

Pengaruh metode ekstraksi oleoresin temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dengan pengeringan solar dryer terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan

Effect of extraction method on *Curcuma xanthorrhiza* oleoresin using solar dryer to concentration of curcuminoid, total phenol and antioxidant activity

THERESIA AGNIEST PRICILLA VITANTI, KAWIJI, EDHI NURHARTADI

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

Manuscript received: 26 Juli 2015. Revision accepted: 7 Oktober 2015.

Abstract. Vitanti TAP, Kawiji, Edhi N. 2012. Effect of extraction method on *Curcuma xanthorrhiza* oleoresin using solar dryer to concentration of curcuminoid, total phenol, and antioxidant activity. *Biofarmasi* 14: 1-9. *Curcuma* (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) is a type of drug plant that has high enough capacity of production in Indonesia. Generally, commerced in the form of fresh curcuma or processed product as simple as simplicia and curcuma powder. Processed products that could be developed is curcuma oleoresin. It is a mixture of essential oils and resins obtained from extraction process of curcuma powder using an organic solvent. Oleoresin has the same flavor and aroma to the extracted material. Due to these characteristics, it is used as a flavor and food coloring, other than as a raw material in pharmaceutical industry. In addition, it also contains active compounds which can support the utilization of drug and food industries. This study aims to determine whether the size of the powder, powdered curcuma immersion time, and interactions between them that can be influenced the content of curcuminoids, total phenol and antioxidant activity of curcuma oleoresin. Selection of solar dryers in the drying process is based on previously studied that compare the natural drying technique with a solar dryer, and the best results of those studies are shown in the solar dryer. This research using completely randomized design with two factors: the size variation of curcuma powder (60, 80 and 100 mesh) and immersion time variation (extraction) of curcuma powder (12, 24 and 36 hours). The results showed that the powder size of curcuma and immersion time has an effect on curcuminoid content, total phenol and antioxidant activity of curcuma oleoresin. However, there are no interaction between both factors. That is, the size and the immersion time of curcuma powder do not affect each other on the content of curcuminoid, total phenol and activity of antioxidant.

Keywords: Antioxidant activity, *Curcuma oleoresin*, curcuminoid, total phenol

PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) merupakan tanaman asli Indonesia dan termasuk salah satu jenis temu-temuan (Zingiberaceae). Rimpang temulawak merupakan bagian yang banyak digunakan sebagai ramuan jamu (tradisional) dan sebagai bahan baku industri obat alami. Selain itu, temulawak merupakan sumber bahan pangan, pewarna, serta dibuat makanan atau minuman segar (Rukmana 1995). Ekspor rimpang temulawak di Indonesia tahun 2003 sebesar US\$ 5.452 juta dengan jumlah sebanyak 9.149 ton rimpang temulawak. Sedangkan di Jawa Tengah kebutuhan industri terhadap rimpang temulawak mencapai 3.140 ton/tahun berat segar (BPS dalam Sembiring et al. 2006).

Kandungan utama temulawak adalah fraksi pati, kurkuminoid dan minyak atsiri. Rimpang temulawak ini mempunyai kandungan kurkuminoid sebesar 1,6-2,2%, minyak atsiri sebesar 6-10% dan fraksi pati sebesar 48,18-59,64% (Sidik dan Muhtadi 1995). Fraksi pati merupakan kandungan terbesar dalam rimpang temulawak, dimana pati ini dapat dikembangkan sebagai sumber karbohidrat yang digunakan untuk campuran bahan makanan.

Kurkuminoid pada temulawak merupakan zat warna kuning yang terdiri dari senyawa kurkumin dan desmetoksi kurkumin (Ayu 2008). Minyak atsiri merupakan cairan berwarna kuning atau kuning jingga yang berbau aromatik tajam. Menurut Dalimartha (2000), minyak atsiri pada temulawak terdiri dari isofuranogermakren, trisiklin, alloaromadendren, germakren, dan xanthorrhizol. Kurkuminoid dan komponen yang menyusun minyak atsiri seperti xanthorrhizol merupakan senyawa fenolik yang bersifat sebagai antioksidan (Sidik dan Muhtadi 1995).

Selain dimanfaatkan sebagai obat tradisional, rimpang temulawak juga dapat dijadikan 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 biasanya berbentuk cairan kental, pasta atau semi padat, yang memiliki aroma dan rasa sesuai dengan bahan yang diekstrak. Oleoresin biasanya digunakan sebagai bahan baku flavor pada industri makanan dan sebagai bahan baku obat. Pengambilan oleoresin merupakan salah satu cara yang efektif untuk memanfaatkan temulawak. Oleoresin tersebut diperoleh

melalui proses pengeringan kemudian diekstrak menggunakan pelarut organik, setelah itu dievaporasi menggunakan *rotary evaporator*. Perlu adanya proses penanganan yang tepat untuk mendapatkan komponen senyawa aktif terbaik yang terkandung di dalam temulawak. Salah satunya menggunakan proses ekstraksi yang sesuai, maka dapat dihasilkan oleoresin yang berkualitas tinggi.

Dalam pembuatan oleoresin, temulawak dirajang kemudian dikeringkan. Perajangan (*slicing*) merupakan proses pengecilan ukuran bahan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dengan potongan-potongan yang lebih kecil dan tipis. Pengeringan dapat memperlambat proses enzimatis dan kegiatan mikroorganisme, sehingga diperlukan proses pengeringan yang efektif untuk menghasilkan simplisia yang berkualitas. Hal ini dikarenakan kadar air dalam temulawak yang berkurang setelah pengeringan. Berdasarkan penelitian Nugraha (2010), diperoleh hasil bahwa proses pengeringan *solar dryer* dengan ditutup kain putih dapat mempertahankan senyawa aktif lebih baik dibandingkan proses pengeringan alami. Setelah dikeringkan, simplisia temulawak diolah menjadi tepung atau bubuk dengan proses penepungan (*milling*). Proses penepungan akan memperbesar luas permukaan bahan (Adam 2008). Bubuk temulawak selanjutnya diekstrak menggunakan metode maserasi. Metode maserasi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam proses ekstraksi oleoresin, yaitu dengan merendam bahan dalam pelarut organik yang disertai dengan pengadukan. Bubuk temulawak yang halus, mempunyai luas permukaan yang besar, sehingga kelarutan senyawa aktif dalam pelarut organik akan semakin besar. Hal ini dapat memaksimalkan proses pembuatan oleoresin.

Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada temulawak memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menghilangkan radikal-radikal bebas dan menghambat terbentuknya oksidasi lipida sehingga dapat mencegah penyakit degeneratif (Sidik dan Muhtadi 1995). Kurkuminoid sebagai antioksidan sangat rentan terhadap kerusakan. Hal ini dikarenakan sifat kurkumin yang rentan terhadap cahaya. Bila kurkumin terkena cahaya, akan terjadi dekomposisi struktur atau terjadi degradasi struktur (Tonnesen and Karlsen 1985).

Ekstraksi dengan metode maserasi bertujuan untuk mengikat senyawa aktif yang terkandung dalam temulawak menggunakan pelarut organik. Oleh karena itu, dalam proses ekstraksi perlu adanya penanganan yang baik guna mempertahankan senyawa aktif yang terkandung didalam temulawak.

Tujuan penelitian ini adalah: (i) Mengetahui pengaruh ukuran bubuk temulawak terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak. (ii) Mengetahui pengaruh lama perendaman bubuk temulawak terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak. (iii) Mengetahui pengaruh interaksi ukuran bubuk temulawak dan lama perendaman bubuk temulawak terhadap kadar kurkuminoid, total fenol dan aktivitas 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, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jawa Tengah dan Sub Lab. Biologi, Laboratorium Pusat MIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan dalam jangka waktu 4 bulan mulai bulan Februari-Mei 2011.

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa rimpang temulawak yang dirajang, sedangkan pelarut yang digunakan adalah pelarut etanol 96%. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kadar air adalah: xylene; kadar kurkuminoid: kurkuminoid standar, etanol; aktivitas antioksidan: DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl), methanol; kadar total fenol: aquadest, folin Cicalteu, Na₂CO₃ 2% dan fenol.

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan oleoresin temulawak ini adalah *slicer*, *solar dryer*, kain putih, *milling* dengan saringan kecil, 3 buah ayakan (60, 80 dan 100 mesh), *rotary evaporator*, beker glass, pengaduk, erlenmeyer, corong dan termometer. Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisis kadar air adalah: gelas ukur, labu destilasi, pipet, alat destilasi; analisis kadar kurkuminoid adalah: spektrofotometer UV-Vis, beker glass, pipet volume, gelas ukur, vortex, tabung reaksi; Analisis Antioksidan adalah spektrofotometer UV-Vis, vial, pipet volume dan vortex; analisis total fenol adalah: erlenmeyer 100 ml, gelas ukur, vortex, tabung reaksi, spektrofotometer UV-Vis, labu takar 250 ml, pengaduk, pipet volume, sentrifuse.

Cara kerja

Penyiapan bahan dan perajangan

Rimpang temulawak yang digunakan berasal dari Batu, Wonogiri, Jawa Tengah dengan umur rata-rata 10-12 bulan (Raharjo dan Rostiana 2005). Kemudian rimpang tersebut dicuci sampai bersih dan dilakukan proses perajangan menggunakan mesin perajang (*slicer*). Proses perajangan dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan.

Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam rimpang temulawak. Proses pengeringan tersebut dihentikan sampai kadar air rimpang temulawak sebesar 12% (rim pang kering dapat dipatahkan) (Anonim 2009). Proses pengeringan ini dilakukan dengan teknik Pengeringan *Solar Dryer* dan perlakuan ditutup dengan kain putih (Nugraha 2010). Pengujian kadar air dilakukan dengan pengambilan sampel secara acak menggunakan metode thermovolumetri (Sudarmadji et al. 1997).

Penepungan dan pengayakan

Proses penepungan simplisia temulawak dilakukan menggunakan mesin penepung dan saringan berukuran kecil untuk menghasilkan bubuk temulawak. Selanjutnya bubuk temulawak tersebut diayak menggunakan 3 buah

ayakan, yaitu ayakan berukuran 60, 80 dan 100 mesh menggunakan mesin pengayak.

Ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi yaitu dengan perendaman bubuk temulawak yang disertai dengan pengadukan dalam temperatur ruangan (28-30°C). Proses ekstraksi ini dilakukan dengan perbandingan bahan dan pelarut 1: 5 (b/v) dan 3 variasi lama perendaman yaitu 12, 24 dan 36 jam. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi bubuk temulawak ini adalah etanol 96%.

Penyaringan

Penyaringan digunakan untuk memisahkan antara ampas (endapan) dan filtrat. Proses penyaringan pada ekstrak bubuk temulawak dilakukan menggunakan kertas saring.

Evaporasi

Proses pembuatan oleoresin temulawak dilakukan menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu 65°C dengan kecepatan yang konstan. Proses ini dihentikan setelah pelarut etanol teruapkan semua dan didapatkan oleoresin yang berbentuk pasta. Dalam proses evaporasi ini terjadi pemisahan antara pelarut dengan oleoresin berdasarkan perbedaan titik didih menggunakan perputaran dan pemvakuman.

Metode analisis senyawa aktif oleoresin temulawak

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

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap menggunakan dua faktor, yaitu variasi ukuran bubuk temulawak (60, 80 dan 100 mesh) dan lama perendaman bubuk temulawak (12, 24 dan 36 jam). Percobaan dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap perlakuan dan tiga kali pengulangan analisis. Rancangan percobaan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu ukuran bubuk temulawak dan lama perendaman bubuk temulawak ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Metode Analisis Senyawa Aktif Oleoresin Temulawak

Macam uji	Metode
Kurkuminoid	Spektrofotometer UV-visible (Zahro 2009; Nugraha 2010)
Toatal fenol	Folin Ciocalteu (Senter et al. 1989)
Antioksidan	DPPH yang dilanjutkan dengan uji perbandingan menggunakan Asam Askorbat (Handajani 2009)

Tabel 2. Rancangan Percobaan Acak Lengkap dengan dua faktor

Lama perendaman	Ukuran bubuk		
	S	D	K
T	ST	DT	KT
A	SA	DA	KA
P	SP	DP	KP

Keterangan: S = ukuran 60 mesh, T = perendaman 12 jam, D = ukuran 80 mesh, A = perendaman 24 jam, K = ukuran 100 mesh, P = perendaman 36 jam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Pada umumnya bahan pangan yang mudah rusak adalah bahan pangan yang memiliki kandungan air yang tinggi. Untuk mencegah atau mengurangi kerusakan itu bisa dilakukan pengurangan kadar air dengan cara dikeringkan. Salah satu pengeringan yang bisa digunakan adalah pengering efek rumah kaca. Prinsip kerja pengering *solar dryer* sama dengan pengering efek rumah kaca, dimana pengering *solar dryer* juga menggunakan energi surya atau sinar matahari dengan memanfaatkan penutup transparan untuk menaikkan suhu udara pengeringnya. Lapisan transparan memungkinkan radiasi gelombang pendek dari matahari masuk ke dalam dan mengenai elemen-elemen bangunan. Hal ini menyebabkan radiasi gelombang pendek yang terpantul berubah menjadi gelombang panjang dan terperangkap dalam bangunan karena tidak dapat menembus penutup transparan sehingga menyebabkan suhu menjadi tinggi (Julisti 2010).

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Penentuan kadar air merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas simplisia temulawak yang digunakan. Dalam penelitian Sembiring et al. (2006), kadar air simplisia temulawak maksimal 12%. Hasil analisis kadar air bubuk temulawak ditunjukkan pada Tabel 3.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air bubuk temulawak memiliki nilai rata-rata sebesar 11,389%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar air bubuk temulawak seluruhnya kurang dari 12%. Sampel-sampel tersebut memenuhi karakteristik mutu simplisia temulawak yang dinyatakan dalam penelitian Sembiring et al. (2006), mengatakan bahwa kadar air simplisia temulawak maksimal 12%. Dalam penelitian ini, pengukuran kadar air simplisia hanya didasarkan pada bisa atau tidaknya simplisia tersebut dipatahkan. Pengukuran kadar air simplisia simplisia tersebut diperlukan untuk menghentikan suatu penghentian proses pengeringan. Menurut Cahyono (2007), penghentian proses pengeringan yang dilakukan oleh petani dalam memperoleh gambaran mengenai kadar air simplisia apabila simplisia tersebut bisa dipatahkan. Umumnya kadar air simplisia yang bisa dipatahkan kira-kira antara 10-12%.

Kadar kurkuminoid

Kurkuminoid merupakan fraksi yang memberikan warna kuning pada rimpang temulawak. Kurkuminoid bersifat tidak larut air tetapi larut dalam aseton, alkohol, asam asetat, dan alkali hidroksida. Selain itu, kurkuminoid mempunyai aroma yang khas dan tidak bersifat toksik (Sidik dan Muhtadi 1995). Fraksi kurkuminoid ini stabil terhadap suhu tinggi tetapi tidak stabil terhadap cahaya. Karena sifatnya inilah, apabila kurkumin terkena cahaya maka akan terjadi degradasi atau dekomposisi struktur berupa siklisasi kurkumin (Tonnesen and Karlsen 1985). Menurut Sidik dan Muhtadi (1995), siklisasi kurkuminoid menyebabkan senyawa kurkuminoid terdegradasi menjadi asam ferulat sehingga kadarnya dalam ekstrak menjadi remdah.

Pengaruh ukuran bubuk terhadap kadar kurkuminoid

Pada penelitian ini, perlakuan pengecilan ukuran bubuk temulawak yang berbeda merupakan proses untuk mendapatkan oleoresin temulawak yang berbeda kandungan senyawa aktifnya. Proses pengecilan ukuran bertujuan untuk memperbesar luas permukaan bahan. Sedangkan proses pengayakan bertujuan untuk menghomogenkan bubuk temulawak yang diperoleh dari proses penepungan. Ukuran ayakan yang digunakan ada tiga, yaitu 60, 80 dan 100 mesh. Hasil pengujian analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak dengan perlakuan ukuran bubuk yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 4.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan pengecilan ukuran menggunakan ukuran 60, 80 dan 100 mesh memiliki kadar kurkuminoid yang saling berbeda nyata. Kadar kurkuminoid yang diperoleh dari perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh sebesar 0,289%. Sedangkan dengan perlakuan pengecilan ukuran 80 mesh diperoleh kadar kurkuminoid sebesar 0,396%. Untuk perlakuan pengecilan ukuran 100 mesh, kadar kurkuminoid yang dihasilkan sebesar 0,57%. Hasil tersebut dapat dilihat bahwa pada perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh memiliki kadar kurkuminoid yang paling rendah, diikuti dengan perlakuan pengecilan ukuran 80 mesh, dan perlakuan pengecilan ukuran 100 mesh memiliki kadar kurkuminoid yang paling tinggi.

Pengecilan ukuran merupakan salah satu proses ekstraksi yang bertujuan untuk memperluas atau memperbesar luas permukaan bahan, sehingga kontak antara bahan (bubuk temulawak) dengan pelarut yang digunakan (etanol) menjadi lebih besar. Akibatnya, oleoresin temulawak menjadi lebih mudah terekstrak dan jumlah oleoresin temulawak yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Selain itu, luas permukaan yang semakin besar dimaksudkan untuk mempercepat proses pelarutan senyawa aktif yang terkandung dalam bubuk temulawak. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran bubuk temulawak maka semakin besar kadar kurkuminoid oleoresin temulawak yang dihasilkan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan dari Ketaren (1987) bahwa ekstraksi minyak atsiri dapat dipermudah dengan melakukan perajangan atau pengecilan ukuran untuk merusak dinding-dinding sel yang bersifat semipermeabel, sehingga dengan rusaknya dinding-dinding sel atau jaringan bahan maka minyak menjadi lebih mudah terekstrak.

Pengaruh lama perendaman terhadap kadar kurkuminoid

Pada penelitian ini, lama perendaman bubuk temulawak yang berbeda dilakukan untuk memperoleh oleoresin temulawak yang berbeda kandungan senyawa aktifnya. Lama perendaman bubuk temulawak yang digunakan ada tiga, yaitu 12, 24 dan 36 jam. Lama perendaman bubuk temulawak dilakukan untuk melarutkan senyawa aktif yang terkandung dalam bahan (bubuk temulawak). Hasil pengujian analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak dengan perlakuan lama perendaman bubuk temulawak yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 5.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada perlakuan perendaman 12 jam diperoleh kadar kurkuminoid sebesar 0,318%. Sedangkan kadar

kurkuminoid yang diperoleh pada perlakuan perendaman 24 jam sebesar 0,381%. Dan untuk perlakuan perendaman 36 jam diperoleh kadar kurkuminoid sebesar 0,493%. Dari data tersebut, dapat diketahui bahwa kadar kurkuminoid terendah diperoleh pada perlakuan perendaman 12 jam, diikuti dengan perlakuan perendaman 24 jam, dan kadar kurkuminoid tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman 36 jam.

Perlakuan perendaman bubuk temulawak atau yang dikenal dengan metode maserasi merupakan proses ekstraksi guna menghasilkan oleoresin temulawak. Berdasarkan uji DMRT pada tingkat signifikansi α 0,05 ternyata perlakuan perendaman 12 dan 24 jam tidak berbeda nyata sedangkan pada perlakuan perendaman 36 jam menunjukkan beda nyata terhadap kedua perlakuan lainnya. Semakin lama waktu perendaman bubuk temulawak yang dilakukan, maka kadar kurkuminoid oleoresin temulawak yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan dengan semakin lama proses ekstraksi (lama waktu perendaman), maka semakin lama juga waktu kontak yang terjadi antara bahan (bubuk temulawak) dengan pelarut (etanol). Dari hasil penelitian, diduga bahwa kadar kurkuminoid oleoresin temulawak akan optimal atau meningkat setelah perendaman 24 jam.

Pengaruh interaksi ukuran bubuk dan lama perendaman

Dari analisis statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai signifikansi ukuran bubuk dan lama perendaman diatas α 0,05. Ini berarti bahwa tidak ada interaksi antara ukuran bubuk dan lama perendaman. Adanya interaksi akan ditunjukkan apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dibawah α 0,05. Masing-masing perlakuan ukuran bubuk dan lama perendaman tidak saling mempengaruhi antara yang satu dengan lainnya terhadap kadar kurkuminoid oleoresin temulawak yang dihasilkan. Hasil analisis kadar kurkuminoid oleoresin temulawak yang dihasilkan pada masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 6.

Dari Tabel 6. terlihat bahwa kadar kurkuminoid pada ukuran bubuk 60 mesh dengan perendaman 12 jam tidak berbeda nyata dengan kadar kurkuminoid pada ukuran bubuk 80 mesh dengan perendaman 12 jam dan ukuran bubuk 60 mesh dengan perendaman 24 jam. Kadar kurkuminoid pada ukuran bubuk 80 mesh (12 jam) dan 60 mesh (24 jam) tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 100 mesh pada perendaman 12 jam, ukuran bubuk 80 dan 100 mesh pada perendaman 24 jam dan ukuran bubuk 60 mesh dengan perendaman 36 jam. Pada perlakuan perendaman 24 jam (100 mesh) menghasilkan kadar kurkuminoid yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan ukuran bubuk 80 mesh pada perendaman 36 jam. Dan untuk ukuran bubuk 80 mesh (36 jam) menghasilkan kadar kurkuminoid yang tidak berbeda nyata dengan ukuran 100 mesh pada perendaman 36 jam. Kadar kurkuminoid oleoresin temulawak yang diperoleh mulai dari perlakuan perendaman 12 jam dengan ukuran bubuk 60 mesh sampai dengan perlakuan perendaman 36 jam dengan ukuran bubuk 100 mesh secara berturut-turut adalah 0,183%, 0,325% dan 0,444%; 0,323%, 0,354% dan 0,465%; 0,361%, 0,507% dan 0,612%.

Total fenol

Fenol (C₆H₅OH) atau asam karbolat atau benzenol adalah zat kristal tidak berwarna yang memiliki bau yang khas. Selain itu, fenol memiliki cincin aromatik yang berikatan dengan gugus hidroksil. Senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan karena mampu menyumbangkan atom hidrogen kepada radikal-radikal bebas, sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipid (Widiyanti 2006). Penentuan kandungan fenolik total dapat dilakukan menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu. Semua senyawa fenolik termasuk fenol sederhana dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu. Adanya inti aromatis pada senyawa fenol (gugus hidroksi fenolik) dapat mereduksi fosfomolibdat fosfotungstat menjadi molibdenum yang berwarna biru (Pratimasari 2009).

Pengaruh ukuran bubuk

Proses pengecilan ukuran bertujuan untuk memperbesar luas permukaan bahan. Sedangkan proses pengayakan bertujuan untuk menghomogenkan bubuk temulawak yang diperoleh dari proses penepungan. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak dengan perlakuan pengecilan ukuran yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 7.

Pengecilan ukuran merupakan salah satu cara untuk menghasilkan oleoresin yang tinggi. Perlakuan pengecilan ukuran ini dapat mengoptimalkan proses ekstraksi senyawa aktif yang terkandung dalam temulawak. Pada pengecilan ukuran akan menyebabkan terjadinya gesekan atau benturan antara bahan sumber oleoresin dengan alat pengecil ukuran (*miller*). Selain itu, pengecilan ukuran bertujuan untuk memperbesar luas permukaan bahan. Luas permukaan yang semakin besar dimaksudkan untuk mempercepat proses pelarutan senyawa aktif yang terkandung dan akan menyebabkan kontak antara bahan (bubuk temulawak) dengan pelarut (etanol) yang semakin besar.

Dari data pada Tabel 7, ditunjukkan bahwa ukuran bubuk 60 mesh tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 80 mesh terhadap kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan. Pada ukuran bubuk 80 mesh juga tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 100 mesh terhadap kadar total fenol yang diperoleh. Kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan dengan perlakuan pengecilan ukuran 60, 80 dan 100 mesh secara berturut-turut adalah 1,344%, 1,402% dan 1,568%. Dari hasil tersebut, ditunjukkan bahwa kadar total fenol tertinggi diperoleh pada perlakuan pengecilan ukuran 100 mesh, diikuti dengan perlakuan pengecilan ukuran 80 mesh, dan kadar total fenol terendah diperoleh pada perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh. Jadi, semakin kecil ukuran bubuk temulawak maka kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Tabel 3. Kadar air bubuk temulawak

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
11,167 %	11,667%	11,333%	11,389%

Tabel 4. Kadar kurkuminoid oleoresin temulawak

Ukuran Bubuk	Kadar (%)
Ukuran 60 mesh	0,289a
Ukuran 80 mesh	0,396b
Ukuran 100 mesh	0,507c

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

Tabel 5. Kadar kurkuminoid oleoresin temulawak

Lama Perendaman	Kadar (%)
Perendaman 12 jam	0,318a
Perendaman 24 jam	0,381b
Perendaman 48 jam	0,493c

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

Tabel 6. Kadar kurkuminoid oleoresin temulawak

Sampel	Kadar (%)
Perendaman 12 jam, ukuran 60 mesh	0,183a
Perendaman 12 jam, ukuran 80 mesh	0,325b
Perendaman 12 jam, ukuran 100 mesh	0,444c
Perendaman 24 jam, ukuran 60 mesh	0,323a
Perendaman 24 jam, ukuran 80 mesh	0,354b
Perendaman 24 jam, ukuran 100 mesh	0,465c
Perendaman 36 jam, ukuran 60 mesh	0,361a
Perendaman 36 jam, ukuran 80 mesh	0,507b
Perendaman 36 jam, ukuran 100 mesh	0,612c

Tabel 9. Kadar total fenol oleoresin temulawak

Sampel	Kadar (%)
Perendaman 12 jam, ukuran 60 mesh	1,113a
Perendaman 12 jam, ukuran 80 mesh	1,149b
Perendaman 12 jam, ukuran 100 mesh	1,304c
Perendaman 24 jam, ukuran 60 mesh	1,359a
Perendaman 24 jam, ukuran 80 mesh	1,443b
Perendaman 24 jam, ukuran 100 mesh	1,674c
Perendaman 36 jam, ukuran 60 mesh	1,560a
Perendaman 36 jam, ukuran 80 mesh	1,613b
Perendaman 36 jam, ukuran 100 mesh	1,726c

Tabel 7. Kadar total fenol oleoresin temulawak

Ukuran Bubuk	Kadar (%)
Ukuran 60 mesh	1,344a
Ukuran 80 mesh	1,402b
Ukuran 100 mesh	1,568c

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

Tabel 8. Kadar total fenol oleoresin temulawak

Lama Perendaman	Kadar (%)
Perendaman 12 jam	1,189a
Perendaman 24 jam	1,492b
Perendaman 36 jam	1,633c

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

Pengaruh lama perendaman

Perlakuan lama perendaman dalam proses ekstraksi oleoresin temulawak dapat mengikat senyawa aktif yang terkandung pada bahan (bubuk temulawak). Lama perendaman bubuk temulawak yang digunakan ada tiga, yaitu 12, 24 dan 36 jam. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak dengan perlakuan lama perendaman yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 8.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada perlakuan perendaman 12, 24 dan 36 jam diperoleh kadar total fenol secara berturut-turut sebesar 1,189%, 1,492% dan 1,633%. Dari data tersebut, dapat diketahui bahwa kadar total fenol terendah diperoleh pada perlakuan perendaman 12 jam, diikuti dengan perlakuan perendaman 24 jam, dan kadar total fenol tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman 36 jam.

Perlakuan perendaman yang lebih lama dalam proses ekstraksi bubuk temulawak akan menghasilkan kadar total fenol oleoresin temulawak yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin lama proses ekstraksi maka semakin lama pula waktu kontak yang terjadi antara bahan (bubuk temulawak) dengan pelarutnya (etanol), sehingga menyebabkan semakin banyak komponen fenol yang terlarut selama proses ekstraksi berlangsung. Oleh karena itu, kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan tinggi. Semakin lama waktu perendaman bubuk temulawak, maka akan semakin besar kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan.

Dari hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi α 0,05, dapat diketahui bahwa pada perlakuan perendaman 12 jam menunjukkan beda nyata dengan perlakuan perendaman 24 dan 36 jam. Sedangkan untuk perlakuan perendaman 24 dan 36 jam tidak menunjukkan beda nyata. Hal ini diduga bahwa perlakuan perendaman selama 24 jam merupakan waktu yang efektif dalam menghasilkan kadar total fenol karena pada perendaman 24 jam telah tercapai kondisi yang konstan sehingga dengan perendaman yang lebih lama, yaitu 36 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan.

Pengaruh interaksi ukuran bubuk dan lama perendaman

Dari analisis statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai signifikansi ukuran bubuk dan lama perendaman diatas α 0,05. Ini berarti bahwa tidak ada interaksi antara ukuran bubuk dan lama perendaman. Adanya interaksi akan ditunjukkan apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dibawah α 0,05. Masing-masing perlakuan ukuran bubuk dan lama perendaman tidak saling mempengaruhi antara yang satu dengan lainnya terhadap kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan. Hasil analisis kadar total fenol oleoresin temulawak yang dihasilkan dari tiap-tiap perlakuan ditunjukkan pada Tabel 9.

Pada Tabel 9. dapat diketahui kadar total fenol pada ukuran bubuk 60 mesh dengan perendaman 12 jam tidak berbeda nyata dengan ukuran 80 dan 100 mesh pada perendaman 12 jam dan ukuran bubuk 60 mesh pada perendaman 24 jam. Kadar total fenol pada ukuran 80 dan 100 mesh dengan perendaman 12 jam tidak berbeda nyata

dengan ukuran 60 dan 80 mesh pada perendaman 24 jam. Kadar total fenol pada ukuran bubuk 80 mesh (24 jam) tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 60 dan 80 mesh dengan perendaman 36 jam. Pada ukuran bubuk 60 dan 80 mesh (36 jam) menghasilkan kadar total fenol yang berbeda nyata dengan ukuran 100 mesh pada perendaman 24 jam. Dan untuk ukuran 100 mesh (24 jam) menghasilkan kadar total fenol yang tidak berbeda nyata dengan ukuran 100 mesh pada perendaman 36 jam. Kadar total fenol oleoresin temulawak yang diperoleh mulai dari perlakuan perendaman 12 jam dengan ukuran bubuk 60 mesh sampai dengan perlakuan perendaman 36 jam dengan ukuran bubuk 100 mesh adalah 1,113%, 1,149% dan 1,304% ; 1,359%, 1,443% dan 1,674% ; 1,560%, 1,613% dan 1,726%.

Aktivitas antioksidan

Fungsi utama antioksidan digunakan sebagai upaya untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi (Raharjo dan Rostiana 2005). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat lipid peroksidasi pada makanan. Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksi dalam struktur molekulnya. Salah satu metode uji untuk menentukan aktivitas antioksidan adalah metode DPPH (1,1 Diphenyl-2-picrylhidrazyl). Metode DPPH memberikan informasi reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil. Penangkap radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil (Sunardi 2007).

Pengaruh ukuran bubuk

Pada penelitian ini, adanya aktivitas antioksidan pada masing-masing sampel ditunjukkan dengan penurunan intensitas warna ungu pada larutan yang ditunjukkan dengan mengamati nilai absorbansinya. Hasil analisis aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dengan perlakuan pengecilan ukuran yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 10.

Dari analisis statistik, ditunjukkan bahwa perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh tidak berbeda nyata dengan ukuran 80 mesh terhadap aktivitas antioksidan oleoresin temulawak. Ukuran 80 mesh juga tidak memberikan beda nyata dengan ukuran 100 mesh terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Dari perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh diperoleh aktivitas antioksidan sebesar 48,874%, sedangkan pada perlakuan pengecilan ukuran 80 mesh diperoleh aktivitas antioksidan sebesar 52,311%. Dan untuk aktivitas antioksidan pada perlakuan pengecilan ukuran 100 mesh sebesar 54,654%. Dengan demikian, perlakuan pengecilan ukuran 60 mesh memiliki aktivitas antioksidan yang paling rendah daripada kedua perlakuan lainnya, yaitu perlakuan pengecilan ukuran 80 dan 100 mesh.

Tabel 10. Kadar total oleoresin temulawak

Ukuran Bubuk	Kadar (%)
Ukuran 60 mesh	48,874a
Ukuran 80 mesh	52,311b
Ukuran 100 mesh	54,654c

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

Tabel 11. Kadar antioksidan oleoresin temulawak

Lama Perendaman	Kadar (%)
Perendaman 12 jam	49,878a
Perendaman 24 jam	52,215b
Perendaman 36 jam	53,746c

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

Tabel 12. Kadar antioksidan oleoresin temulawak

Sampel	Kadar (%)
Perendaman 12 jam, ukuran 60 mesh	46,316a
Perendaman 12 jam, ukuran 80 mesh	50,553b
Perendaman 12 jam, ukuran 100 mesh	52,765c
Perendaman 24 jam, ukuran 60 mesh	49,243a
Perendaman 24 jam, ukuran 80 mesh	53,003b
Perendaman 24 jam, ukuran 100 mesh	54,339c
Perendaman 36 jam, ukuran 60 mesh	51,063a
Perendaman 36 jam, ukuran 80 mesh	53,378b
Perendaman 36 jam, ukuran 100 mesh	56,798c
Asam askorbat 500 ppm	97,852d

Efek antioksidan disebabkan karena adanya senyawa fenol seperti yang terdapat pada minyak atsiri. Mekanisme antioksidan pada kurkumin dihubungkan dengan adanya atom H dari gugus fenolik (Sunardi 2007). Dengan adanya proses pengecilan ukuran, maka luas permukaan bahan sumber oleoresin akan semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan aktivitas antioksidannya juga semakin besar. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan oleoresin temulawak akan semakin besar seiring dengan semakin kecilnya ukuran bubuk temulawak yang digunakan dalam proses maserasi.

Pengaruh lama perendaman

DPPH adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil dan berwarna ungu gelap. Setelah bereaksi dengan senyawa antioksidan, DPPH tersebut akan tereduksi dan warnanya akan berubah menjadi kuning. Hasil analisis aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dengan perlakuan lama perendaman yang berbeda-beda ditunjukkan pada Tabel 11.

Pada perlakuan perendaman 12 jam, aktivitas antioksidan yang diperoleh dari oleoresin temulawak sebesar 49,878%. Dengan perlakuan perendaman 24 jam diperoleh aktivitas antioksidan sebesar 52,215%. Sedangkan aktivitas antioksidan sebesar 53,746% diperoleh pada perlakuan perendaman 36 jam. Dari hasil tersebut,

dapat diketahui bahwa aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman 36 jam dan aktivitas antioksidan terendah diperoleh pada perlakuan perendaman 12 jam.

Dari hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi α 0,05 diketahui bahwa pada perlakuan perendaman 12 jam tidak memberikan beda nyata dengan perendaman 24 jam terhadap aktivitas antioksidan oleoresin temulawak. Aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang diperoleh pada perendaman 24 jam tidak berbeda nyata dengan perendaman 36 jam. Hal ini diduga bahwa pada perlakuan perendaman 24 jam telah tercapai kondisi yang konstan dan efisien dalam menghasilkan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang optimal karena aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang diperoleh pada perendaman 24 jam tidak berbeda nyata dengan perendaman 12 dan 36 jam.

Aktivitas antioksidan akan semakin meningkat dengan adanya perlakuan perendaman yang semakin lama. Hal ini dikarenakan adanya waktu kontak yang terjadi antara bahan sumber oleoresin dengan pelarutnya. Semakin lama kontak yang terjadi dapat mengakibatkan semakin tingginya kelarutan senyawa aktif seperti aktivitas antioksidan dari bahan sumber oleoresin. Jadi, aktivitas antioksidan akan semakin meningkat seiring dengan lama waktu perendaman yang dilakukan. Dengan demikian, semakin lama waktu perendaman bubuk temulawak maka aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang dihasilkan akan semakin besar.

Pengaruh interaksi ukuran bubuk dan lama perendaman

Dari analisis statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai signifikansi ukuran bubuk dan lama perendaman diatas α 0,05. Ini berarti bahwa tidak ada interaksi yang artinya perlakuan ukuran bubuk dan lama perendaman tidak saling mempengaruhi terhadap aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang dihasilkan. Hasil analisis aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang dihasilkan dari tiap-tiap perlakuan ditunjukkan pada Tabel 12.

Aktivitas antioksidan oleoresin temulawak pada ukuran bubuk 60 mesh dengan perendaman 12 jam tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 80 dan 100 mesh pada perendaman 12 jam, ukuran bubuk 60 dan 80 mesh pada perendaman 24 jam dan dengan ukuran bubuk 60 mesh pada perendaman 36 jam. Ukuran bubuk 80 dan 100 mesh (12 jam), ukuran bubuk 60 dan 80 (24 jam) dan ukuran bubuk 60 mesh pada perendaman 36 jam menghasilkan aktivitas antioksidan yang tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 100 mesh pada perendaman 24 jam dan ukuran bubuk 80 mesh pada perendaman 36 jam. Aktivitas antioksidan yang dihasilkan pada ukuran bubuk 100 mesh (24 jam) dan ukuran bubuk 80 mesh (36 jam) tidak berbeda nyata dengan ukuran bubuk 100 mesh pada perendaman 36 jam. Dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak yang dihasilkan pada ukuran bubuk 100 mesh (36 jam) berbeda nyata dengan aktivitas antioksidan asam askorbat 500 ppm. Aktivitas antioksidan oleoresin temulawak mulai dari perlakuan perendaman 12 jam dengan ukuran bubuk 60 mesh sampai dengan perlakuan perendaman 36 jam dengan

ukuran bubuk 100 mesh adalah 46,316%, 50,553% dan 52,765% ; 49,2435, 53,003% dan 54,399% ; 51,063%, 53,378% dan 56,798%. Sedangkan aktivitas antioksidan asam askorbat 500 ppm sebesar 97,852%.

Pembanding yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan ini adalah asam askorbat murni dengan kadar 500 ppm. Pemilihan asam askorbat sebagai pembanding karena asam askorbat merupakan antioksidan alami yang memberikan aktivitas antioksidan terbesar dibandingkan dengan antioksidan alami lainnya, seperti tokoferol dan betakaroten. Perbedaan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak dari tiap perlakuan dengan asam askorbat ditunjukkan pada Gambar 3.

Aktivitas antioksidan asam askorbat yang tertera pada Gambar 3. sebesar 97,852%. Sampel ST, DT, KT, SA, DA, KA, SP, DP, KP memiliki aktivitas antioksidan masing-masing sebesar 46,316%, 50,553% dan 52,765%; 49,2435%, 53,003% dan 54,399% ; 51,063%, 53,378% dan 56,798%. Dengan demikian, semua sampel memiliki aktivitas antioksidan setengah kali lebih kecil dari asam askorbat. Meskipun oleoresin temulawak yang dihasilkan memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah tetapi masih berpotensi sebagai antioksidan alami yang nantinya diharapkan dapat menggantikan antioksidan sintetis. Senyawa antioksidan dari oleoresin temulawak ini merupakan antioksidan alami yang diharapkan dapat menggantikan antioksidan sintetis seperti BHA dan BHT. BHA dan BHT merupakan antioksidan sintetis yang banyak digunakan dalam makanan. Antioksidan sintetis ini memiliki kemampuan yang sama dengan antioksidan alami dalam menangkal radikal bebas. Akan tetapi, penggunaan antioksidan sintetis dalam jangka waktu yang panjang dan dengan dosis yang berlebih dapat menyebabkan karsinogenik. Oleh karena itu, antioksidan alami sangat dibutuhkan untuk menggantikan penggunaan antioksidan sintetis untuk menghindari karsinogenik tersebut.



Gambar 3. Uji pembanding aktivitas antioksidan antara oleoresin temulawak dengan asam askorbat. Keterangan: ST = ukuran bubuk 60 mesh, lama perendaman 12 jam, DT = ukuran bubuk 80 mesh, lama perendaman 12 jam, KT = ukuran bubuk 100 mesh, lama perendaman 12 jam, SA = ukuran bubuk

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengecilan ukuran berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif oleoresin temulawak. (i) Perlakuan pengecilan ukuran 100 mesh menghasilkan kandungan senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan) dengan kadar yang lebih tinggi dari pada perlakuan pengecilan ukuran 60 dan 80 mesh, yaitu sebesar 0,507%, 1,568% dan 54,654%; (ii) Perlakuan lama perendaman berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif oleoresin temulawak. Perlakuan perendaman 36 jam memiliki kandungan senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan) dengan kadar yang lebih tinggi dari pada perlakuan perendaman 12 dan 24 jam, yaitu sebesar 0,493%, 1,633% dan 53,746%; (iii) Perlakuan pengecilan ukuran dan lama perendaman tidak memberikan interaksi pada semua parameter uji, dimana perlakuan pengecilan ukuran dan lama perendaman tidak saling mempengaruhi kandungan senyawa aktif (kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan) oleoresin temulawak yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Mulyono E, Yulianingsih. 2006. Prospek Oleoresin dan Penggunaannya di Indonesia. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Adam J. 2008. Alat dan Mesin. <http://billyjoeadam.blogspot.com>. Diakses tanggal 03 November 2010.
- Anonim. 2009. Temulawak. <http://www.osun.org>. Diakses tanggal 30 Oktober 2010.
- Ayu D. 2008. Pola Protein dan Kandungan Kurkuminoid Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cahyono B. 2007. Standardisasi Bahan Baku Obat Alam. Seminar Nasional Penggunaan Obat Bahan Alam Dalam Pelayanan Kesehatan, Semarang.
- Dalimartha S. 2000. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Trubus Agriwidya. Jakarta.
- Handayani S. 2009. Isolasi, Identifikasi Isoflavon, dan Uji Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Berbahan Baku Kedelai Kuning (*Glycine max* L Merrill) Madura Jawa Timur dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi. Seminar Kimia FKIP UNS. Surakarta.
- Julisti B. 2010. Optimasi Proses Pengeringan Bahan Pangan. <http://btgallery.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 18 Mei 2011.
- Ketaren S. 1987. Minyak Atsiri. UI Press. Jakarta.
- Nugraha AA. 2010. Kajian Kadar Kurkuminoid, Total Fenol Dan Aktivitas Antioksidan Oleoresin Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Dengan Variasi Teknik Pengeringan dan Warna Kain Penutup. [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Pratimasari D. 2009. Uji Aktivitas Penangkap Radikal Buah *Carica papaya* L. dengan Metode DPPH dan Penetapan Kadar Fenolik Serta Flavonoid Totalnya. [Skripsi]. UMS, Surakarta.
- Raharjo M, Rostiana O. 2005. Budidaya Tanaman Temulawak. Sirkuler No. 11. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Rukmana R. 1995. Temulawak: Tanaman Rempah dan Obat. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sembiring BB, 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.
- Senter SD, Robertson JA, Meredith FI. 1989. Phenolic compound of the mesocarp of cresthaven peaches during storage and ripening. J Food Sci 54: 1259-1268.

- Sidik MW, Muhtadi A. 1995. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phytomedica. Jakarta.
- Sudarmadji, Haryono B, Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian (Edisi Keempat). Liberty. Yogyakarta.
- Sunardi IK. 2007. Uji aktivitas antioksidan ekstrak belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl (DPPH). Seminar Nasional Teknologi 2007 (Snt 2007). Yogyakarta.
- Tonnesen HH, Karlsen J. 1985. Studies on curcumin and curcuminoids alkaline degradation of curcumin. *Z. Lebens, Unters, Forsch* 180: 132-134.
- Widiyanti R. 2006. Analisa Kandungan Antioksidan dan Fenol pada Jahe. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Zahro L, Cahyono B, Hastuti RB. 2009. Profil tampilan fisik dan kandungan kurkuminoid dari simplisia temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) pada beberapa metode pengeringan. *Jurnal Sains & Matematika* 17 (1): 24-32