

Kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dengan variasi teknik pengeringan dan warna kain penutup

Curcuminoid content, total phenol and antioxidant activity of curcuma oleoresin (*Curcuma xanthorrhiza*) in various drying technique and fabric colors closing

AGUNG ADI NUGRAHA, KAWIJI, WINDI ATMAKA

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

Manuskrip diterima: 1 Juli 2014. Revisi disetujui: 11 September 2014.

Abstract. Nugraha AA, Kawiji, W Atmaka. 2015. Curcuminoid content, total phenol and antioxidant activity of curcuma oleoresin (*Curcuma xanthorrhiza*) in various drying technique and fabric colors closing. *Biofarmasi* 13: 6-14. Curcuma is a medicinal plant that has many health benefits because of the content of active compounds such as curcuminoids, phenolic compounds, and antioxidants. One is by making use of curcuma oleoresin. Curcuma oleoresin is a mixture of oil and resins produced from curcuma shaped viscous liquid, has a sharp smell and taste like turmeric. Created with the extract of curcuma oleoresin from curcuma powder with a maceration method and then performed the separation of materials and solvents with a rotary evaporator. This study aims to determine the effect of drying techniques and cover fabric color with interaction the two of them on serum antioxidant activity, total phenol and concentration curcuminoids curcuma oleoresin. This research using Completely Randomized Design (CRD) with two factors: variety of drying techniques (solar dryer and direct sunlight) and the color of the fabric cover (without cover, black dan white linen 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 results showed that using of solar dryer and cloth covering influential on serum antioxidant activity, total phenol, and curcuminoids concentration of curcuma oleoresin. Besides, the interaction between drying techniques and cover fabric color occur on concentration of total phenol, but not on antioxidant activity and concentration of curcuminoids. Whereas, solar dryer white cloth combination has effective on drying techniques to minimize of active compounds damage of the curcuma oleoresin better than other combination.

Keywords: Curcuma oleoresin, curcuminoids, antioxidant activity, total phenol

PENDAHULUAN

Temulawak merupakan tanaman obat yang tumbuh merumpun dengan tinggi mencapai 1-2 m. Tanaman ini merupakan tanaman asli Indonesia yang penyebarannya dimulai dari kawasan Indo-Malaysia. Saat ini tanaman temulawak selain di Asia Tenggara dapat ditemui pula di Cina, IndoCina, Bardabos, India, Jepang, Korea, Amerika Serikat dan beberapa negara Eropa (Depkes RI 1985). Menurut data dari BPS dalam Sembiring et al. (2006) ekspor rimpang temulawak Indonesia tahun 2003 sebesar 5.452 juta US\$ dengan jumlah 9.149 ton rimpang temulawak. Sedangkan di Jawa Tengah kebutuhan industri terhadap rimpang temulawak menempati urutan pertama jika dibandingkan dengan bahan baku obat lainnya yang mencapai sekitar 3,140 ton/tahun berat segar (Kemala et al. 2003).

Kandungan utama pada rimpang temulawak terdiri dari fraksi pati, kurkuminoid dan minyak atsiri. Pati pada rimpang temulawak merupakan komponen yang paling besar yaitu sekitar 48,18-59,64% (Sidik et al. 1985). Kurkuminoid merupakan zat warna kuning pada temulawak yang terdiri dari senyawa kurkumin,

desmetoksi kurkumin dan bis desmetoksi kurkumin. Sedangkan menurut Rukmana (1995) minyak atsiri rimpang temulawak merupakan cairan berwarna kuning atau kuning jingga yang mempunyai rasa tajam dan bau khas aromatik dengan kadar berkisar 3-12%. Kurkuminoid dan komponen yang menyusun minyak atsiri seperti kamfor, turmeron, xanthorrhizol dll merupakan senyawa fenol yang bersifat sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan menghambat terbentuknya oksidasi lipida (Sidik et al. 1985).

Salah satu pemanfaatan rimpang temulawak yaitu dengan mengekstrak rimpang temulawak dengan menggunakan pelarut organik kemudian dilakukan proses evaporasi sehingga menjadi suatu produk yang disebut oleoresin. Oleoresin merupakan campuran minyak dan resin atau gum yang dihasilkan melalui ekstraksi menggunakan pelarut organik dari berbagai jenis rempah baik yang berasal dari buah, biji, daun, kulit maupun rimpang (Abubakar et al. 2006). Oleoresin bisa berbentuk cairan kental, pasta atau semi padat, yang memiliki aroma rasa sesuai dengan bahan yang diekstrak. Pemanfaatan oleoresin biasanya digunakan sebagai bahan baku flavor

pada industri makanan, bahan baku obat dan kosmetik, dan sebagai bahan pewarna makanan (Depkes RI 1985).

Proses pembuatan oleoresin dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan mengekstrak langsung dari temulawak segar dan melalui proses pengeringan. Tujuan dilakukan proses pengeringan dalam pembuatan oleoresin adalah menstandarkan bahan yang dibuat menjadi oleoresin. Selain itu bahan yang dikeringkan terlebih dahulu juga lebih awet, tidak mudah rusak dan tahan disimpan dalam waktu lama. Proses pengeringan yang efektif sangat dibutuhkan dalam menghasilkan simplisia yang berkualitas baik. Dengan proses pengeringan yang efektif dapat meminimalkan terjadinya kerusakan pada bahan yang dikeringkan. Pada umumnya proses pengeringan pada simplisia dilakukan dengan cara penjemuran langsung dibawah sinar matahari. Cara ini dianggap oleh masyarakat merupakan cara yang sederhana dan praktis karena tidak membutuhkan biaya yang mahal dan dapat dilakukan oleh semua orang. Akan tetapi bila dilihat dari segi kualitas simplisia yang dihasilkan maka cara ini kurang efektif meminimalkan terjadinya kerusakan terhadap senyawa yang terkandung dalam temulawak.

Salah satu cara alternatif yang dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya kerusakan senyawa yang terkandung dalam temulawak yaitu proses pengeringan solar dryer. Solar dryer merupakan alat pengeringan buatan yang masih menggunakan sinar matahari sebagai sumber panasnya. Prinsip pengeringan solar dryer berasal dari dua arah yaitu radiasi matahari dan aliran udara panas dari bawah yang kemudian dibuang keluar menggunakan blower (Rachman 2009). Selain solar dryer, cara yang dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya kerusakan senyawa pada temulawak adalah dengan menggunakan kain penutup. Kain penutup dapat berfungsi sebagai pelindung temulawak dari sinar UV dan dapat menghalangi sinar matahari langsung masuk ke mengenai temulawak. Menurut Hartiwi (2001), tujuan pengeringan dengan penutup kain hitam adalah untuk menghalangi sinar matahari agar tidak langsung mengenai temulawak sehingga kerusakan kurkuminoid karena cahaya dapat diminimalkan. Warna kain berbeda juga dapat mempengaruhi kandungan senyawa aktif pada temulawak. Hal ini disebabkan karena panjang gelombang warna tersebut berbeda-beda.

Kandungan senyawa aktif pada temulawak khususnya kurkuminoid dan antioksidan merupakan senyawa yang penting dalam temulawak karena sifatnya sebagai antioksidan yang dapat meniadakan radikal-radikal bebas dan menghambat terbentuknya oksidasi lipida sehingga dapat mencegah penyakit degeneratif yang disebabkan oleh radikal-radikal bebas tersebut. Kedua senyawa tersebut rentan mengalami kerusakan akibat proses pengeringan. Untuk itu perlu dilakukan proses penanganan yang baik agar dapat meminimalkan terjadinya kerusakan terhadap senyawa aktif tersebut. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, seperti potensi sumber daya alam Indonesia yang cukup besar untuk menghasilkan rimpang temulawak, perlunya proses pengeringan yang efektif terhadap temulawak serta manfaat yang begitu banyak dari penggunaan oleoresin maka penelitian ini ditujukan untuk

mengetahui kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) dengan variasi teknik pengeringan dan warna kain penutup.

Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengetahui pengaruh teknik pengeringan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan antioksidan oleoresin temulawak. Mengetahui pengaruh warna kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan antioksidan oleoresin temulawak. Mengetahui pengaruh interaksi teknik pengeringan dan warna kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan antioksidan oleoresin 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, Laboratorium CV. Chem-Mix Pratama Bantul, Yogyakarta dan Institusi Obat dan Bahan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini dilaksanakan dalam jangka waktu 4 bulan mulai bulan Februari-Mei 2010.

Bahan dan alat

Bahan utama dalam penelitian ini berupa rimpang temulawak yang dirajang dengan ukuran 3 mm. Dalam proses ekstraksi temulawak pelarut yang digunakan adalah etanol 96%. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis antara lain: analisis kadar air: toluene (xylene); analisis kadar kurkuminoid: kurkuminoid standar, etanol 96%; analisis antioksidan: dpsh (diphenyl picrylhydrazyl), etanol; analisis total fenol: aquadest, folin ciocalteu, Na_2CO_3 dan asam galat.

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan oleoresin temulawak adalah 3 buah tampah, 1 solar dryer, kain hitam dan putih (masing-masing 2 buah), mesin penepungan dengan saringan kecil, ayakan 80 mesh, rotary evaporator, pipet, beaker glass, pompa vacum, kertas saring dan termometer. Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisis antara lain: analisis kadar air: pipet volume, labu destilasi, pipet, alat destilasi. analisis kadar kurkuminoid: spektrofotometer uv-vis, beaker glass, pipet, gelas ukur, vortex, tabung reaksi. analisis antioksidan: spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, pipet volume dan vortex; analisis total fenol: erlenmeyer 100 ml, gelas ukur, shaker (vortex), tabung reaksi, spektrofotometer UV-Vis, beaker glass, labu takar 10 ml, pengaduk, pipet.

Tahap penelitian

Penyiapan. Rimpang temulawak yang digunakan berasal dari Kecamatan Baturetno, Wonogiri, Jawa Tengah dengan umur rata-rata 10-12 bulan. Kemudian rimpang tersebut dicuci sampai bersih dan dilakukan proses perajangan dengan menggunakan slicer. Proses perajangan dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan. Ketebalan rimpang temulawak mengacu pada Raharjo dan

Rostiana (2005) sekitar 3 mm yang kemudian ditimbang 800 g untuk masing-masing sampel.

Pengeringan. Proses pengeringan rimpang temulawak dilakukan dengan 2 cara yaitu pengeringan sinar matahari langsung dan solar dryer. Tiap pengeringan dilakukan perlakuan berupa: tanpa ditutup kain, ditutup kain putih dan ditutup kain hitam. Proses pengeringan tersebut dihentikan sampai kadar air rimpang temulawak sebesar 12% (rimpang kering bisa dipatahkan) yang mengacu pada Depkes RI (1985). Pengujian kadar air dilakukan dengan pengambilan sampel secara acak dengan menggunakan metode thermovolumetri (Sudarmajdi et al. 1997).

Penepungan. Proses penepungan simplisia temulawak dilakukan dengan menggunakan mesin penepung saringan berukuran kecil untuk menghasilkan bubuk temulawak. Selanjutnya bubuk temulawak dilakukan proses pengayakan dengan ayakan berukuran 80 mesh dengan menggunakan mesin pengayak.

Ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode yang mengacu pada Eryanto dan Murliana (2009) yang dipadukan dengan Zahro et al. (2009). Ekstraksi temulawak dilakukan dengan cara maserasi dengan perbandingan bahan dan pelarut 1: 5 (b/v) selama 1 x 24 jam pada suhu ruang (28-30°C) dan dilakukan pengadukan sebanyak 20 kali dengan arah pengadukan searah jarum jam. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi rimpang temulawak adalah etanol 96%.

Penyaringan. Proses penyaringan untuk memisahkan antara ampas (endapan) dan filtrat pada ekstrak temulawak dilakukan dengan pompa vacum untuk mempercepat proses penyaringan pada ekstrak temulawak.

Evaporasi. Proses pembuatan oleoresin temulawak menggunakan alat rotary vacum evaporator pada suhu 75°C dengan kecepatan yang konstan dan proses ini dihentikan setelah pelarut etanol teruapkan semua serta didapatkan oleoresin yang berbentuk pasta. Dalam proses evaporasi ini terjadi pemisahan antara pelarut dengan oleoresin berdasarkan perbedaan titik didih dengan menggunakan putaran dan pemvakuman.

Analisis senyawa aktif oleoresin temulawak. Metode analisis senyawa aktif pada oleoresin temulawak ditunjukkan pada Tabel 1.

Rancangan penelitian

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu variasi teknik pengeringan (solar dryer dan sinar matahari langsung) dan warna kain penutup (tanpa penutup, kain hitam dan kain putih) dengan ulangan tiga kali tiap sampelnya. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan two way ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan masing-masing perlakuan dan interaksi pada kedua perlakuan tersebut pada pada tingkat $\alpha = 0,05$, kemudian dilanjutkan dengan one way ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel dengan kedua perlakuan tersebut pada tingkat $\alpha = 0,05$.

Tabel 1. Metode analisis senyawa aktif oleoresin temulawak

Macam uji	Metode
Kurkuminoid	Spektrofotometer UV-visible
Total fenol	Folin Ciocalteu
Antioksidan	DPPH yang kemudian dilanjutkan dengan uji pembandingan menggunakan asam askorbat

Tabel 2. Rancangan Percobaan Acak lengkap dengan dua factor

Teknik Pengeringan Warna kain Penutup	Teknik perhitungan	
	SM	SD
K	SMK	SDK
P	SMP	SDP
H	SMH	SDH

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Oleoresin temulawak merupakan salah satu produk olahan temulawak yang berbentuk cairan kental atau pasta yang memiliki aroma dan rasa temulawak. Oleoresin temulawak dibuat dengan mengekstrak bubuk temulawak dengan metode maserasi yang kemudian dilakukan pemisahan bahan dan pelarut dengan menggunakan rotary evaporator. Dalam pembuatan bubuk temulawak, temulawak terlebih dahulu dilakukan proses perajangan dan pengeringan hingga terbentuk simplisia yang kemudian ditepungkan menjadi bubuk temulawak. Perlakuan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan 2 faktor yaitu variasi teknik pengeringan (solar dryer dan sinar matahari langsung) dan warna kain penutup (tanpa penutup, kain hitam dan kain putih). Adapun parameter yang diamati dalam pengujian meliputi kadar air, kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan.

Sesuai dengan tujuan penelitian yang dikehendaki, penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu membandingkan pengaruh teknik pengeringan terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak, membandingkan pengaruh warna kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dan pengaruh interaksi antara teknik pengeringan dengan warna kain penutup terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak.

Kadar air

Air merupakan salah satu unsur penting dalam bahan makanan. Meskipun bukan merupakan sumber nutrisi, tetapi air sangat esensial dalam kelangsungan proses biokimiawi organisme. Dalam bahan pangan air berfungsi untuk menentukan bentuk, ukuran, kenampakan, kesegaran, cita rasa dan daya simpan suatu bahan pangan. Terdapatnya air dalam bahan makanan karena adanya dua tipe pengikat yaitu pengikat air secara kimia dan pengikat air secara fisik. Air yang terikat secara kimia merupakan

komponen penyusun dan merupakan bagian dari komposisi kimia bahan makanan tersebut. Lain halnya untuk air yang terikat secara fisik oleh bahan makanan, air ini mempunyai kekuatan fisik yang cukup sehingga air yang diserap atau diikat oleh bahan akan saling tarik-menarik dengan molekul bahan. Untuk itu bisa dilakukan pengurangan kadar air dengan cara dikeringkan. Kadar air bahan merupakan jumlah air yang terikat secara fisik dalam bahan sehingga bahan dapat dinyatakan sebagai suatu material basah atau kering. Jumlah kandungan air dalam bahan makanan akan mempengaruhi daya tahan bahan terhadap serangan mikrobial. Dengan demikian, pengurangan kadar air hingga jumlah tertentu berguna untuk memperpanjang daya tahan bahan makanan selama penyimpanan (Siswanto dan Widiyastuti 2004).

Salah satu parameter utama untuk menentukan kualitas simplisia temulawak adalah dengan menentukan kadar airnya. Kadar air simplisia temulawak menurut Depkes RI (1979) dalam penelitiannya Sembiring et al. (2006) adalah maksimal 12%. Hasil analisis kadar air simplisia bubuk temulawak dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air simplisia bubuk temulawak dengan 3 kali ulangan adalah 11,4029%; 11,4147%; 11,4620% dengan nilai rata-rata adalah 11,4265%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar air simplisia bubuk temulawak pada keseluruhan sampel yang diwakili dari pengambilan sebagian pada masing-masing sampel berada di angka <12%. Sampel-sampel tersebut memenuhi karakteristik mutu simplisia temulawak yang dinyatakan oleh Depkes RI (1979) dalam penelitiannya Sembiring et al. (2006) yang mengatakan bahwa kadar air simplisia temulawak maksimal 12%. Jika dilihat dari standar mutu simplisia temulawak menurut RSNi (2006) untuk bahan baku obat nilai kadar air simplisia temulawak maksimal 10% maka nilai kadar air pada sampel tersebut tidak memenuhi standar yaitu >10% karena proses pengeringan pada sampel temulawak ini dihentikan sampai temulawak tersebut bisa dipatahkan. Untuk mengukur kadar air simplisia tersebut diperlukan suatu indikator yang berupa penghentian proses pengeringan. 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 jika simplisia tersebut bisa dipatahkan. Umumnya kadar air simplisia yang bisa dipatahkan kira-kira antara 10-12%.

Kadar Kurkuminoid

Kurkuminoid merupakan zat warna yang memiliki sifat dapat larut dalam pelarut minyak dan mudah larut dalam larutan basa tetapi tidak larut dalam air pada keadaan pH asam ataupun netral. Kurkuminoid bersifat stabil terhadap suhu tinggi dan dalam keadaan asam tetapi tidak stabil dalam kondisi basa dan terhadap cahaya (Stankovic 2004). Sifat kurkuminoid yang penting adalah aktivitasnya terhadap cahaya. Bila kurkumin terkena cahaya, akan terjadi dekomposisi struktur berupa siklisasi kurkumin atau terjadi degradasi struktur (Tonnesen dan Karsen 1985). Produk degradasi kurkumin adalah asam ferulat,

feruloilaldehid, dihidroksinaftalen, vinilguaikol, vanillin dan asam vanilat (Price dan Buescher 1996).

Pengaruh teknik pengeringan

Pada penelitian ini, perlakuan pengeringan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan sinar matahari langsung dan solar dryer. Pengeringan sinar matahari dilakukan dengan cara menjemur temulawak langsung dibawah terik matahari. Sedangkan pengeringan solar dryer dilakukan dengan alat sederhana yang masih menggunakan bantuan sinar matahari sebagai sumber panasnya. Hasil pengujian analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak dengan perlakuan teknik pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan sinar matahari langsung dan solar dryer memiliki kadar kurkuminoid yang saling berbeda nyata. Sampel dengan perlakuan sinar matahari langsung mempunyai kadar kurkuminoid sebesar 2,515 %. Sedangkan sampel dengan solar dryer mempunyai kadar kurkuminoid sebesar 2,828%. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar kurkuminoid pada perlakuan sinar matahari langsung lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan solar dryer. Pada umumnya pengeringan sinar matahari langsung memiliki suhu yang relatif lebih tinggi yang berkisar antara 28-45°C (Zahro 2009). Dengan sifat kurkuminoid stabil terhadap suhu tinggi maka seharusnya tidak terjadi proses degradasi kurkuminoid (Stankovic 2004). Tetapi kestabilan itu hanya terjadi pada kurkuminoid standar (murni) jika dipanaskan sedangkan untuk ekstrak kurkuminoid dari suatu bahan kurang stabil terhadap suhu tinggi (Pudjihartati 1999). Selain suhu yang relatif lebih tinggi, proses degradasi kurkuminoid juga disebabkan oleh sinar UV. Hal itu ditandai dengan pucatnya warna simplisia yang dihasilkan pada pengeringan sinar matahari.

Pengeringan solar dryer merupakan proses pengeringan dengan bantuan alat yang berupa solar dryer tetapi masih menggunakan sinar matahari sebagai sumber panasnya. Prinsip pengeringan solar dryer berasal dari dua arah yaitu radiasi matahari dan aliran udara panas dari bawah yang kemudian dibuang keluar menggunakan blower sehingga menyebabkan suhu pengeringan di dalam solar dryer lebih rendah (Rachman 2009). Proses pengeringan solar dryer ini lebih efektif untuk meminimalkan terjadinya degradasi kurkuminoid jika dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari langsung. Hal ini dibuktikan dengan warna simplisia temulawak yang lebih cerah dan kadar kurkuminoid yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sinar matahari langsung.

Selain itu, pengeringan solar dryer juga dapat melindungi temulawak dari sinar UV karena desain solar dryer yang seluruhnya tertutup oleh plastik bening dengan blower di atas sehingga pengeringan solar dryer merupakan pengeringan yang efektif untuk mempertahankan kandungan kurkuminoid dari suhu dan sinar UV yang dihasilkan dari sumber panas yang berupa sinar matahari. Menurut Zahro (2009), penyebab degradasi kurkuminoid pada proses pengeringan dengan menggunakan sinar matahari adalah sinar UV. Dari kedua teknik pengeringan

tersebut yang berperan besar dalam mengakibatkan terjadinya degradasi kurkuminoid adalah sinar UV yang dihasilkan dari proses pengeringan yang sama-sama menggunakan sinar matahari. Hal tersebut sesuai dengan sifat kurkuminoid yang sensitif terhadap cahaya.

Pengaruh warna kain penutup

Dalam penelitian ini, perlakuan penggunaan kain penutup pada masing-masing teknik pengeringan dilakukan dengan tiga cara yaitu tanpa menggunakan kain penutup, menggunakan kain penutup warna putih dan menggunakan kain penutup warna hitam. Fungsi kain penutup pada pengeringan adalah untuk melindungi bahan yang dikeringkan dari panas sinar matahari yang dapat menyebabkan rusaknya kandungan dalam bahan yang dikeringkan. Hasil pengujian analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak dengan perlakuan penggunaan kain penutup yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar kurkuminoid pada perlakuan penggunaan kain penutup pada masing-masing teknik pengeringan berbeda nyata. Hal tersebut dibuktikan dengan berbedanya huruf yang mengikuti kadar kurkuminoid pada tiap-tiap perlakuan. Kadar kurkuminoid pada sampel perlakuan tanpa penutup kain, dengan kain putih dan kain hitam berturut-turut yaitu 2,369%; 2,980% dan 2,666%. Dari data tersebut, kadar kurkuminoid tertinggi terdapat pada sampel dengan perlakuan kain penutup putih sedangkan kadar kurkuminoid terendah terdapat pada sampel perlakuan tanpa penutup kain. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan perlakuan penggunaan penutup kain dapat melindungi kandungan kurkuminoid pada temulawak dari suhu dan sinar UV yang dihasilkan selama proses pengeringan. Seperti sifat kurkuminoid yang sensitif terhadap cahaya (Tonnesen dan Karsen 1985), maka dengan penggunaan kain penutup dapat meminimalkan terjadinya degradasi kurkuminoid akibat sinar UV yang dihasilkan selama proses pengeringan.

Jika dilihat dari perlakuan penutup kain putih dan hitam, perlakuan penutup kain putih memiliki kadar kurkuminoid yang lebih tinggi dari pada penutup kain hitam karena warna kain putih bersifat memantulkan semua spectrum cahaya. Berbeda dengan warna hitam, sifat warna hitam adalah menyerap semua spectrum cahaya sehingga energi radiasi yang diterima pada warna hitam menjadi semakin besar seiring bertambahnya spectrum cahaya yang diserap yang menyebabkan warna hitam menyerap panas lebih besar dari warna lainnya (Yadie 2009). Dengan sifatnya warna hitam yang menyerap semua spectrum cahaya menyebabkan warna hitam tidak efektif melindungi kandungan kurkuminoid pada temulawak jika dibandingkan dengan warna putih yang memantulkan semua spectrum cahaya.

Interaksi teknik pengeringan dan warna kain penutup

Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi teknik pengeringan dan warna kain penutup diatas α 0,05 yang berarti tidak ada interaksi antara teknik pengeringan dengan warna kain penutup. Hal ini terjadi karena masing-masing perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup tidak saling mempengaruhi antara satu

dengan lainnya terhadap kadar kurkuminoid.

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel dengan perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup dapat dilanjutkan one way ANOVA pada tingkat α yang sama yaitu 0,05. Hasil analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa kadar kurkuminoid pada sampel sinar matahari langsung kain penutup hitam tidak berbeda nyata dengan sampel solar dryer tanpa kain penutup, sampel sinar matahari kain penutup putih juga memiliki kadar kurkuminoid yang tidak berbeda nyata dengan solar dryer kain penutup hitam tetapi berbeda nyata dengan kadar kurkuminoid pada sampel sinar matahari tanpa kain penutup, solar dryer kain penutup putih dan sinar matahari kain penutup hitam atau solar dryer tanpa kain penutup. Kadar kurkuminoid pada masing-masing sampel dari sinar matahari tanpa kain penutup sampai solar dryer kain penutup putih berturut-turut adalah 2,2369%; 2,5262%; 2,7826%; 2,5019%; 2,8053% dan 3,1769%. Sampel solar dryer dengan kain penutup putih memiliki kadar tertinggi dengan nilai sebesar 3,1769% sedangkan kadar kurkuminoid terendah terdapat pada sampel sinar matahari tanpa kain penutup dengan nilai sebesar 2,2369%. Rata-rata hasil kurkuminoid pada semua sampel berada pada rata-rata dibawah 3,17%. Sedangkan menurut Sembiring (2007) yang mengatakan bahwa kadar kurkumin oleoresin adalah 2,88%. Komposisi kurkuminoid yang terdiri dari kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin yang masing-masing memiliki kadar 80-85%, 15-20%, 0-5% (Ahsan et al. 1999). Perbedaan kadar kurkuminoid yang diperoleh dengan hasil dari penelitian yang lain kemungkinan disebabkan karena varietas temulawak yang digunakan berbeda dan juga perlakuan yang dilakukan berbeda pula. Selain itu kadar yang rendah dari keseluruhan sampel tersebut mungkin disebabkan tingginya suhu rotary evaporator yaitu 75oC yang mengakibatkan terjadinya degradasi kurkuminoid.

Total fenol

Fenol adalah senyawa yang mempunyai sebuah cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Sifat fenol baik dalam keadaan solid maupun liquid memiliki titik lebur rendah, yakni 41°C. Fenol sedikit larut dalam air, dan kelarutan fenol dalam air bervariasi antara suhu 0-65°C. Sebaliknya fenol sangat larut dalam pelarut organik. Fungsi utama fenol adalah sebagai desinfektan serta antioksidan (Kusumaningati 2006). Senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida (Kinsella et al. 1993).

Pengaruh teknik pengeringan

Pengeringan pada temulawak merupakan faktor penting karena kandungan temulawak rentan sekali mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan proses pengeringan yang efektif dalam meminimalkan kerusakan senyawa-senyawa dalam temulawak. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak dengan perlakuan teknik pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil analisis kadar air simplisia temulawak

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
	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	2,515a	9,291a	21,619a
Solar dryer	2,828b	15,160b	39,165b

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	2,369a	9,840a	26,2188a
Kain penutup hitam	2,666 b	12,312b	30,7435b
Kain penutup putih	2,980c	14,523c	34,2127c

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	2,2369a	7,018a	16,6413a
Sinar matahari penutup putih	2,5262b	9,690b	21,4173b
Sinar matahari penutup hitam	2,5262b	11,164c	26,7970c
Solar dryer tanpa penutup	2,5019b	12,663d	36,7970d
Solar dryer penutup putih	2,8053c	14,935e	40,0697e
Solar dryer penutup hitam	3,1769d	17,883f	41,6283e

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

Pengeringan dengan sinar matahari langsung menunjukkan kadar total fenol sebesar 9,291% dan berbeda nyata dengan teknik pengeringan dengan solar dryer sebesar 15,160 %. Pada pengeringan matahari kadar total fenolnya lebih rendah jika dibandingkan dengan solar dryer karena pengeringan sinar matahari ini suhunya relatif tinggi yaitu berkisar antara 28-45°C (Zahro 2009). Selain suhu yang relatif lebih tinggi, penyebab rusaknya senyawa fenol disebabkan oleh sinar UV dan terjadinya kontak oksigen secara langsung. Sesuai sifat fenol sebagai senyawa

antioksidan yang akan teroksidasi dengan adanya cahaya, panas, dan oksigen (Zapsalis 1985). Rusaknya senyawa fenol yang bersifat antioksidan ditandai dengan warna coklat pada simplisia karena adanya kontak langsung dengan oksigen di udara (Lestari 1978).

Sedangkan untuk solar dryer, proses pengeringannya lebih efektif dari pada sinar matahari karena proses pengeringan berasal dari dua arah yaitu radiasi dan aliran udara panas dari bawah (konveksi) yang kemudian dibuang keluar menggunakan blower. Selain itu solar dryer juga 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.

Pengaruh warna kain penutup

Penggunaan kain penutup dalam proses pengeringan dapat melindungi bahan yang dikeringkan sehingga dapat meminimalkan terjadinya kerusakan pada bahan tersebut. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak dengan perlakuan warna kain penutup yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Seperti yang terlihat pada Tabel 5 bahwa sampel dengan perlakuan sinar matahari tanpa penutup, dengan kain penutup hitam dan kain penutup putih berbeda nyata yang ditunjukkan dengan huruf yang berbeda pada perlakuan tersebut. Kadar total fenol pada perlakuan tanpa penutup kain memiliki nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan kain penutup putih dan hitam. Hal ini disebabkan karena penggunaan kain dapat melindungi bahan dari suhu, sinar UV dan oksigen yang menyebabkan oksidasi pada senyawa fenol.

Dari ketiga perlakuan tersebut, penggunaan kain penutup putih memiliki kadar yang tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu sebesar 14,523%. Hal itu disebabkan penggunaan kain penutup putih dapat meminimalkan kerusakan senyawa fenol dari suhu, sinar UV dan oksigen sehingga lebih efektif dari perlakuan yang lain. Sifat warna juga mempengaruhi tingkat keefektifan dalam meminimalkan kerusakan fenol. Warna putih merupakan warna yang bersifat memantulkan semua spektrum cahaya sehingga energi radiasi yang diterima pada warna putih menjadi semakin kecil seiring dipantulkannya spectrum cahaya yang menyebabkan warna putih lebih sejuk dari pada warna hitam (Yadie 2009).

Interaksi teknik pengeringan dan warna kain penutup

Dari hasil analisis statistik menunjukkan terjadi interaksi antara teknik pengeringan dengan warna kain penutup yang ditunjukkan dari nilai sigfinikasinya kurang dari α 0,05. Hal ini berarti antara masing-masing perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup saling mempengaruhi satu dengan lainnya terhadap kadar total fenol.

Untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing sampel dengan perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup dilanjutkan one way ANOVA pada tingkat α yang sama yaitu 0,05. Hasil analisis kadar total fenol

oleoresin temulawak pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar total fenol pada masing-masing sampel saling berbeda nyata antara satu dengan lainnya yang ditunjukkan dengan berbedanya huruf yang mengikuti kadar total fenol pada tiap-tiap perlakuan tersebut. Sampel solar dryer dengan kain penutup putih memiliki kadar total fenol tertinggi dengan nilai sebesar 17,883 % sedangkan kadar total fenol terendah terdapat pada sampel sinar matahari tanpa kain penutup dengan nilai sebesar 7,018%. Dengan kadar total fenol yang tertinggi menunjukkan bahwa perlakuan solar dryer kain penutup putih efektif dalam meminimalkan terjadinya kerusakan senyawa fenol yang disebabkan oleh cahaya, panas dan oksigen (Zapsalis 1985) jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Aktivitas antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam (Suhartono 2002). Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik) (Dalimartha dan Soedibyo 1999). Antioksidan alami dapat diperoleh dari ekstrak bagian tanaman rempah-rempah atau tanaman obat-obatan seperti akar, batang, daun, bunga dan biji. Senyawa yang berperan senyawa antioksidan didalam ekstrak adalah fenol, amina aromatik, vitamin C, tokoferol, vitamin E, flavonoid dan lain sebagainya (Sukardi 2003).

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. Antioksidan tersebut akan teroksidasi dengan adanya cahaya, panas dan oksigen (Zapsalis 1985).

Pengaruh teknik pengeringan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yaitu ditunjukkan dengan penurunan intensitas warna ungu pada larutan yang dilakukan dengan mengamati penurunan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm. Hasil analisis aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dengan teknik pengeringan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan dengan sinar matahari langsung dan solar dryer berbeda nyata. Hal ini ditandai dengan berbedanya huruf pada aktivitas antioksidan tiap-tiap perlakuan. Aktivitas antioksidan dengan perlakuan sinar matahari memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan solar dryer karena pada proses pengeringan dengan sinar matahari langsung menghasilkan panas dan sinar UV yang langsung menuju ke bahan sehingga

intensitas bahan yang terkena panas dan sinar UV lebih banyak. Sedangkan pada pengeringan solar dryer dapat menjaga antioksidan pada temulawak dari sinar UV dan suhu yang ditimbulkan dari proses pengeringan. Jika dilihat dari selisih kadar yang begitu besar maka suhu pengeringan sangatlah berpengaruh terhadap kerusakan antioksidan pada temulawak yang sebagian besar terdiri dari komponen-komponen yang bersifat mudah menguap yang terdapat pada minyak atsiri.

Efek antioksidan disebabkan karena adanya senyawa fenol seperti yang terdapat pada minyak atsiri. Kurkuminoid pada temulawak 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 antioksidan pada kurkumin dihubungkan dengan adanya atom H dari gugus fenolik (Sun et al. 2002). Sebagai penangkap radikal, kurkumin dapat menjaga integritas membran sel yang diakibatkan peristiwa degradasi oksidatif karena adanya radikal oksigen dan radikal-radikal reaktif lainnya (Tonnesen and Karlsen 1985).

Pengaruh warna kain penutup

Aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dengan perlakuan penggunaan kain penutup yang berbeda yaitu tanpa ditutup kain, ditutup kain putih dan ditutup kain hitam dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari pengujian tersebut diperoleh bahwa sampel dengan perlakuan tanpa kain penutup mempunyai aktivitas antioksidan sebesar 27,727% yang lebih kecil dari pada kain penutup hitam dan kain penutup putih. Hal ini dikarenakan temulawak yang dikeringkan tanpa kain penutup mengalami tingkat kerusakan antioksidan yang tinggi yang disebabkan dari interaksi antara oksigen dan sinar UV secara langsung. Kedua faktor ini dapat menyebabkan rusaknya antioksidan. Penggunaan kain penutup dapat mengurangi efek negatif dari interaksi tersebut selain itu dapat melindungi minyak atsiri juga 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.

Jika dilihat dari perlakuan penutup kain putih dan hitam, perlakuan penutup kain putih memiliki kadar antioksidan yang lebih tinggi dari pada penutup kain hitam karena warna kain putih bersifat memantulkan semua spectrum cahaya. Berbeda dengan warna hitam, sifat warna hitam adalah menyerap semua spectrum cahaya sehingga energi radiasi yang diterima pada warna hitam menjadi semakin besar seiring bertambahnya spectrum cahaya yang diserap yang menyebabkan warna hitam lebih panas dari warna lainnya (Yadie 2009). Dengan sifat tersebut maka kain putih lebih dapat meminimalkan kerusakan antioksidan dari proses pengeringan.

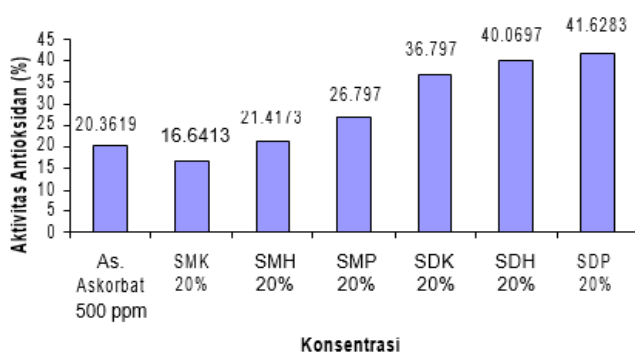
Interaksi teknik pengeringan dan warna kain penutup

Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi teknik pengeringan dan warna kain penutup diatas α 0,05 yang berarti tidak ada interaksi antara teknik pengeringan dengan warna kain penutup. Hal ini terjadi karena masing-masing perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup tidak saling mempengaruhi antara satu dengan lainnya terhadap aktivitas antioksidan.

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel dengan perlakuan teknik pengeringan dan warna kain penutup dapat dilanjutkan one way ANOVA pada tingkat α yang sama yaitu 0,05. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 6.

Seperti yang terlihat pada Tabel 6 bahwa aktivitas antioksidan pada sampel solar dryer kain penutup hitam tidak berbeda nyata dengan solar dryer kain penutup putih tetapi berbeda nyata dengan aktivitas antioksidan pada sampel sinar matahari tanpa kain penutup, sinar matahari kain penutup hitam, sinar matahari kain penutup putih dan solar dryer tanpa kain penutup. Aktivitas antioksidan masing-masing sampel dari sinar matahari tanpa kain penutup sampai dengan solar dryer kain penutup putih berturut-turut adalah 16,6413%; 21,4173%; 26,7970%; 36,7970%; 40,0697% dan 41,6283%.

Dalam penelitian ini dilakukan uji pembandingan antara kadar aktivitas antioksidan yang dihasilkan dari sampel dengan asam askorbat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa aktivitas antioksidan asam askorbat dengan konsentrasi 500 ppm sebesar 20,3619%. Jika dilihat dari keseluruhan sampel, sampel SMK merupakan sampel yang memiliki kadar dibawah asam askorbat dengan aktivitas antioksidan sebesar 16,6413% yang kadarnya lebih rendah 0,8 kali dibandingkan dengan asam askorbat. Sampel SMH, SMP, SDK, SDH dan SDP masing-masing memiliki aktivitas antioksidan di atas asam askorbat dengan aktivitas antioksidan berturut-turut adalah 21,4173%; 26,797%; 36,797%; 40,0697% dan 41,6283% yang kadarnya masing-masing lebih tinggi 1,05 kali; 1,32 kali; 1,81 kali; 1,97 kali dan 2,04 kali.



Gambar 1 Uji pembandingan antara sampel dengan asam askorbat. Keterangan: SM = Sinar Matahari langsung, SD = Solar Dryer, K = tanpa ditutup kain, P = ditutup kain putih, H = ditutup kain hitam

KESIMPULAN

Penggunaan solar dryer berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif oleoresin temulawak. Perlakuan dengan solar dryer memiliki kadar senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan antioksidan) yang lebih tinggi dari pada perlakuan dengan sinar matahari. Penggunaan warna kain penutup berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif oleoresin temulawak. Perlakuan dengan kain penutup putih memiliki kadar senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan antioksidan) yang lebih tinggi dari pada perlakuan tanpa kain dan kain penutup hitam. Terjadi interaksi antara teknik pengeringan dan warna kain penutup pada kadar total fenol tetapi tidak terjadi interaksi pada kadar kurkuminoid dan kadar antioksidan oleoresin temulawak. Kombinasi solar dryer dan kain penutup putih merupakan teknik pengeringan yang efektif yang dapat meminimalkan terjadi kerusakan pada senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan antioksidan) temulawak jika dibandingkan dengan kombinasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar; Edy Mulyono dan Yulianingsih, 2006. Prospek oleoresin dan penggunaannya di Indonesia. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Ahsan, et al. 1999. Chemico-Biological Interaction. 121 (2), 161-175.
- 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, Soedibyo M. 1999. Awet Muda Dengan Tumbuhan Obat dan Diet Supleme. Trubus Agriwidya, Jakarta.
- Depkes RI. 1985. Cara Pembuatan Simplisia. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Depkes RI. 1979. Materia Medika Indonesia Jilid III. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Kusumaningati RW. 2009. Analisa Kandungan Fenol Total Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). [Skripsi]. Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Eryanto T, Murliana RA. 2009. Pengambilan Oleoresin Jahe Dengan Metode Ekstraksi. Jurusan Teknik Kimia, ITS, Surabaya.
- Hartiwi. 2001. Pengaruh Waktu Pemanasan Dan kombinasi ekstrak jahe, kunyit, kencur, dan temulawak terhadap daya tangkap radikal bebas (DPPH). [Skripsi]. UGM. Yogyakarta.
- Kemala, S., Sussiarto, Pribadi A.R, Yuhono, J.T., Yusron, M. Mauludi, M. Raharjo, M. Ferry, Y. Waskito, B., dan Nurhayati, H. 2003. Studi Serapan Pasokan dan Pemnafaatan Tanaman Obat di Indonesia. Laporan teknis
- 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
- Rukmana R. 1995. Temulawak: Tanaman Rempah dan Obat. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Lestari S. 1978. Pengaruh Blanching dan Cara Pengeringan Terhadap Kualitas Temulawak Kering. Fakultas Teknologi Pertanian, UGM. Yogyakarta.
- Majeed M, Vladimir B, Uma S, Rjendran R. 1995. Curcuminoids Antioxidants Phytonutrients. Nutriscience. Publ. Inc., New Jersey.
- 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.
- Rachman D. 2009. Teknologi Pengeringan Bahan Makanan. http://localhost/pengeringan/Wizz%20Aditya%20Rachman_%20Tekn

- olog i%20Pengeringan%20Bahan%20Makanan.mht. Diakses pada tanggal 1 Januari 2010
- Rahardjo M, Rostiana O. 2005. Budidaya tanaman temulawak. Sirkuler No. 11. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- RSNI. 2006. Sosialisasi RSNI Temulawak. Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB. Bandung.
- Sembiring B. 2007. Teknologi Penyiapan Simplisia Terstandar Tanaman Obat. Warta Puslitbangbun Vol. 13 No. 2
- Sembiring B, Ma'mun, Ginting EI. 2006. Pengaruh kehalusan bahan dan lama ekstraksi terhadap mutu ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat 17 (2): 53-58.
- Sidik, Mulyono MW, Muhtadi A. 1985, Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Robx.), Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phytomedica, Jakarta.
- Siswanto, Widiyastuti Y. 2004. Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat Komersial. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Stankovic I. 2004. Curcumin Chemical and Technical Assessment (CTA), 61st JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Nfao, Rome.
- 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.
- Sukardi. 2003. Studi Stabilitas Antioksidan ekstrak Daun Dewa (*Gynura procumbens* Lour Merr) Selama Pemanasan Dalam Menangkap Radikal Bebas. LEMLIT UMM. Malang.
- Tonnesen H, Karlens J. 1985. Studies on curcuminoid and curcuminoids. V. Alkaline degradation of curcumin. Z. Lebensm. Unters Forsch. 180: 132-134.
- Sun YM, Zhang HY, Chen DZ, Liu CB. 2002. Theoretical elucidation on the antioxidant mechanism of curcumin: a DFT study. Org Lett 4(17): 2909-2911.
- Yadie. 2009. Kenapa warna hitam lebih menyerap panas dari pada warna putih. <http://matahatidantelinga.blogspot.com/2009/05/kenapa-warna-hitam-lebih-menyerap-panas.html>. Diakses pada tanggal 18 Januari 2010.
- Zahro L. 2009. Profil tampilan fisik dan kandungan kurkuminoid dari simplisia 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 Willey and Sons, New York.