



REKAYASA MESIN PENEPUK TIPE *DOUBLE JACKET* UNTUK KOMODITAS BIOFARMAKA

(*Design and Manufacturing Disc Milling Machine - Double Jacket Type for Herbs*)

Raffi Paramawati, Sigit Triwahyudi, Mardison, dan Reni Yuliana Gultom

Perekayasa pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
P.O. Box 02., Serpong, Tangerang 15310, Banten, Indonesia

ABSTRAK

Teknologi pengolahan biofarmaka, terutama mesin-mesin pengolahan merupakan salah satu kendala dalam mengembangkan pengolahan biofarmaka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan mesin penepung biofarmaka, yang dapat mempertahankan komponen aktif dalam rimpang maupun dedaunan yang termasuk dalam kelompok biofarmaka. Metode yang digunakan adalah analisis teknis, perancangan desain, pabrikasi dan pengujian. Perekayasa ini telah menghasilkan mesin penepung tipe *double jacket* untuk menghancurkan dan menepung simplisia rajangan kering. Komponen utama adalah ruang penepung yang terdiri dari piringan berputar yang di dalamnya terdapat pin-pin, yang akan membuat gesekan dengan pin-pin lain yang terdapat dalam piringan diam, gesekan memberikan efek menghancurkan dan menepungkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komponen pelapis *double jacket* mampu menahan kenaikan suhu di dalam ruang penepung dan mampu mempertahankan kadar air tepung setara dengan kadar air simplisia asalnya. Tepung yang dihasilkan mencatat keseragaman ukuran partikel yang tinggi dan mempunyai kandungan minyak atsiri dan *oleoresin* yang lebih tinggi dibandingkan tepung komersial yang dibeli di pasar.

Kata kunci: mesin penepung, biofarmaka, *double jacket*, tepung

ABSTRACT

Processing technology included machinery is one of the constraints in herb processing development. Objective of this research is to develop herb milling machine, which could maintain active components in herb-rhizome as well as herb-leaf. The method consists of technical analysis, design, manufacturing and testing. A type of double jacket disc milling machine has been designed and constructed to crush the sliced-dried rhizome or other dried materials. Rotary disc with several pins inside has made friction with other pins attaches to stationary disc within milling chamber, which then crushing and milling will be occurred. Result showed that the double jacket type has performed good work in maintain the temperature within milling chamber and also retard the moisture content of the flour. Out put flour noted uniformity size in particle and higher in essential oil content as well as oleoresin compare to that of commecial herb flour that bought from the market.

Key words: disc milling machine, herb, double jacket, flour

PENDAHULUAN

Penepungan merupakan salah satu proses lanjut pada pengolahan komoditas biofarmaka, baik berbahan dasar rimpang, kulit batang maupun daun. Penepungan termasuk upaya pengecilan ukuran hingga partikelnya berbentuk bubuk. Tepung atau bubuk dapat dikonsumsi langsung dengan cara diseduh, dibentuk pill atau dimasukkan ke dalam kapsul. Sebagai contoh, kunyit putih dalam bentuk tepung dan kapsul telah diproduksi untuk pencegahan dan pengobatan kanker, salah

satunya adalah kapsul kunir putih produksi Jamu IBOE (Jessica, 2007).

Selain dikonsumsi langsung, tepung biofarmaka juga dapat diolah lebih lanjut misalnya untuk diekstrak komponen minyak atsiri atau *oleoresinnya*. Contohnya beberapa obat kanker dengan komponen aktif *curcumol* dan *curdione* diambil dari ekstrak minyak atsiri temu putih (*Curcuma zedoaria*). Atau produk *oleoresin* yang diekstrak dari jahe digunakan sebagai bahan penyedap makanan dan minuman (Prasetyo dan Mulyono, 1987). Penelitian tentang komponen aktif dari ekstrak

rimpang juga semakin berkembang (Zakaria dan Veronika, 2002; Tejasari et.al., 2002; Syukur, 2003). Selain itu, biofarmaka dalam bentuk tepung atau bubuk akan mempermudah penanganan maupun distribusi dan memperpanjang umur simpannya (Harpem, 2005). Namun pengemasan bubuk harus menggunakan kemasan hermetik, agar komponen *volatilnya* tidak mudah hilang. Menurut Sunarno (2002), jahe bubuk yang disimpan selama 6 bulan dalam karung plastik mengalami kehilangan komponen volatil sebanyak 50 %.

Beberapa jenis rimpang yang telah umum dibudidayakan dan diperdagangkan sebagai komoditas biofarmaka dan rempah antara lain jahe, temulawak, kunyit, kencur dan lengkuas (Kadir, 2001; Rostiana et.al., 2005; Rostiana, 2006). Standar SNI untuk bubuk rempah mensyaratkan ukuran partikel bubuk sebesar 40 mesh, dengan kelolosan ayakan minimal 90%, kadar air maksimum 12%, kadar abu maksimum 7% dan persyaratan lain yang berkaitan dengan keamanan pangan (SNI, 1995). Untuk memproduksi bubuk biofarmaka dengan standar ukuran partikel, kadar air dan kadar abu memang tidak sulit, namun menjadi sulit apabila dikaitkan dengan syarat komponen minyak atsiri harus tetap tinggi. Karena pada umumnya petani atau pengrajin melakukan proses produksi secara tradisional, termasuk kemungkinan pada proses penepungannya.

Di pasaran mesin penepung terutama tipe *hammer mill* dan *disc mill* telah banyak dijual. Alam dan Hardjosuwito (1989) telah memodifikasi *hammer mill* untuk mengupas kopi. Namun tipe mesin penepung tersebut kurang cocok untuk penepungan biofarmaka sebagai bahan baku jamu, mengingat akibat gesekan akan menimbulkan panas yang akan berakibat pada hilangnya sebagian minyak atsiri atau komponen aktif yang sangat penting. Dalam penelitian ini dilakukan rekayasa mesin penepung yang dilengkapi dengan sistem *double jacket* (jaket ganda), yang mampu mempertahankan suhu ruang penepung agar tidak meningkat.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam kegiatan ini meliputi bahan rekayasa, bahan uji serta bahan pembantu. Bahan rekayasa terdiri dari plat *stainless steel food grade*, besi siku, besi kanal, pipa stall kotak, pisau, *V belt*, *pulley*, kontaktor, motor listrik, *reduction gear* dan sebagainya. Bahan uji berupa jahe, temu putih

dan lengkuas merah, yang semuanya dibeli dalam bentuk segar dari pasar Senen. Bahan pembantu antara lain kawat las, cat, batu gerinda dan sebagainya.

Pengujian fungsional maupun verifikasi dilakukan dengan menggunakan instrumen-instrumen ukur, seperti pengukur putaran *disc mill* (*Tachometer*), pengukur keseragaman partikel (*Ayakan Tyler*), dan pengukur kadar air (*Infrared FD 240*). Sedangkan pengujian mutu simplisia kering dilakukan di laboratorium dengan peralatan analisa yang memenuhi syarat.

Metodologi

Metode baku perkerayaan dimulai dari prarancangan (gambar sketsa), dilanjutkan dengan rancangan (perhitungan-perhitungan desain teknik), pembuatan gambar teknik (desain), pabrikasi (konstruksi prototipe), hingga pengujian (uji fungsional dan uji verifikasi). Dalam pengujian, selain dilakukan pengamatan terhadap kinerja mesin, dilakukan pula pengamatan parameter mutu simplisia kering berupa kandungan minyak atsiri (SNI, 1992), oleoresin (AOAC Chapter 35 1984), kadar abu (SNI, 1995), kadar abu tidak larut asam (SNI, 1995) dan kadar serat (SNI, 1992). Untuk mendapatkan simplisia kering, hasil rajangan dikeringkan dengan mesin pengering hingga kadar air lebih kecil atau sama dengan (\leq) 10%.

Rancangan Fungsional

Rancangan penepung ini adalah tipe *disc mill double jacket*. Beberapa bagian dari mesin penepung rimpang yang memerlukan perancangan khusus adalah kapasitas penggilingan dan diameter as. Prinsip kerja dari mesin penepung rimpang ini adalah dengan prinsip pemukulan, dalam hal ini bahan ditempatkan dalam *hopper* dan masuk ke dalam ruang penepungan dan dipukul dengan pemukul berputar dengan berbagai macam putaran antara 1.500 - 4.000 rpm. Ukuran *hopper* berupa piramida terpancung dengan ukuran penampang atas 300 x 200 mm dan penampang bawah 100 x 80 mm dan tinggi 250 mm.

Kecepatan putar gigi penggiling dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$np = nm \times \frac{\phi 2}{\phi 1} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

np = Putaran pisau (*rpm*)

$\phi 1$ = Diameter *pulley* pada as gigi penggiling (*inchi*)

$\phi 2$ = Diameter *pulley* pada as motor (*inchi*)

nm = Putaran Motor (*rpm*)



Dengan menggunakan persamaan diatas maka dapat dihitung putaran gigi penggiling dengan mengetahui bahwa motor yang digunakan dengan putaran 1.600 rpm, pada as motor terdapat pulley dengan diameter 4 inchi dan pulley 4 inchi pada as gigi penggiling sehingga putaran gigi penggiling dapat dihitung sebagai berikut:

$$np = nm \times \frac{\phi 2}{\phi 1} \rightarrow$$

$$np = 1.600 \text{ rpm} \times \frac{4 \text{ inchi}}{4 \text{ inchi}} = 1.600 \text{ rpm}$$

Ketebalan rajangan rata-rata adalah 2-3 mm, sedangkan luas penampang hopper $250 \times ((300 \times 200) + (100 \times 80)) / 2 = 8.500,00 \text{ mm}^2$ sedangkan berat jenis rimpang adalah 0,4675 kg/lit. Maka dari parameter diatas dapat dilakukan perhitungan kapasitas secara teoritis dengan persamaan berikut :

$$Kapasitas = np \times A \times t \times BJ \times 6 \times 10^{-5} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- Kapasitas = Kapasitas penggilingan (Kg/Jam)
- np = Putaran gigi penggiling (rpm)
- A = Luasp penampang hopper (mm²)
- t = Ketebalan rajangan (mm)
- BJ = Berat jenis (kg/liter)

Sehingga kapasitas penggilingan secara teoritis dengan asumsi mesin berjalan secara kontinyu adalah:

$$Kapasitas = np \times A \times t \times BJ \times 6 \times 10^{-5}$$

$$Kapasitas = 1.600 \times 8.500.000 \times 3 \times 0,4675 \times 6 \times 10^{-5}$$

$$Kapasitas = 1.144 \text{ kg/jam}$$

Dalam pengoperasian mesin ini, mesin beroperasi dengan *system loading* dan *unloading* bahan sehingga hampir 50 % dari waktu operasi digunakan untuk proses tersebut maka kapasitas secara teoritis menjadi 572 kg/jam.

Kebutuhan daya penggilingan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P = \frac{2 \pi NT}{60} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- P = Power Motor (Watt)
- N = Putaran Motor (rpm)
- T = Torsi (Nm)

$$T_{\max} = \frac{\pi}{16} f_s \times d^3 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- N = Putaran Motor (rpm)
- d = Diameter As transmisi (cm)
- fs = Tahanan geser (kg/cm²)

Dari kedua persamaan diatas maka dapat di gabungkan untuk menentukan diameter as transmisi yang digunakan dalam proses perancangan ini (Khurmi and Gupta, 1982). Sehingga persamaan untuk menghitung diameter menjadi sebagai berikut:

$$d = \sqrt[3]{\frac{960 \times P}{2\pi^2 \times f_s \times N}} \dots\dots\dots(5)$$

Daya motor yang digunakan 5 HP (4.04 kW), sedangkan tahanan geser rimpang jahe adalah 14 kg/cm² dari data ini dan data pendukung lainnya dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas secara teoritis.

$$d = \sqrt[3]{\frac{960 \times P}{2\pi^2 \times f_s \times N}} \rightarrow$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{960 \times 4.044}{2(3.14)^2 \times 14 \times 1.600}} = 1,13 \text{ cm} \sim 11 \text{ mm}$$

Dengan pertimbangan faktor keamanan, dimana putaran 1.600 rpm termasuk dalam putaran tinggi, maka digunakan angka faktor keamanan adalah 4, sehingga diameter as yang dibutuhkan untuk mentransmisi daya dari motor ke piringan penggiling adalah 44 mm.

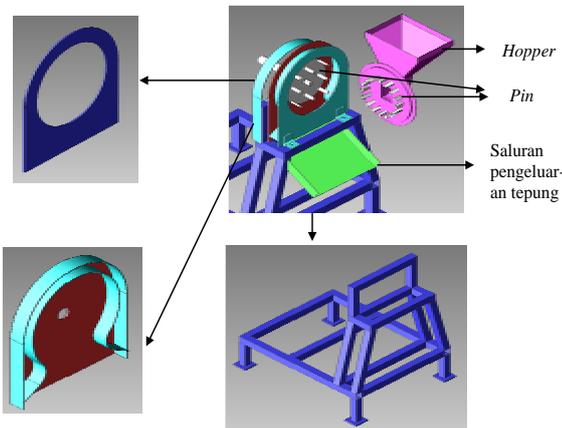
HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Mesin Penepung tipe *Double Jacket*

Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama antara lain rangka, ruang penepungan, gigi penepungan (gigi diam dan gigi bergerak) dan motor penggerak. Gambar desain komponen-komponen utama dalam mesin

penepung tipe *Double Jacket* dalam bentuk tiga dimensi tersaji pada Gambar 1. Komponen terpenting dalam mesin penepung tipe *double jacket* ini adalah komponen penepungan yang terdapat di ruang penepung. Komponen ini berupa dua buah piringan, salah satu berputar dan yang lainnya diam. Pada kedua piringan tersebut terdapat pin-pin pemukul dengan jarak dan ukuran yang diatur sedemikian rupa, sehingga akibat dari pukulan *pin-pin* tersebut dan efek gesekan menyebabkan hancurnya bahan kering yang dimasukkan.

Untuk mendapatkan ukuran tepung tertentu, maka di sekeliling ruang penepung dipasang saringan. Saringan ini dapat diganti sesuai dengan tingkat kehalusan tepung yang diinginkan. Jika ukuran tepungnya masih belum sesuai dengan ukuran saringan yang ada, maka produk tersebut akan terangkat, terpukul dan tergesek oleh pergerakan *pin* yang ada dalam ruang penepung sampai ukuran tepung tertentu yang dapat lolos dari saringan. Tepung yang lolos saringan akan keluar melalui saurang pengeluaran. SNI mensyaratkan kelolosan lebih dari 90% pada ukuran 40 *mesh*, namun produk yang langsung dikonsumsi memerlukan ukuran yang lebih kecil lagi, yaitu hingga 80 *mesh* dengan kelolosan lebih dari 90%.



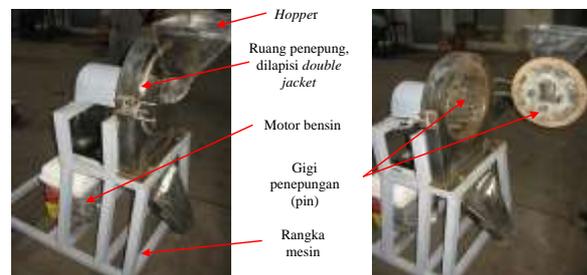
Gambar 1. Rancangan desain mesin penepung rimfang

Proses Pabrikasi

Proses pabrikasi mesin penepung tipe *double jacket* ini meliputi pekerjaan perbengkelan baik pekerjaan konstruksi seperti pengelasan, perakitan dan *finishing*. Selain pekerjaan konstruksi, banyak bagian-bagian mesin yang di kerjakan melalui proses

machining seperti bubut, *milling*, *drilling* dan lain sebagainya.

Mesin ini terbuat dari bahan *stainless steel* sehingga dalam pengelasannya menggunakan las MIG atau lebih dikenal dengan las argon. Proses pengelasan dengan menggunakan argon harus dilakukan, karena untuk bahan *stainless steel* perlu dihindarkan timbulnya kerak sisa pengelasan atau percikan bahan las yang dapat mengotori komponen lainnya. Bagian lain, misalnya komponen pendukung berupa rangka mesin menggunakan bahan besi kotak, dalam hal ini proses pengelasannya dilakukan dengan proses pengelasan biasa.



Gambar 2. Bagian-bagian penting pada mesin penepung tipe *double jacket*

Setiap komponen menjalani proses pabrikasi yang berbeda sesuai dengan fungsi komponen tersebut. Untuk bagian konstruksi dan perakitan dilakukan dengan pengelasan dan sambungan menggunakan baut dan rivet, sedangkan untuk komponen dalam ruangan penepung dipabrikasi dengan proses *machining*. Perlakuan khusus ini dilakukan karena komponen dalam ruang penepung membutuhkan tingkat kepresisian (*precision*) yang tinggi. Semua proses atau kegiatan pabrikasi dipandu oleh gambar desain yang di tuangkan dalam bentuk gambar kerja.

Pengujian mesin penepung

Setelah pabrikasi selesai, dilakukan pengujian yang terdiri dari uji fungsional dan verifikasi. Uji fungsional untuk mengetahui apakah prototipe mesin hasil rancang bangun serta komponennya sudah dapat berfungsi dengan baik. Sedang uji verifikasi untuk mengetahui kinerja (*performance*) dari mesin tersebut. Sebagai pembanding, mesin penepung tepung kapasitas 25 kg biji-bijian/jam dioperasikan untuk menepungkan simplisia jahe



kering. Ternyata setelah 1 menit putaran piringan berhenti sehingga proses penepungan tidak terjadi. Sementara itu mesin penepung *double jacket* dapat beroperasi terus dan tidak mengalami hambatan dengan putaran piringan. Dari pengamatan beberapa kali ulangan diperoleh kapasitas penepung adalah 24,5 kg/jam.

Hasil uji mesin penepung menunjukkan bahwa lapisan *double jacket* mampu menahan peningkatan suhu yang terjadi akibat gesekan antara pin dengan pin dan pin dengan bahan (biofarmaka). Gesekan antar pin akibat gerakan salah satu piringan yang berputar dengan kecepatan tinggi (1.600 rpm) memang meningkatkan suhu dari suhu 27°C menjadi 35°C setelah 20 menit beroperasi. Suhu tersebut relatif masih rendah dibandingkan suhu as putar (terletak di samping ruang penepung) yang mencapai 43°C. Sementara suhu tepung relatif sama dengan suhu ruang penepung (35°C). Dalam kaitan dengan fungsi *double jacket*, tampaknya komponen ini dapat berfungsi dengan baik dalam menjaga suhu di ruang penepung.

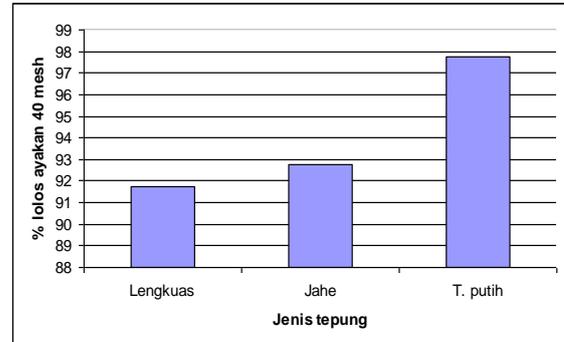
Tabel 1. Pengaruh komponen *double jacket* terhadap ruang penepung

Menit ke	Suhu (°C) pada		
	As putar	Ruang penepung	Tepung j jahe
0	27	27	27
10	35	28	28
20	43	35	36

Hasil uji ukuran dan keseragaman partikel tepung (bubuk) menunjukkan ke tiga jenis tepung (lengkuas, jahe dan temu putih) memenuhi persyaratan SNI yaitu pada kelolosan ayakan 40 mesh di atas 90%. Tepung lengkuas mencatat nilai terkecil kelolosan diantara ketiganya yaitu 91,70%, sedangkan tepung jahe dan tepung temu putih masing-masing 92,70 dan 97,75%.

Dari 6 kali ulangan penepungan diperoleh kadar air yang bervariasi tergantung dari kadar air simplisia temu putih yang akan digiling menjadi tepung. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa mesin penepung *double jacket* tidak mempengaruhi peningkatan atau penurunan kadar air dari bahan yang digiling. Berdasarkan standar SNI tentang kadar air maksimum 12%, kadar air tepung seperti pada Tabel 2 memenuhi standar tersebut bahkan jauh

lebih baik. Kadar air rendah menyebabkan kapang tidak dapat tumbuh, sehingga akan memperpanjang umur simpan tepung rimpang. Salah satu keuntungan mesin penepung *double jacket* adalah mampu mempertahankan kadar air sesuai dengan kondisi simplisianya.

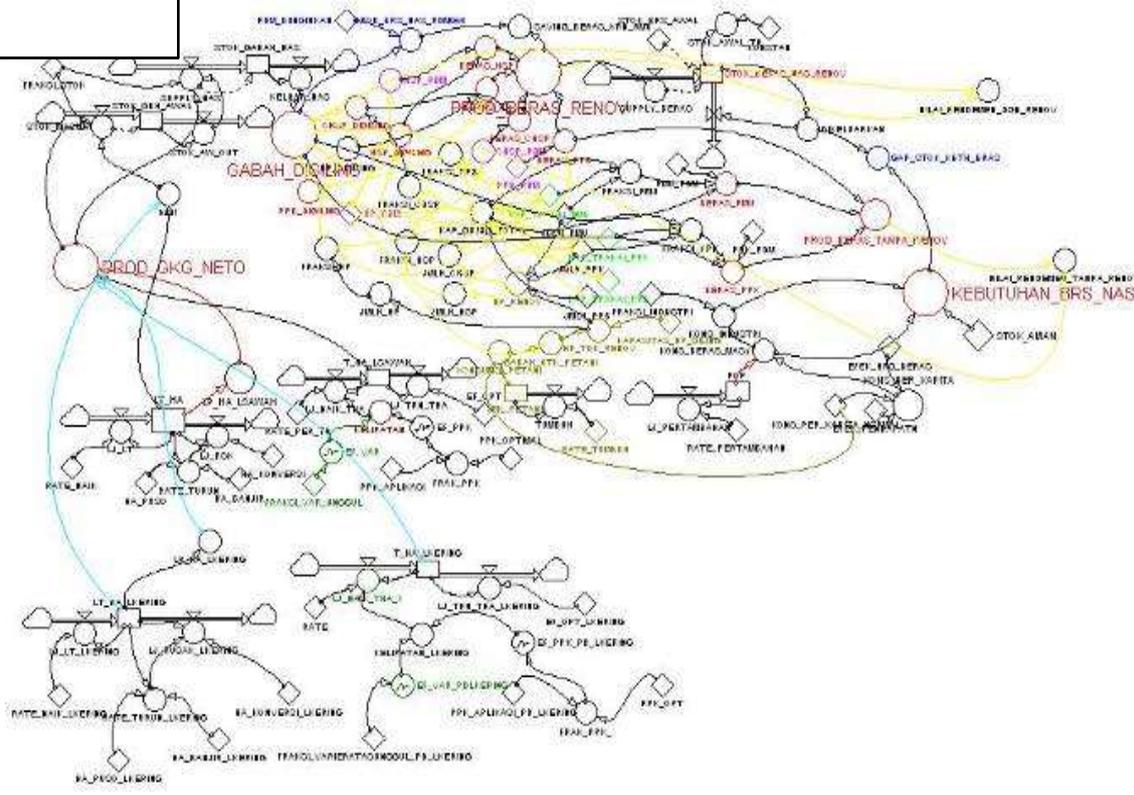


Gambar 3. Ukuran dan keseragaman partikel tepung rimpang

Tabel 2. Kadar air simplisia rajangan dan tepungnya

Jenis rimpang	Kadar air simplisia (%)	Kadar air tepung (%)
Temu putih	6,72 ± 1,08	6,55 ± 1,08
Lengkuas	7,01 ± 2,88	7,42 ± 0,6
Jahe gajah	6,91 ± 2,42	6,73 ± 3,52

Beberapa komponen kimia dari tepung rimpang hasil penepungan menggunakan mesin penepung dibandingkan dengan tepung yang dibeli dari pasar adalah seperti tersaji pada Tabel 3. Secara keseluruhan terlihat bahwa berdasarkan parameter mutu dari komponen kimia tepung temu putih dan tepung lengkuas, tepung yang diolah sendiri dengan mesin lebih baik dibandingkan tepung yang dibeli dari pasar yang keseluruhannya diproses secara manual. Minyak atsiri adalah minyak esensial yang bersifat mudah menguap, terlebih lagi bila suhu sekelilingnya lebih tinggi dari suhu ruang (*ambient temperature*). Pada temu putih yang diolah dengan penepung *double jacket*, nilai minyak atsirinya sangat tinggi yaitu 1,32%. Kandungan minyak atsiri pada temu putih relatif kecil, yaitu 1,30 – 1,40% (Jessica, 2007). Pada tepung temu putih yang diolah pengrajin, nilainya sangat kecil sehingga tidak terdeteksi. Selain itu, dari data tersebut pada Tabel 2 disimpulkan bahwa tepung yang diolah dengan mesin memenuhi standar SNI dari aspek minyak atsiri, kadar abu dan benda asing.



A Text
Eurasia
w Delhi.

1987.
i Bahan
linuman.
an Obat.

ahardjo.
Badan
rtanian.

enelitian
orkshop
ngolahan
Mutu",
kanisasi

ik untuk
Plaosan.

Unit yang pada kelembaban ayakan 40 mesh di atas 90%. Selain itu, tepung yang dihasilkan mempunyai kandungan minyak atsiri dan oleoresin yang lebih tinggi dibandingkan tepung komersial yang dibeli di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

Alam, A., dan B. Hardjosuwito. 1998. *Modifikasi Mesin Kupas Kopi Hammermill*. Inovasi Teknologi Pertanian. Buku Seperempat Abad Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Tomasu Offset Printing. Jakarta.

AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist*. AOAC Inc. Washington.

Harpem, Y. 2005. *Pendugaan Umur Simpan Bubuk Kunyit Putih (Kaempferia rotunda Linn)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Jessica, S. 2007. *Pengaruh Metode Preparasi Tepung Temu Putih (Curcuma zedoaria) terhadap Beberapa Parameter Mutu dan komponen Aktif*. Skripsi. Universitas Pelita Harapan.

Kadir, K.A. 2001. *Lengkuas, Kunyit dan Halia Bekalkan Khasiat Kecantikan dan Kesehatan*. Majalah Wanita, Ogos. Malaysia.

SNI. 1992. *Penentuan Kadar Minyak Atsiri Cassia Indonesia*. SNI 06-3193-1992. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI. 1992. *Penentuan Kadar Serat*. SNI 01-2891-1992. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI. 1995. *Rempah-rempah Bubuk*. SNI 01-7084-1995. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI. 1995. *Penentuan Kadar Abu dan Abu Tidak Larut Asam*. SNI 01-3709-1995. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Sunarno. 2002. *Jahe dan Pengolahannya*. Gajahmada University Press, Yogyakarta

Syukur, C. 2003. *Temu Putih Tanaman Obat Antikanker*. Jakarta. Penebar Swadaya.

Tejasari, F.R. Zakaria dan D. Sayuthi. 2002. *Aktivitas Stimulasi Komponen Bioaktif Rimpang Jahe (Zingiber Officinale Roscoe) pada Sel Limfosit B Manusia Secara In Vitro*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol. XIII No.1.

Zakaria, F.R., dan E. Veronika. 2002. *Pengaruh Ekstrak Jamu terhadap Aktivitas Sel Natural Killer dalam Melisis Alur Sel Leukimia (K-562) secara In Vitro*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol. XIII No.1.