiri. Selain itu terutama adanya kurkuminoid pada temulawak yang merupakan molekul dengan kadar polifenol yang rendah namun juga memiliki potensi sebagai antioksidan. Menurut Majeed et al. (1995), kurkuminoid tersebut mempunyai kemampuan mencegah terbentuknya peroksida.

Mekanisme penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menambahkan larutan DPPH Radical Scavenging Ability sebagai radikal sintesis. Metode DPPH dipilih karena sederhana dan efektif untuk evaluasi aktivitas antioksidan dari bahan alam. Besar aktivitas antioksidan pada ekstrak simplisia bubuk temulawak ditunjukkan dengan semakin besarnya penurunan intensitas warna ungu pada larutan yang dilakukan dengan mengamati penurunan absorbansi pada panjang gelombang 515 nm. Pokorny et. al (2001) menjelaskan bahwa penurunan absorbansi terjadi karena penambahan elektron dari senyawa antioksidan pada elektron yang tidak berpasangan pada gugus hidrogen dalam struktur senyawa DPPH.

Kekurangan dari antioksidan adalah merupakan zat kimia yang secara bertahap akan teroksidasi dengan adanya efek seperti cahaya, panas, logam peroksida atau secara

langsung bereaksi dengan oksigen. Oleh karena itu perlakuan selama pengeringan dan pelarutan akan mempengaruhi aktivitas antioksidan yang ada.

Teknik pengeringan. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan tujuan mengetahui aktivitas antioksidan pada sampel temulawak yang telah dikeringkan pada sinar matahari langsung dan pada *solar dryer*. Dari pengujian sesuai prosedur yang ada diperoleh aktivitas antioksidan pada penggunaan sinar matahari secara langsung simplisia bubuk temulawak mempunyai aktivitas antioksidan 20,190% lebih kecil jika dibandingkan aktivitas antioksidan pada ekstrak simplisia bubuk temulawak yang menggunakan pengeringan *solar dryer* yaitu sebesar 24,236%. (Tabel 4). Hal ini menunjukkan penggunaan *solar dryer* dapat mempertahankan aktivitas antioksidan, jika dibandingkan dengan penggunaan sinar matahari langsung.

Dari hasil analisis statistik ditunjukkan bahwa setiap perlakuan teknik pengeringan menunjukkan adanya beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan sinar matahari langsung dan *solar dryer* seperti yang ditampilkan pada Tabel 4 memberikan hasil yang berbeda nyata pada aktivitas antioksidan. Perbedaan ini disebabkan antara lain adalah sifat antioksidan yang rentan terhadap suhu, oksigen, pH, peroksida dan cahaya. Penggunaan *solar dryer* cenderung lebih dapat melindungi komponen-komponen aktif seperti kurkuminoid dan senyawa-senyawa fenol, karena pengaruh pengeringan dengan sinar matahari langsung dapat menyebabkan degradasi kurkuminoid karena cahaya dan terjadinya kerusakan sebagian senyawa fenol, akibatnya terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada simplisia bubuk temulawak.

Selain kurkuminoid dan minyak atsiri yang berperan sebagai antioksidan pada temulawak Kinsella et al. (1993) menyebutkan bahwa senyawa fenol dapat berfungsi sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida. Kemampuan antioksidan yang dimiliki oleh temulawak serta kandungan senyawa fenolnya menjadi peran penting dalam peningkatan aktivitas antioksidan pada sampel yang telah dikeringkan.

Penggunaan kain penutup. Aktivitas antioksidan pada perlakuan tanpa ditutup kain mempunyai kadar sebesar 20,693% dan untuk yang ditutup kain hitam adalah sebesar 22,791% sedangkan pada kain putih adalah 23,154% (Tabel 5). Perlakuan dengan menggunakan penutup kain cenderung mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada yang tidak ditutup kain dan menunjukan hasil yang berbeda nyata.

Simplisia yang dikeringkan dan tidak ditutup dengan kain terjadi interaksi dengan oksigen dan cahaya secara langsung. Kedua faktor ini dapat menyebabkan rusaknya antioksidan. Penutupan dengan kain dapat menghambat interaksi tersebut sehingga menyebabkan penutupan dengan kain baik hitam maupun putih dapat mempertahankan aktivitas antioksidan dalam temulawak

Kombinasi antara antara teknik pengeringan dan kain penutup. Berdasarkan Tabel 6 aktivitas antioksidan yang paling tinggi adalah pada perlakuan dengan teknik pengeringan *solar dryer* dan dengan ditutup kain putih, dan

yang paling rendah adalah pada pengeringan sinar matahari langsung tanpa ditutup kain. Meskipun berdasarkan analisa statistik teknik pengeringan dan kain penutup menunjukkan tidak ada interaksi antar kedua faktor tersebut terhadap aktivitas antioksidan sampel. Namun kedua faktor tersebut tetap mempunyai pengaruh secara individu pada kombinasi perlakuan itu meskipun tidak saling berhubungan.

Antioksidan alam antara lain adalah fenol, dan polifenol seperti tokoferol, flavon, koumin, asam sinamat, kurkumin. Bahan alami lain yang mempunyai efektivitas antioksidan sinergis adalah asam askorbat, asam amino dan protein hasil hidrolisisnya (Hartiwi 2001). Kombinasi antara teknik pengeringan dan kain penutup diduga lebih dapat melindungi senyawa aktif ini seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Nilai aktivitas antioksidan sampel rata-rata berada dibawah aktivitas antioksidan vitamin C 500 ppm yaitu sebesar 36%. Meskipun demikian hal ini tetap menunjukkan bahwa ekstrak simplisia temulawak berpotensi sebagai salah alternatif antioksidan alami. Beberapa penelitian bahkan menunjukkan bahwa salah satu senyawa pada temulawak yaitu kurkumin mempunyai efek antioksidan yang lebih tinggi dibanding dengan asam sitrat dan asam askorbat. Hal ini disebabkan penstabilan radikal pada kurkumin berjalan baik. Efek antioksidatif terjadi karena adanya penggabungan radikal membentuk hasil non radikal (Hidaka 1999).

Pengaruh proporsi pelarutan

Pada penelitian tahap ke dua ini dilakukan analisis kimia terhadap sampel yang terpilih pada tahap pertama yaitu sampel ekstrak simplisia temulawak pada teknik pengeringan *solar dryer* tanpa ditutup kain (kontrol), ditutup kain hitam dan putih. Pemilihan ketiga sampel didasarkan pada hasil uji pada tahap pertama yang mempunyai kadar kurkuminoid, aktivitas antioksidan dan total fenol paling tinggi dari keseluruhan sampel.

Kadar kurkuminoid

Menurut Majeed et al. (1995), ethanol dan aseton merupakan pelarut yang baik bagi kurkuminoid tetapi ethanol lebih aman digunakan untuk bahan pangan. Kurkuminoid cenderung tidak larut dalam air tetapi biasanya untuk mengkonsumsi temulawak digunakan air sebagai pelarut. Penggunaan perbandingan jumlah pelarut dalam penelitian ini adalah air dan bahan baku yang tepat diduga akan berpengaruh pada kadar kurkuminoid yang terlarut dalam air. Pengaruh proporsi pelarutan terhadap kadar kurkuminoid ditunjukkan pada Tabel 7.

Dari data yang terlihat pada Tabel 7 perbandingan bahan baku dan pelarut atau disebut juga dengan proporsi pelarutan menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi rasio antara bahan dan pelarut menunjukkan semakin rendah kadar kurkuminoid yang terkandung didalamnya. Hal ini terlihat pada rasio 1:14 kadar sebesar 0,262% berbeda nyata dengan proporsi pelarutan 1:12 sebesar 0,319% dan 1:10 sebesar 0,323%. Namun proporsi pelarutan pada rasio 1:12 dan 1:10 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik.

Kadar total fenol

Prinsip ekstraksi dengan pelarut yaitu memisahkan dua komponen atau lebih dalam bahan berdasarkan perbedaan kelarutan komponen tersebut dalam pelarut yang digunakan. Menurut Sudarmadji et al. (1997) polaritas menunjukkan tingkat kelarutan bahan dalam air di satu sisi dan pelarut organik disisi lain yang berlawanan. Yang cenderung lebih larut air disebut memiliki sifat yang polar dan yang cenderung larut dalam pelarut organik disebut non polar. Menurut Przybylski (1998) dalam Dzakiyyah (2000), senyawa dengan polaritas tinggi sangat cocok untuk ekstraksi senyawa-senyawa fenol.

Berdasarkan tabel diatas data yang diperoleh berturut-turut dengan proporsi pelarutan 1:10, 1:12, dan 1:14 adalah 3,258%, 3,233%, 3,258%. Ketiga perbandingan bahan baku dan pelarut diatas tidak menunjukkan adanya beda nyata secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi pelarutan tidak mempengaruhi komponen senyawa fenol pada ekstrak temulawak. Karena senyawa fenol mempunyai keterbatasan dalam berikatan dengan air.

Aktivitas antioksidan

Ekstraksi bahan bioaktif dari rimpang temulawak telah dilakukan dengan menggunakan heksan, etil asetat, etanol dan metanol. Berdasarkan uji kemampuan menangkap radikal (Radical Scavenging Activity) diperoleh secara berturut-turut bahwa ekstrak etanol lebih kuat dari pada ekstrak etil asetat, ekstrak metanol dan ekstrak heksan (Sukardi 2002).

Pelarutan dengan air yang digunakan mendapatkan hasil yang berbeda pada proporsi pelarutan yang berbeda. Pada proporsi antara bahan baku dan pelarut sebanyak 1:10, 1:12 dan 1:14 menunjukkan aktivitas berturut-turut dengan nilai sebesar 22,780%, 19,226%, dan 11,270%. Pada proporsi 1: 10 dan 1: 12 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata secara statistik, namun menunjukkan beda nyata jika dibandingkan dengan proporsi 1:14. Semakin tinggi rasio antara air dan bahan menunjukkan bahwa semakin rendah kemampuan dalam penghambatan oksidasi. Hal ini dapat dimungkinkan bahwa senyawa yang terekstrak dalam pelarut air terdiri dari senyawa yang polar dan sifat antioksidatifnya sangat rendah.

KESIMPULAN

Perlakuan pengeringan dengan menggunakan *solar dryer* mendapatkan kadar kurkuminoid, aktivitas dan antioksidan dan total fenol lebih besar jika dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari langsung. Penggunaan kain penutup mampu mempertahankan kandungan kurkuminoid, aktivitas antioksidan dan total fenol jika dibandingkan dengan tanpa penggunaan kain penutup. Warna kain tidak berpengaruh terhadap komponen aktif pada simplisia temulawak. Semakin tinggi proporsi pelarutan, kadar kurkuminoid dan aktivitas antioksidan semakin rendah. Proporsi pelarutan tidak berpengaruh terhadap total fenol pada ekstrak simplisia temulawak

DAFTAR PUSTAKA

- Bombardelli E. 1991. Technologies for Processing of Medicinal Plants, in the Medicinal Plant industry, CRC Press, Florida, USA.
- BPS. 2007. Statistik Tanaman Obat-obatan dan Hias. Jakarta.
- Buescher R, Yang L. 1990. Aluminium stabilizes turmeric in pickle brine against decomposition by light, heat and peroxidase. *J Food Biochem* 14: 263-271.
- Cahyono B. 2007. Standardisasi Bahan Baku Obat Alam di Jawa Tengah, Seminar Nasional, Penggunaan Obat Bahan Alam untuk Kesehatan, Semarang, 29 Agustus 2007.
- Dalimartha S. 2000. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Trubus Agriwidya. Jakarta.
- Depkes RI. 1985. Cara Pembuatan Simplesia. Departemen Kesehatan RI. Indonesia. Jakarta
- Dzakiyyah A. 2000. Evaluasi Antioksidan ekstrak rimpang kunyit, kencur, temu giring dan temu kunci menggunakan system DPPH dan linoleat. Skripsi FTP. UGM. Yogyakarta.
- Green C.L, Robbins S.R.J, Purseglove J.W, Brown G.G. 1988. Spices. Vol. II. Logman Scientific and Technical, New York.
- Hartiwi. 2001. Pengaruh Waktu Pemanasan Dan kombinasi ekstrak jahe, kunyit, kencur, dan temulawak terhadap daya tangkap radikal bebas (DPPH). [Skripsi]. UGM. Yogyakarta.
- Hidaka K, Matsuda T, Takea T. 1999. Chemical studies on antioxydant mechanism of curcuminoid: analysis of radical reaction products from curcumin. *J. Agric Food Chem* 47 (1): 71-77.
- Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanmer J. 1993. Possible mekanisme for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *J Food Technol* 4: 85-89
- Kunia K. 2006 Temulawak, Ginsengnya Indonesia. http://www.pikiranrakyat.net.id/ind/cakrawala_temulawak. (31 Desember 2009).
- Majeed M, Vladimir B, Uma S, Rjendran R. 1995. Curcuminoids Antioxidants Phytonutrients. Nutriscience. Publ. Inc., New Jersey.
- Menegristek. 2009. Budidaya Temulawak. Deputy Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jakarta.
- Depkes RI. 1979. Buku Penuntun Ilmu Gizi Umum. Depkes RI, Jakarta.
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. 2001. Antioxidant in Food. CRC Press Cambridge. England.
- Pothitirat W, Supabphol R, Dritsanapan W. 2004. Comparison of Free Radical Scavenging Activity and Curcuminoids Content of Turmeric Extracts Using Different Methods of Extraction, Mahidol Univ J Pharmaceut Sci 31: 3-4.
- Praasad J, Vijay V.K, Tiwari G.N, Sorayan V.P.N. 2006. Study on performance evaluation of hybrid drier for turmeric (*Curcuma longa* L.) Drying at Village Scale. *J Food Eng* 4: 497-502.
- Price LC, Buescher RW. 1996. Decomposition of turmeric curcuminoids as affected by lighth, solvent and oxygen. *J Food Biochem* 20: 125-133.
- Pudjihartati L. 1999. Stabilitas Antioksidan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica*) selama penyimpanan Umbi dan Pemanasan. [Thesis]. UGM, Yogyakarta.
- Rahardjo M, Rostiana O. 2005. Budidaya tanaman temulawak. Sirkuler No. 11. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Rohdiana D. 2001. Aktivitas daya tangkap radikal polifenol dalam daun teh. *Majalah Jurnal Indonesia* 12 (1): 53-58.
- Safitriani RR. 2005. Potensi Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Robx.) sebagai Sumber Antioksidan Alami. [Thesis]. UGM, Yogyakarta.
- Sidik, Mulyono MW, Muhtadi A. 1985, Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Robx.), Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phytomedica, Jakarta.
- Sidik. 2006. Gerakan Nasional Minum Temulawak. http://www.majalah-farmacia.comrubrikone_news/ (31 Desember 2009).
- Subagio A, Morita N. 2001. No Effect of Esterification with Fatty Acid on Antioxidant Activity of Lutein. *Food Res. Int.* 34: 315-320
- Sudarmadji, Suhardi, Haryono B. 1997. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Suhartono E, Fujiati, Aflanie I. 2002. Oxygen toxicity by radiation and effect of glutamic piruvat transamine (GPT) activity rat plasma after vitamine C treatmen. Internatinal Seminar on Environmental Chemistry and Toxicology, Yogyakarta.
- Sunarni T. 2005. Aktivitas antioksidan penangkap radikal bebas beberapa kecambah dari biji tanaman Familia Papilionaceae. *Jurnal Farmasi Indonesia* 2 (2): 53-61.
- Suradi. 1998. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Jambu Air (*Eugena aquae* Born), Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn), Jambu Mete (*Anacardium occidentale* Linn), dan Langsep (*Lansium domesticum* Corr). [Skripsi]. UGM, Yogyakarta.
- Tonnesen H, Karlsen J. 1985. Studies on curcuminoid and curcuminoids. V. Alkaline degradation of curcumin. *Z. Lebensm. Unters Forsch.* 180: 132-134.
- Zahro L. 2009. Profil tampilan fisik dan kandungan kurkuminoid dari simplesia temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) pada beberapa metode pengeringan. *Jurnal Sains & Matematika* 17 (1): 24-32.
- Zapsalis C, Beck A. 1985. Food Chemistry and Nutritional Biochemistry. John Wiley and Sons, New York.