

PROFIL TAMPILAN FISIK DAN KANDUNGAN KURKUMINOID DARI SIMPLISIA TEMULAWAK (*CURCUMA XANTHORRHIZA ROXB*) PADA BEBERAPA METODE PENGERINGAN

PROFILE OR PHYSICAL APPEARANCE AND CURCUMINOID CONTENT FROM TEMULAWAK SIMPLISIA (*CURCUMA XANTHORRHIZA ROXB*) AT VARIOUS DRYING METHODS

Laely Zahro¹⁾, Bambang Cahyono¹⁾, Rini Budi Hastuti²⁾

¹Laboratorium Mikrobiologi, ²Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro

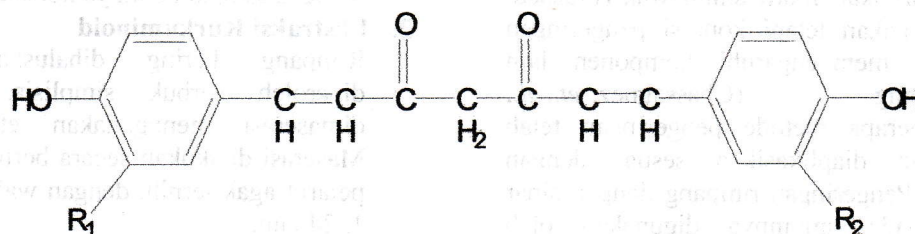
ABSTRAK—Penelitian dilakukan untuk mempelajari pengaruh beberapa metode pengeringan terhadap kualitas simplisia temulawak, yakni dengan melihat tampilan fisik dan kandungan kurkuminoid temulawak. Rimpang temulawak segar dibersihkan, dipotong, dikeringkan dengan beberapa metode pengeringan yaitu pengeringan oven dengan suhu 60°C, pengeringan dengan oven lampu suhu 30°C, pengeringan dengan sinar matahari dari jam 08.00-11.00 dan dari jam 08.00-15.00, dihaluskan, diekstraksi dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV- visible. Simplisia hasil pengeringan oven dan oven lampu mempunyai warna yang cerah dan permukaannya berwarna jingga kekuningan sedangkan simplisia hasil pengeringan matahari berwarna gelap dan terinfeksi jamur putih. Hasil kandungan kurkuminoid ditampilkan dalam persen dari berat kering dan diuji dengan Analisis Varians Eka Arah Kruskal Wallis pada taraf signifikansi 5%. Kadar kurkuminoid yang dihasilkan dari pengeringan oven yaitu 0,68%, 0,92%, 0,91% dan 0,82%, dari pengeringan oven lampu yaitu 0,71%, 0,83%, 0,57%, dan 0,97%, dari pengeringan matahari pada jam 08.00-11.00 yaitu 0,82%, 0,99%, 0,64%, dan 0,89% dan dari pengeringan matahari pada jam 08.00-15.00 yaitu 0,80%, 0,89%, 0,84%, dan 0,93%. Kadar kurkuminoid yang diteliti dari beberapa metode pengeringan tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan.

Kata kunci : kurkuminoid, pengeringan, simplisia, uv-visibel

PENDAHULUAN

Kurkuminoid adalah salah satu golongan senyawa fenolik yang merupakan gabungan dari kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin. Secara luas

digunakan sebagai zat pewarna makanan, antioksidan alami, bumbu, rempah-rempah, dan berguna dalam bidang pengobatan (Gaikar and Dandekar, 2001). Struktur kurkumin terdiri dari dua ortometoksilasi fenol dan β diketon yang terkonjugasi.



Keterangan :

$R_1=R_2=OCH_3$: Kurkumin

$R_1=H$ $R_2=OCH_3$: Demetoksikurkumin

$R_1=R_2=H$: Bisdemetoksikurkumin

Beberapa aktifitas biologis dari golongan senyawa ini telah dilaporkan seperti antiinflamasi, antibakteri, antifungi, antikanker, dan antimutagen (Majeed, *et. al.*, 1999). Golongan senyawa kurkuminoid dapat diperoleh dari ekstrak tanaman dari famili Zingiberaceae khususnya *Curcuma* seperti *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica*, *Curcuma amada*, *Curcuma zedoaria*, *Curcuma caesia*, *Curcuma aerugiosa*, *Curcuma angustifolia*, *Curcuma leucorrhiza*, *Curcuma pierreana*, *Curcuma domestica*, *Curcuma mangga* dan *Curcuma xanthorrhiza* (Gaikar and Dandekar, 2001). Kandungan senyawa bioaktif tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis (spesies tanaman) serta kondisi tempat tumbuh tanaman tersebut. Sebagai contoh, kandungan kurkumin di dalam tanaman *Curcuma zedoaria* berkisar 0,5-0,73% (Paramopojn and Gritsanapan, 2008) sedangkan kandungan kurkumin di dalam tanaman *Curcuma xanthorrhiza* ROXB berkisar 1,6-2,2% (Rukmana, 1995). *Curcuma xanthorrhiza* ROXB merupakan tanaman khas Indonesia (Niumsakel, *et. al.*, 2007) yang kemudian sudah tersebar di beberapa daerah Indo-Malaysia. Tumbuhan yang di Indonesia dikenal dengan nama temulawak ini merupakan salah satu dari sembilan tanaman obat unggulan di Indonesia (Sembiring, *et. al.*, 2006). Produk temulawak pada umumnya disimpan dalam bentuk simplisia agar dapat bertahan lebih lama. Temulawak segar memiliki kadar air sekitar 80-85% sedangkan simplisia mempunyai kadar air dibawah 10% (RSNI 2006 Temulawak). Proses pengeringan akan membantu mengurangi kadar air yang dapat menurunkan mutu temulawak (Praasad, *et. al.*, 2006) akan tetapi kondisi pengeringan juga dapat mempengaruhi komponen lain dalam rimpang (Chassagnez, *et. al.*, 2000). Beberapa metode pengeringan telah dikenal dan diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan. Pengeringan rimpang dengan sinar matahari pada umumnya digunakan oleh masyarakat pedesaan pada saat "panen raya". Petani produsen dan pengolah tanaman obat mengeringkan bahan berkisar dari jam 08.00-11.00. Beberapa petani pengepul dan industri obat tradisional telah menggunakan

oven untuk keperluan pengeringan, sedangkan laboratorium umumnya menggunakan pengeringan angin dengan bantuan sumber panas dari lampu. Penelitian ini mencoba membandingkan ketiga metode pengeringan tersebut untuk mempelajari bagaimana pengaruhnya terhadap kualitas simplisia, berkenaan dengan tampilan fisik dan kandungan kurkuminoid. Pada penelitian ini juga akan dikaji lebih mendalam mengenai kemungkinan menggunakan pengeringan sinar matahari dari pagi sampai sore, yakni dari jam 08.00 - 15.00.

METODE PENELITIAN

Alat. Spektrofotometer UV-Visible (Hitachi-U2800), Lampu detektor UV (Spectroline ENF-24/F), Oven (WTC Binder), Oven lampu, Neraca analitis (Kern 870), Erlenmeyer 250 mL, Labu ukur (1000 mL, 100mL dan 25 mL), Gelas arloji, Pipet tetes, Pipet ukur, Gelas beker, Loyang, Termometer, Kertas saring.

Bahan. Pelarut yang bersifat teknis yaitu etanol 96%, Serbuk kurkuminoid standard dari PT. Essai, Cianjur, Jawa Barat, Sampel rimpang temulawak diambil dari Kebun Institut Obat Bahan Alam Universitas Diponegoro Semarang.

Prosedur Kerja Penelitian. Penelitian bahan alam ini melibatkan beberapa tahapan, yakni:

1. **Pengeringan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* ROXB)**
Rimpang temulawak segar dibersihkan dari kotoran, diiris tipis-tipis, ditimbang masing-masing 100 gram rimpang dan dikeringkan dengan empat metode pengeringan yang berbeda sampai beratnya konstan.
2. **Ekstraksi Kurkuminoid**
Rimpang kering dihaluskan sampai diperoleh serbuk simplisia, kemudian dimaserasi menggunakan etanol 96%. Maserasi dilakukan secara berulang sampai pelarut agak jernih, dengan waktu maserasi 1x24 jam.
3. **Analisis Kuantitatif Kurkuminoid**
Larutan standar kurkuminoid dibuat dalam pelarut etanol 96% dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 mgL⁻¹, kemudian diukur absorbansinya pada λ_{maks} 426,5 nm.

Sebanyak 0,1 mL larutan ekstrak dilarutkan dalam pelarut etanol 96% menjadi 25 mL, kemudian diukur absorbansinya pada λ_{maks} 426,5 nm. Jumlah kurkuminoid dalam sampel dihitung menggunakan kurva kalibrasi. Kadar kurkuminoid ditampilkan dalam persen berat per berat dari berat kering. Hasil yang diperoleh diuji dengan Analisis Varians Eka Arah Kruskal Wallis pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian yang dikehendaki, penelitian bahan alam ini dibagi menjadi tiga bagian, yakni membandingkan beberapa metode pengeringan terhadap kualitas bahan kering (tampilan fisik simplisia), ekstraksi kurkuminoid dan diikuti dengan membandingkan beberapa metode pengeringan terhadap kadar total kurkuminoid.

1. Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Kualitas Bahan Kering

Dari survey yang pernah dilakukan tim Universitas Diponegoro (Cahyono, 2007) tiga metode telah digunakan untuk pengeringan bahan tanaman obat untuk mendapatkan simplisia, yakni pengeringan matahari oleh petani produsen dan pengolah, pengeringan menggunakan almari pengering simplisia dengan sumber lampu yang biasa digunakan oleh laboratorium pengujian dan penelitian, serta pengeringan oven biasa digunakan oleh petani pengepul dan industri obat tradisional. Pada umumnya masyarakat memanfaatkan sinar matahari untuk pengeringan pada jam 08.00 pagi sampai jam 11.00 siang dengan alasan yang tidak jelas yang diperoleh dari mulut ke mulut atau turun temurun. Pada penelitian ini akan dikaji lebih mendalam mengenai kemungkinan menggunakan pengeringan sinar matahari dari pagi sampai sore, yakni dari jam 08.00 pagi sampai jam 3 sore bersamaan dengan metode-metode yang telah dikenal masyarakat (Tabel 4.1).

Tabel 4.1: Perbandingan hasil dari beberapa metode pengeringan

Metode	Suhu	Rata-rata berat (gram)		Waktu pengeringan *	Warna simplisia *
		Awal	Konstan		
Oven	60°C	100	11,739	3 hari	Jingga kekuningan
Oven lampu	30°C	100	15,138	4 hari	Jingga kekuningan
Matahari jam 08.00 - 11.00	28 - 30°C	100	12,638	7 hari	Jingga kecoklatan
Matahari jam 08.00 - 15.00	28 - 45°C	100	14,629	5 hari	Jingga kecoklatan

* Waktu pengeringan adalah waktu yang diperlukan untuk mendapatkan berat konstan simplisia

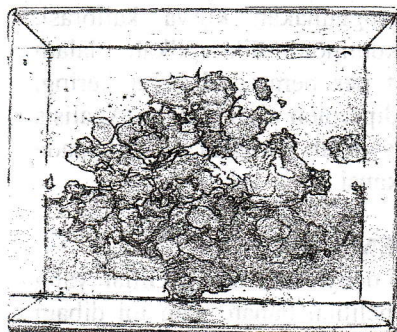
* Simplisia adalah bahan kering hasil dari pengeringan dengan kandungan air sebesar 10-15%

Dari hasil analisis dapat ditunjukkan bahwa pengeringan dengan menggunakan oven waktu pengeringannya paling cepat dibanding dengan metode pengeringan lainnya dan berat konstan simplisia paling kecil, yang memberi indikasi bahwa produk simplisia lebih kering dibanding dengan metode lain. Sesuai dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Pothitirat, *et. al.*, (2006) metode pengeringan oven yang dilakukan pada suhu 50-60°C memerlukan waktu pengeringan 1 - 3 hari. Dari tabel dapat dilihat bahwa suhu pengeringan oven paling besar dibanding dengan metode lain, sehingga laju penguapannya juga paling besar. Suhu adalah salah satu faktor yang mempengaruhi penguapan zat cair. Pada suhu tinggi, lebih banyak molekul air yang menguap karena lebih banyak molekul yang mempunyai cukup energi untuk menguap. Suhu yang tinggi menyebabkan molekul bergerak dengan kecepatan yang tinggi sehingga dapat melampaui gaya tarik dalam zat cair maupun zat padat, maka molekul air akan keluar melalui permukaan dan menjadi gas.

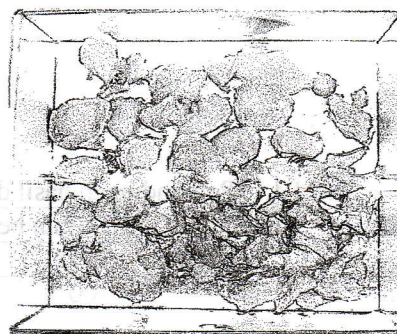
Pada tabel 4.1 dapat dilihat juga bahwa pengeringan oven lampu dengan suhu 30°C membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama dibandingkan pengeringan oven dan berat simplisianya paling besar dibanding metode lainnya yang mengindikasikan bahwa kandungan air dalam simplisia tersebut juga besar. Air yang menguap adalah air yang terikat secara fisik dalam jaringan matriks bahan. Air tipe ini mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba maupun untuk media bagi reaksi-reaksi kimiawi. Apabila kandungan air seluruhnya sudah diuapkan, kandungan air bahan berkisar antara 10 - 15% bergantung pada jenis bahan dan suhu pengeringan. Pengeringan matahari membutuhkan waktu pengeringan lebih lama bila dibandingkan dengan pengeringan oven dan oven lampu. Suhu pengeringan matahari tidak stabil sehingga laju penguapannya juga tidak stabil dan sulit dikontrol dari faktor kelembaban udara serta gerakan angin.

Simplisia hasil dari pengeringan oven dan oven lampu mempunyai bau yang lebih harum, warna yang lebih cerah yakni

berwarna jingga kekuningan. Berdasarkan spesifikasi persyaratan mutu umum, simplisia temulawak mempunyai bau khas temulawak dan secara makroskopis berwarna cerah (RSNI 2006 Temulawak).



Gambar 4.1. Simplisia temulawak hasil pengeringan oven



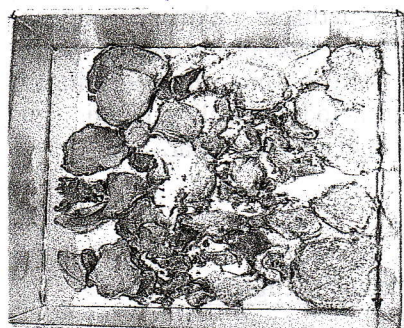
Gambar 4.2. Simplisia temulawak hasil pengeringan oven lampu

Simplisia hasil pengeringan matahari baik dari pagi sampai siang maupun dari pagi sampai sore mempunyai warna yang lebih gelap yaitu berwarna jingga kecoklatan dan terdapat bercak-bercak putih, karena pengeringan dengan sinar matahari dipengaruhi oleh angin yang dapat membawa debu, gangguan burung, serangga, dan mikroorganisme (Praasad, *et. al.*, 2006). Pengeringan dengan sinar matahari secara langsung, dapat menyebabkan kurkuminoid di permukaan simplisia terdegradasi akibat pengaruh sinar ultraviolet dan radikal bebas, mengingat kurkuminoid bersifat sebagai antioksidan kuat. Waktu

pengeringan yang cukup lama dapat menyebabkan simplisia terinfeksi jamur maupun mikroorganisme lain.



Gambar 4.3. Simplisia hasil pengeringan sinar matahari dari jam 08.00 - 10.00



Gambar 4.4. Simplisia hasil pengeringan sinar matahari dari jam 08.00 - 15.00

2. Ekstraksi Kurkuminoid

Setelah proses pengeringan selanjutnya dilakukan proses ekstraksi kurkuminoid dengan cara ekstraksi pelarut. Ekstraksi pelarut adalah metode yang efektif untuk mengekstrak kurkuminoid (Jayaprakasha *et al.*, 2005). Diantara banyak pelarut organik, pelarut etanol adalah salah satu pelarut yang cocok untuk memisahkan kurkuminoid yang optimal (Photitirat *et al.*, 2004). Pada penelitian ini sampel yang telah dikeringkan digerus dalam kurs porselin kemudian diekstrak dengan pelarut etanol 96%. Penggerusan dilakukan untuk memperbesar luas permukaan serbuk sehingga kontak antara pelarut etanol dengan serbuk simplisia juga semakin besar dan kurkuminoid yang terekstrak juga lebih optimal.

3. Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Kadar Total Kurkuminoid

Metode yang telah dilaporkan untuk analisis kurkuminoid yaitu metode spektrofotometri (Jayaprakasha, *et al.*, 2002) dan metode spektrofotometri yang biasa digunakan adalah spektrofotometer UV-visible. Umumnya spektrofotometer UV-visible digunakan untuk menganalisis kandungan total kurkuminoid dari spesies *Curcuma* seperti *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica*, *Curcuma amada*, *Curcuma zedoriai*, *Curcuma caesia*, *Curcuma aerugiosa*, *Curcuma angustifolia*, *Curcuma leucorrhiza*, *Curcuma pierreana*, *Curcuma domestica*, *Curcuma mangga* dan *Curcuma xanthorrhiza* (Gaikar and Dandekar, 2001).

Pada penelitian ini, spektrofotometer UV-visible dipilih karena mengingat kepraktisannya dalam mengidentifikasi kurkuminoid secara total. Pada umumnya, rata-rata kurkuminoid yang terdapat di pasaran adalah kurang lebih 1,93% (Bermawie, dkk., 2006). Ketiga komponen kurkuminoid, yakni kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin masing-masing memiliki kadar 80 - 85%, 15 - 20%, dan 0 - 5% (Ahsan, *et al.*, 1999) dan panjang gelombang maksimum kurkumin adalah 425 nm dengan besar koefisien ekstensi molar ($\epsilon = 65315,55 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ L}$) dalam pelarut metanol (Pothitirat, *et al.*, 2006). Spektrum UV-Visible yang diperoleh menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 426,5 nm (Lampiran B, hal. 30) dengan besar koefisien ekstensi molar kurkumin yaitu $53858,62 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ L}$ dalam pelarut etanol. Perbedaan panjang gelombang ini karena pengaruh pelarut yang lebih polar, menyebabkan pergeseran merah (efek batokromik) yaitu pergeseran ke panjang gelombang yang lebih besar.

Panjang gelombang kurkumin (426,5 nm) dipilih untuk diterapkan dalam analisis kurkuminoid karena mayoritas komponen adalah kurkumin. Sebagai tahap awal, persamaan grafik dibuat dari nilai absorbansi kurkuminoid standar (Lampiran C, hal. 31) untuk menghitung jumlah kurkuminoid dalam sampel temulawak. Setelah memperhitungkan

faktor pengenceran, secara lengkap hasil perhitungan kadar total kurkuminoid masing-masing sampel dari metode pengeringan yang berbeda dipaparkan pada tabel 4.2.

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kadar total kurkuminoid hasil dari pengeringan oven dan oven lampu lebih kecil dibandingkan dengan hasil dari pengeringan sinar matahari, meskipun secara fisik simplisia hasil pengeringan oven dan oven lampu lebih bagus. Hal ini terjadi karena kurkuminoid yang terdegradasi pada simplisia hasil pengeringan matahari hanya kurkuminoid yang berada di permukaan simplisia.

Kadar total kurkuminoid dari masing-masing sampel menunjukkan nilai yang cukup fluktuatif dengan selisih rata-ratanya tidak jauh berbeda. Hasil tersebut dianalisis dengan metode statistik. Setelah dilakukan uji kenormalan, data tersebut menunjukkan distribusi yang tidak normal, sehingga

digunakan tehnik analisis nonparametrik, yakni menggunakan uji Analisis Varians Satu Arah Kruskal Wallis dengan taraf signifikansi 5%. Hasilnya menunjukkan nilai H hitung lebih kecil dari H tabel (Lampiran E, hal. 36), menyatakan bahwa kadar total kurkuminoid dari empat metode pengeringan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Dengan demikian, penggunaan metode pengeringan yang berbeda yakni pengeringan menggunakan oven, oven lampu, sinar matahari dari pagi sampai siang dan sinar matahari dari pagi sampai sore tidak berpengaruh terhadap kadar total kurkuminoid temulawak. Dari keempat metode pengeringan tersebut, metode pengeringan oven adalah metode yang paling efektif karena memerlukan waktu pengeringan yang paling cepat sedangkan metode yang paling efisien adalah metode pengeringan matahari karena metode ini paling praktis dan tidak memerlukan biaya yang besar.

Tabel 4.2: Kadar total kurkuminoid (% b/b) dari beberapa metode pengeringan

Metode	Kadar total kurkuminoid (%)				Rata-rata
	a	b	c	d	
Oven	0,68	0,92	0,91	0,82	0,83
Oven lampu	0,71	0,83	0,57	0,97	0,77
Sinar matahari dari jam 08.00-10.00	0,82	0,99	0,64	0,89	0,84
Sinar matahari dari jam 08.00-15.00	0,80	0,89	0,84	0,93	0,86

* Kadar kurkuminoid dari berat kering temulawak

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kadar total kurkuminoid hasil dari pengeringan oven dan oven lampu lebih kecil dibandingkan dengan hasil dari pengeringan sinar matahari, meskipun secara fisik simplisia hasil pengeringan oven dan oven lampu lebih bagus. Hal ini terjadi karena kurkuminoid yang terdegradasi pada simplisia hasil pengeringan matahari hanya kurkuminoid yang berada di permukaan simplisia.

Kadar total kurkuminoid dari masing-masing sampel menunjukkan nilai yang cukup fluktuatif dengan selisih rata-ratanya tidak jauh berbeda. Hasil tersebut dianalisis dengan metode statistik. Setelah dilakukan uji kenormalan, data tersebut menunjukkan distribusi yang tidak normal, sehingga digunakan teknik analisis nonparametrik, yakni menggunakan uji Analisis Varians Satu Arah Kruskal Wallis dengan taraf signifikansi 5%. Hasilnya menunjukkan nilai H hitung lebih kecil dari H tabel (Lampiran E, hal. 36), menyatakan bahwa kadar total kurkuminoid dari empat metode pengeringan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Dengan demikian, penggunaan metode pengeringan yang berbeda yakni pengeringan menggunakan oven, oven lampu, sinar matahari dari pagi sampai siang dan sinar matahari dari pagi sampai sore tidak berpengaruh terhadap kadar total kurkuminoid temulawak. Dari keempat metode pengeringan tersebut, metode pengeringan oven adalah metode yang paling efektif karena memerlukan waktu pengeringan yang paling cepat sedangkan metode yang paling efisien adalah metode pengeringan matahari karena metode ini paling praktis dan tidak memerlukan biaya yang besar.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat dibuat kesimpulan, yaitu:

1. Tampilan fisik simplisia temulawak hasil pengeringan oven dan oven lampu lebih bagus dibandingkan simplisia hasil pengeringan dengan sinar matahari dari pagi sampai siang maupun dari pagi sampai sore.

2. Perbedaan metode pengeringan oven, oven lampu, sinar matahari dari pagi sampai siang dan sinar matahari dari pagi sampai sore tidak berpengaruh terhadap kadar total kurkuminoid simplisia temulawak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahsan, H., Parveen, N., Khan, N.U., and Hadi, S.M., 1999, *Chemico-Biological Interaction*, 121(2), 161-175.
2. Almagro, E.Q., and Alperi, J.D., 2002, *Method for Obtaining Apolar and Polar Extracts of Curcuma and Applications Thereof*, *United States Patent*, 6,440,468.
3. Bambilra, M.L.A., Junqueira, R.G., and Gloria, M.B.A., 2002, *Influence of Post Harvest Processing Conditions on Yield and Quality of Ground Turmeric (Curcuma longa L.)*, *Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal*, 45(4), 423-429.
4. Bermawie, N., Rahardjo, M., Wahyono, D., dan Ma'mun, 2006, *Status Teknologi dan Pasca Panen Tanaman Kunyit dan Temulawak sebagai Penghasil Kurkumin*, Balai Penelitian dan Pengembangan Obat dan Aromatika, Bogor.
5. Darusman, L.K., Batubara, I., dan Indariani, S., 2006, *Sosialisasi RSNI Temulawak*, Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB, Bogor.
6. Cahyono, B., 2007, *Standardisasi Bahan Baku Obat Alam di Jawa Tengah*, Seminar Nasional, Penggunaan Obat Bahan Alam untuk Kesehatan, Semarang, 29 Agustus 2007.
7. Chassagnez, M.A.L., Machado, N.T., Araujo, M.E., Maia, J.G., and Mereiles, M.A.A., 2000, *Supercritical CO₂ Extraction of Curcumins and Essential Oil from*

- the Rhizomes of Turmeric (*Curcuma longa* L.), *J. Ind. Eng. Chem. Res.*, 39, 4729-4733.
8. Chearwae, W., Anuchapreeda, S., Nandigama, K., Ambudkar, S.V., and Limtrakul, P., 2004, Biochemical Mechanism of Modulation of Human P-Glycoprotein (ABCB1) by Curcumin I, II, and III Purified from Turmeric Powder, *Journal of Biochemical Pharmacology*, 68, 2043-2052.
 9. Clark, R.D., 1990, *Organic Chemistry Laboratory Standard and Microscale Experiments*, Saunder College Publishing, United States of America, 45.
 10. Dwijoseputro, D., 1986, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Gramedia, Jakarta.
 11. Gaikar, V.G., and Dandekar, D.V., 2001, Process for Extraction of Curcuminoids from Curcuma Species, *United States Patent*, 6,224,877.
 12. Jayaprakasha, G.K., Rao, L.J.M., and Sakariyah, K.K., 2002, Improved HPLC Method for The Determination of Curcumin, Demethoxycurcumin and Bisdemethoxycurcumin, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3668-3672.
 13. Kemala, S., Sussiarto, Pribadi A.R., Yuhono, J.T., Yusron, M., Mauludi, M., Rahardjo, M., Ferry, Y., Waskito, B., dan Nurhayati, H., 2003, *Studi Serapan Pasokan dan Pemanfaatan Tanaman Obat di Indonesia*, Laporan Teknis Penelitian Bagian Proyek Penelitian Tanaman Rempah dan Obat APBN Tahun 2004, Balai Penelitian Rempah dan Obat, Bogor, 143-241.
 14. Lestari, S., 1978, *Pengaruh Blanching dan Cara Pengeringan Terhadap Kualitas Temulawak Kering*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
 15. Madsen, B., Garcia, V.H., and Vera, L.H., 2003, Purification Process for Improving Total Yield of Curcuminoid Colouring Agent, *United States Patent*, 6,576,273.
 16. Majeed, M., Badmaev, V., and Rajemdran, R., 1999, Bioprotectant Composition Method of Use and Extraction Process of Curcuminoid, *United States Patent*, 5,861,415.
 17. Masuda, T., Hidaka, K., Shinohara, A., Maekawa, T., Takeda, Y., and Yamaguchi, H., 1999, Chemical Studies on Antioxidant Mechanism of Curcuminoid: Analysis of Radical Reaction Products from Curcumin, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 71-77.
 18. Niomsakel, S., Hirunsaree, A., Wattanapitayakul, S., Junsuwanih, N., and Prapanupun, K., 2007, An Antioxidative and Cytotoxic Substance Extracted from *Curcuma comosa* ROXB, *Journal of Thai Traditional and Alternative Medicine*, 5(1).
 19. Paramapojn, S., and Gritsanapan, W., 2008, Quantitative Analysis of Curcuminoids in *Curcuma zedoaria* Rhizomes in Thailand by HPLC Method, *Acta Hort (ISHS)* 786:169-174.
 20. Pitasawat, B., Choochote, W., Tuetun, B., Tippawangkosol, P., Kanjanapothi, D., Jitpakdi, A., and Riyong, D., 2003, Repellency of Aromatic Turmeric *Curcuma aromatica* Under Laboratory and Field Conditions, *Journal of Vector Ecology*, 28(2), 234-240.
 21. Pothitirat, W., and Gritsanapan, W., 2006, Variation of Bioactive Components in *Curcuma longa* in Thailand, *Current Science*, 91(10), 1397-1400.
 22. Praasad, J., Vijay, V.K., Tiwari, G.N., and Sorayan, V.P.N., 2006, Study on Performance Evaluation of Hybrid Drier for Turmeric (*Curcuma longa* L.)

Artikel Penelitian

- Drying at Village Scale, *Journal of Food Engineering*, 4(75), 497-502.
23. Rahardjo, M., dan Rostiana, O., 2005, *Budidaya Tanaman Temulawak*, Balai Penelitian dan Pengembangan Obat dan Aromatika, Bogor.
 24. Rukayadi, Y., Yong, D., and Hwang, J.K., 2006, In Vitro Anticandidal of Xanthorrhizol Isolated from *Curcuma xanthorrhiza* ROXB, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 57, 1231-1234.
 25. Rukmana, Rahmat, 1995, *Temulawak Tanaman Rempah dan Obat*, Kanisius, Yogyakarta, 14, 16-17.
 26. Sembiring, B.B., Ma'mun, dan Ginting, E.I., 2006, Pengaruh Kehalusan Bahan dan Lama Ekstraksi Terhadap Mutu Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* ROXB), *Balai Penelitian Rempah dan Obat*, 2(17), 53-58.
 27. Sidik, M., dan Muhtadi, A., 1995, *Seri Pustaka Tanaman Obat: Temulawak (Curcuma xanthorrhiza ROXB); Pengembangan dan Pemanfaatan Obat Bahan Alam*, Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phyto Medika, Jakarta.
 28. Sudradjat, M., 1985, *Statistika Nonparametrik*, Armico, Bandung.
 29. Tjirosoepomo, G., 2004, *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*, UGM Press, Yogyakarta.
 30. Widyastuti, Y., 1997, *Penanganan Pasca Panen Tanaman Obat Komersil*, Kanisius, Yogyakarta.