

# REKAYASA TEKNOLOGI MESIN PENGERING RIMPANG JAHE

AGUS SUPRIATNA S., DJAJENG SUMANGAT, dan RISFAHERI

## Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

### RINGKASAN

Jahe gajah adalah tanaman obat yang sangat potensial dalam industri makanan, minuman maupun obat-obatan. Dalam proses pengolahannya memerlukan penanganan yang baik dalam rangka mempertahankan mutu produk yang dihasilkan. Salah satu proses yang sangat penting dan erat kaitannya dengan mutu produk tersebut adalah pengeringan. Pengeringan merupakan aspek penting dalam upaya pengawetan bahan dan mencegah terjadinya pencemaran oleh jamur atau patogen yang dapat menurunkan mutu bahan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun mesin pengering rimpang jahe sebagai bahan baku industri obat. Dalam jangka panjang penelitian ini dipersiapkan untuk menyediakan teknologi rancang bangun dan teknologi proses dalam pengembangan agroindustri tanaman obat, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah rimpang jahe dan aktivitas di pedesaan. Penelitian dilakukan di Bengkel Rekayasa dan di Laboratorium Pengolahan Hasil, Balitro pada bulan April - Desember tahun 2002. Metode yang digunakan meliputi perancangan, pembuatan, pengujian, perbaikan, pengujian akhir dan analisis mutu. Mesin pengering rimpang jahe yang dirancang bangun adalah mesin pengering tipe rak yang berkapasitas 500 kg jahe irisan tiap operasi pengeringan. Sistem pemanasnya menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar dengan konsumsi 3 - 6 liter perjam dan dilengkapi dengan kipas untuk mendorong udara panas dengan kapasitas 102 m<sup>3</sup> per menit. Kipas digerakkan dengan motor listrik bertenaga 2 HP (1440 RPM, 50 Hz). Hasil pengujian dengan menggunakan 100 kg jahe irisan menunjukkan bahwa lama pengeringan sampai mencapai kadar air keseimbangan adalah 13 jam. Rendemen jahe irisan kering rata-rata 13.5%, laju pengeringan 6.85 kg air perjam, dan efisiensi pengeringan 38.84%. Suhu ruang pengering 60-70°C dan kelembaban relatif 20 - 25%. Biaya pengeringan 500 kg jahe irisan jika perajangan jahe dilakukan secara manual yaitu Rp. 1 022 perkg. Jika menggunakan mesin perajang, biaya pengeringan menjadi Rp. 273 per kg. Mesin pengering layak digunakan oleh petani atau kelompok tani. Harga jual produk jahe irisan Rp.30 000 perkg jika perajangannya manual, dan Rp. 25 000 per kg jika perajangannya menggunakan mesin. Jumlah jahe gajah segar yang dibutuhkan pada titik impas (BEP) yaitu 70.107 kg/tahun atau 292 kg perhari setara dengan luas pertanaman 2 ha jika perajangan secara manual, dan 33 357 kg/tahun atau 139 kg/hari setara dengan luas areal pertanaman 1 ha jika perajangannya menggunakan mesin.

Kata kunci : Jahe, simplisia, alat pengering, irisan, perajangan manual, perajangan mesin

### ABSTRACT

#### *Technology of sliced ginger dryer*

Ginger is a medicinal crop which is very potential as raw material in food, drink, and medicinal industry. Drying is an important aspect of its processing to preserve and protect it from fungi or pathogens which can decrease its quality. The aim of this research is to design a drying machine for rhizomes of Zingiberaceae as raw material of medicinal industry. In the long term, this research will produce a design and process technology to develop a medicinal crops industry, so that the crops it can get an added value and increase activity in the rural area. The research was conducted at the Workshop and Post Harvest Laboratory of the Research Institute for Spices and Medicinal Crops, Bogor in April-December 2002. The methods used were designing, constructing and testing, repairing, final testing and quality analysis. The dryer type was tray dryer with capacity 500 kg for each drying process. Drying chamber was equipped with 40 drying trays. Heating unit used kerosene with consumption rate of 3-6 l/hr. This heating system was equipped with electrical fan blower, which had capacity 102 m<sup>3</sup>/minute. This fan blower was powered by 2 HP electrical motor (1440 RPM, 50 Hz). The methods were designing, constructing, testing, and product quality analysis. The result of sliced ginger drying showed that the

drying time to achieve the equilibrium moisture content was 13 hours. The average drying yield was 13.5% and the drying rate was 6.85 kg water/hr. In general, the drying system has drying efficiency of 38.84%. The temperature of drying chamber was 60-70 °C with relative humidity of 20-25%. The cost analysis showed that the drying cost of fresh ginger per kilogram was Rp.1 022 if drying process was carried out manually, while the drying cost using the machine was Rp. 273. This dryer is feasible to be operated by farmers or farmers groups if they are able to sell the dried product at a price not less than Rp. 30 000/kg (by manual slicing) and Rp. 25 000 (by machine slicing). The quantity of fresh ginger at BEP was 70.107 kg/year or 292 kg/day (by manual slicing), while using the slicing machine; the quantity of fresh ginger at BEP was 33 357 kg/year or 139 kg/day.

Key words: Ginger, simplisia, ginger dryer, manual slicing, machine slicing

### PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan salah satu komoditas ekspor yang bernilai ekonomi. Rimpangnya dapat berfungsi selain sebagai bahan makanan dan minuman, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan komponen dalam pembuatan obat tradisional. Pemanfaatan tanaman obat untuk pemeliharaan kesehatan dan pengobatan mempunyai *trend* meningkat, baik konsumen di dalam negeri maupun di luar negeri. Apalagi setelah munculnya gerakan *back to nature* di negara-negara maju yang menyadari keterbatasan daya obat farmasi dan menyadari adanya kelebihan dari obat-obatan yang berasal dari bahan alami.

Permintaan jahe dalam bentuk segar ataupun irisan kering selalu meningkat. Peningkatan kebutuhan tersebut untuk memasok kebutuhan industri makanan, minuman, obat tradisional dan ekspor ke beberapa negara. Menurut BASRAH, *et al.* (1996), nilai penjualan obat tradisional pada tahun 1993 hanya Rp. 287 milyar tiap tahun dan meningkat mencapai Rp. 760 milyar tiap tahun pada tahun 1996. Sampai dengan akhir tahun 1998 terdapat sekitar 481 industri obat tradisional yang terdiri atas 23 industri besar dan 458 industri kecil, belum termasuk perusahaan jamu di sektor informal. Pasar obat tradisional di dunia pada tahun 1998 tercatat USD 16 milyar/tahun, dari jumlah ini sekitar USD 1 milyar berasal dari obat tradisional Cina (PRANOTO, 1999).

Sesuai tuntutan pasar domestik dan global, industri besar obat tradisional telah melakukan pengembangan produknya dari bentuk sediaan jamu (tradisional) menjadi bentuk sediaan obat seperti kapsul dan tablet, sedangkan industri kecil masih tetap bertahan dengan sediaan bahan tradisional (jamu). Kelemahan bentuk sediaan jamu adalah penggunaannya kurang praktis, kebersihannya kurang

terjamin dan sebagian konsumen tidak menyukai rasa dan bau jamu. Di masa datang, industri kecil obat tradisional akan terdesak oleh industri besar obat tradisional, terutama dalam menghadapi pasar global dengan banyaknya beredar obat tradisional dari negara lain seperti Cina, Thailand dan Korea. Sementara itu berdasarkan pemantauan di beberapa sentra produksi simplisia rimpang, sampai pertengahan tahun 2002, para petani/kelompok tani, masih melakukan cara-cara tradisional dalam penanganan pasca panennya seperti pada proses pembersihan dan pengeringannya. Mereka hanya melakukan perendaman kemudian diiris secara manual dan dijemur. Hal ini dapat dipahami, karena mereka merupakan petani kecil dengan skala produksi yang sangat terbatas. Sedangkan unit proses yang ada tidak dapat diterapkan untuk industri kecil, karena teknologinya kurang sesuai, kapasitasnya besar dan harganya mahal.

Sebagaimana industri kecil obat tradisional, petani pemasok tanaman obat ke industri juga belum banyak menikmati nilai tambah. Petani hanya menjual hasilnya dalam bentuk bahan tanaman yang sudah kering (simplisia). Bahan simplisia tersebut sering tidak memenuhi persyaratan, karena mutunya tidak seragam, adanya kontaminasi aflatoxin dan jamur karena pengeringannya tidak sempurna atau terjadi kerusakan di gudang karena hama gudang dan sifatnya higroskopis. Dengan melihat permasalahan di atas perlu disediakan unit pengolahan temuan di tingkat pedesaan untuk menunjang agroindustri pedesaan. Beberapa peneliti sebelumnya telah mencoba mengembangkan mesin pengering untuk temuan-temuan, seperti ROKHANI (1989) telah merancang bangun mesin pengering tipe rak dengan pemanas kompor dan berkapasitas 50 kg, pengering ini mampu mengeringkan jahe iris selama 20-22 jam. RUSLI dan RAHMAWAN (1988) telah merancang bangun KPES (Kamar Pengering Energi Surya) dengan suhu udara pengering rata-rata 36.3 – 45.6°C. KADARISMAN *et al.* (1990) telah merancang bangun alat pengering tipe rak yang dimodifikasi dari pengering sistem oven dengan kapasitas 210 kg jahe iris dan mampu mengeringkan sampai kadar air 12% selama 18 jam.

Penelitian ini bertujuan merancang bangun mesin pengering rimpang jahe berkapasitas 500 kg. Jenis pengering yang dirancang adalah pengering tipe rak. Tipe ini cocok untuk bahan yang berkadar air tinggi seperti jahe dan juga mampu mengeringkan bahan hingga tingkat kekeringan yang aman tanpa mengalami kerusakan termal, fisik, kimia maupun biokimia. Selain itu tipe pengering tersebut hemat waktu dan biaya operasional. Mesin pengering ini dapat digunakan untuk mengeringkan bahan simplisia yang berasal dari akar, batang, daun, dan biji-bijian, karena ruang pengeringnya berbentuk bak dan dapat dilengkapi dengan rak apabila diperlukan. Dari penelitian ini diharapkan dapat menyediakan teknologi rancang bangun dan teknologi proses dalam pengembangan agroindustri tanaman obat di pedesaan, serta dapat meningkatkan nilai tambah dan aktivitas ekonomi pedesaan.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian dan perekayasa mesin pengering rimpang jahe ini dilakukan di Instalasi Bengkel dan Peralatan, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, di Bogor serta di Laboratorium Pengolahan Hasil untuk pengujian mutunya. Penelitian berlangsung dari April sampai dengan Desember 2002.

### Bahan dan Alat

Bahan penelitian meliputi bahan rekayasa, bahan uji serta bahan pembantu. Bahan rekayasa terdiri atas plat eisser 1.2 mm, besi siku 3 cm x 3 cm, besi stahl 3 cm x 3 cm, plat berlubang 2 mm, besi plat 2 cm, pemanas (burner), kipas berkapasitas 102 m<sup>3</sup>/menit, motor listrik 2 HP, dan saringan. Bahan uji adalah jahe gajah berumur 9 bulan yang diperoleh dari kebun petani di Cikereteg, Bogor. Pengujian dilakukan sebanyak dua ulangan masing-masing 100 kg. Pengujian dengan bahan 100 kg ini didasarkan pada pengeringan lapisan tipis, dimana setiap tumpukan diatas rak pengering masing-masing terdiri atas tiga lapis jahe iris. Kemudian berdasarkan penampilan pengeringan lapis tipis tersebut diduga tingkat kelayakan proses pengeringan untuk bahan olah 500 kg. Bahan lain yang diperlukan adalah bahan pembantu seperti kawat las, cat, solar, gerinda, ember, tampah, bahan kimia, minyak tanah dan lain-lain.

Peralatan yang digunakan meliputi peralatan bengkel, alat-alat ukur seperti termometer, higrometer, timbangan, anemometer, thermokopel, dan peralatan laboratorium untuk pengujian mutu.

### Metode

#### *Rancangan Fungsional dan Struktural*

Mesin pengering yang dirancang bangun menggunakan sistem rak dengan bantuan aliran udara panas, karena sifat jahe yang memiliki kadar air tinggi dan berserat sangat membutuhkan aliran udara yang besar secara kontinyu selama proses pengeringannya. Bagian-bagian penting dari mesin pengering ini meliputi : (1) kerangka dan dinding pengering, (2) pemanas, (3) kipas pendorong udara panas, (4) ruang plenum, (5) ruang pengering, (6) rak pengering, (7) lubang keluaran udara panas.

**Tahapan Pelaksanaan**

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi : (1) pembuatan rancangan gambar teknik, (2) penetapan spesifikasi bahan yang akan dipergunakan, (3) pembuatan konstruksi alat, (4) pengujian fungsional, perbaikan dan penyempurnaan alat, (5) pengujian akhir, dimulai dari pembersihan, sortasi, perajangan, dan pengeringan, serta (6) analisis mutu dan analisis ekonomi.

**Metode Analisis**

**1. Analisis Performansi Alat Pengering**

**Laju aliran udara pengering**

Laju aliran udara pengering yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan dihitung dengan persamaan berikut (BROOKER et al., 1974; TAIB et al. 1987; BAKER 1997).

$$Q = \frac{W_a \cdot v}{(H_a - H_d) \cdot t} \dots\dots\dots(1)$$

$$W_a = \frac{100 \cdot (m_1 - m_2)}{(100 - m_1)(100 - m_2)} W_d \dots\dots\dots(2)$$

**Energi untuk memanaskan udara pengering**

Energi yang digunakan untuk memanaskan udara pengering dihitung dengan persamaan berikut (DE PADUA, 1981).

$$q_1 = \frac{Q(h_d - h_o)}{v} \dots\dots\dots(3)$$

**Energi untuk menguapkan air bahan**

Energi yang digunakan untuk menguapkan air dari bahan yang dikeringkan dilakukan dengan asumsi panas laten yang dikandung bahan sama dengan panas laten penguapan dari air bebas.

$$q_2 = w \cdot h_{fg} \dots\dots\dots(4)$$

**Efisiensi pengeringan**

Efisiensi dapat dibedakan atas efisiensi penggunaan panas, efisiensi pemanasan dan efisiensi pengeringan total. Efisiensi penggunaan panas adalah nilai perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk menguapkan air dari bahan yang dikeringkan dengan jumlah energi panas efektif yang digunakan untuk memanaskan udara pengering, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$E_g = (q_2 / q_1) \cdot 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Efisiensi pemanasan adalah nilai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan untuk memanaskan udara pengering dengan energi panas yang dihasilkan bahan bakar, dirumuskan :

$$E_p = (q_1 / q_m) \cdot 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Nilai panas minyak tanah adalah 10 374.96 kkal/kg atau setara dengan 35 699.12 kJ/liter, jika menggunakan minyak tanah dengan berat jenis 0.822 (HALL, 1957). Besarnya energi panas bahan bakar (q<sub>m</sub>) adalah nilai panas bahan bakar dikalikan dengan jumlah pemakaian bahan bakar tersebut.

Efisiensi pengeringan total adalah nilai perbandingan antara jumlah energi panas yang digunakan untuk menguapkan air dari bahan yang dikeringkan dengan jumlah energi panas yang dihasilkan bahan bakar, dirumuskan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{(q_1 + q_2)}{q_m} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- Q = Laju aliran udara (m<sup>3</sup>/jam)
- W<sub>a</sub> = Jumlah uap air yang dikeluarkan bahan (kg)
- v = Volume spesifik udara, (m<sup>3</sup>/kg uk)
- H<sub>a</sub> = Kelembapan mutlak udara yang keluar dari alat pengering (kg/kg uk)
- H<sub>d</sub> = Kelembapan mutlak udara pengering (kg/kg uk)
- m<sub>1</sub> = Kadar air awal (% bb)
- m<sub>2</sub> = Kadar air akhir (% bb)
- t = Waktu pengeringan (jam)
- W<sub>d</sub> = Berat bahan kering (kg)
- q<sub>1</sub> = Energi yang dibutuhkan untuk memanaskan udara pengering (kJ/jam)
- h<sub>d</sub> = Entalpi udara pengering (kJ/kg uk)
- h<sub>o</sub> = Entalpi udara lingkungan (kJ/kg uk)

**2. Analisis Mutu**

Analisis mutu jahe segar dan irisan kering dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil, Balitro. Analisis mutu jahe yang dikeringkan meliputi kadar air (SP-SMP-7-1975), kadar minyak atsiri (SP-SMP-37-1975), kadar abu (SP-SMP-35-1975), dan serat kasar.

**3. Analisis Ekonomi**

Analisis ekonomi dilakukan dengan menggunakan metode B/C rasio dan analisis Titik Impas (Break Even Point). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui pada

tingkat harga jual dan pada tingkat produksi berapa keuntungan akan diperoleh. Analisis ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kaitan antara volume produksi, harga jual, keuntungan dan kerugian yang akan diperoleh pada suatu tingkat produksi tertentu (PRAMUDYA dan DEWI, 1991).

Dalam analisis ekonomi digunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

Biaya Tetap tiap tahun (F)

$$F = D + I + L \dots\dots\dots (8)$$

a. Biaya Penyusutan,  $D = (P - S)/N \dots\dots\dots (9)$

b. Biaya Bunga Modal dan Asuransi,  
 $I = (iP(N + 1))/(2N) \dots\dots\dots (10)$

c. Pajak, Biaya Pemasaran, Administrasi, L

Biaya Tidak Tetap tiap tahun (V)

$$V = U + PP + BB + EL + LL \dots\dots\dots (11)$$

Kapasitas Kerja Mesin Pengering (B)

$$B = W/T \dots\dots\dots (12)$$

Biaya Tetap tiap kg bahan basah (C)

$$C = F / (B * HKT) \dots\dots\dots (13)$$

Biaya Tidak Tetap tiap kg bahan basah (E)

$$E = V / (B * HKT) \dots\dots\dots (14)$$

Biaya Pokok Pengeringan tiap kg bahan basah (BPPB)

$$BPPB = C + E \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

- i = Total tingkat bunga dan asuransi (%/tahun)
- I = Total bunga modal dan asuransi (%/tahun)
- L = Biaya pajak, pemasaran dan administrasi (Rp/tahun)
- U = Upah operator (Rp)
- PP = Biaya perbaikan dan pemeliharaan (Rp/tahun)
- BB = Biaya bahan bakar (Rp/tahun)
- EL = Biaya pemakaian listrik (Rp/tahun)
- B = Kapasitas kerja mesin pengering (kg/hari)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Konstruksi Mesin Pengering**

Sistem pengeringan yang digunakan dalam rancangan adalah sistem rak, dimana bahan yang akan dikeringkan ditaruh diam di atas rak-rak dalam ruang pengering, kemudian udara panas bergerak dari bawah ke atas membawa uap air dari bahan dan keluar melalui cerobong. Udara yang dihembuskan oleh kipas, dipanaskan dan dialirkan ke ruang plenum. Dari ruang plenum diteruskan ke ruang pengeringan untuk mengeringkan jahe irisan yang dihamparkan di atas rak-rak. Secara struktural dan fungsional alat pengering ini memiliki dua bagian utama yaitu ruang pengering dan sistem pemanas.

**Ruang Pengering**

Ruang pengering dirancang berukuran 3 m x 2 m x 0.7 m. Rangka pada bagian ini terbuat dari besi stahl 3 cm x 3 cm, sedangkan dinding penutupnya dari plat esser 1.2 mm. Di dalam ruang pengering terdapat 5 baris rak yang terbuat dari besi stahl 3 cm x 3 cm dan besi siku 3 cm x 3 cm. Rak-rak ini berfungsi sebagai dudukan baki dan setiap baris rak berisi 8 buah baki. Baki ini berfungsi sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Ukuran satu buah baki adalah 90 cm x 65 cm x 5 cm dan terbuat dari bahan kayu dan alasnya dari kawat berlubang 1 cm x 1 cm. Satu buah baki dapat menampung rata-rata 12.5 kg jahe irisan basah, sehingga kapasitas pengeringan dari alat ini adalah 500 kg jahe irisan basah untuk sekali proses. Baki-baki tersebut diletakkan di atas rak-rak. Rak ditempatkan di atas plat berlubang yang telah diberi tulang penahan berupa besi siku dan stahl 4 cm x 4 cm dan dilengkapi dengan roda-roda untuk memudahkan saat dikeluarkan.

Ruang pengering juga dilengkapi dengan 8 buah pintu (di sebelah kiri dan kanan) dan dua buah cerobong masing-masing berdiameter 8 cm. Setiap dinding dan bagian atas alat pengering ini mudah dilepaskan, dibongkar pasang dan mudah dipindahkan.

**Sistem Pemanas**

Sistem pemanas terdiri atas pemanas api, kipas dan plenum. Plenum dirancang berukuran 3 m x 2 m x 0.4 m. Salah satu sisi yang berukuran 2 m x 0.4 m pada bagian plenum diberi lubang berukuran 0.4 m x 0.4 m, sebagai tempat saluran udara panas. Bagian atas plenum diberi plat berlubang (ukuran lubang 2 mm) sebagai tempat dudukan rak.

Pemanas menggunakan bahan bakar minyak tanah dengan laju konsumsi 3 – 6 liter/jam dan dilengkapi dengan kipas dengan kapasitas hembusan maksimal 102 m<sup>3</sup>/menit dengan bantuan motor 2 HP (1440 rpm, 50 Hz). Sistem pemasukan bahan bakar dengan cara curah. Pemanas secara langsung dihubungkan dengan ruang plenum.

**Performansi Mesin Pengering**

**Pengujian Fungsional Tanpa Beban**

Secara fungsional setiap komponen peralatan pada mesin pengering dapat berfungsi dengan baik. Pada pengujian fungsional tanpa beban menunjukkan, bahwa suhu udara kering rata-rata dalam ruang pengering adalah 70.4°C, suhu bola basahnya rata-rata 38°C atau kelembapan ruangnya 24.5%. Kecepatan udara pengeringnya adalah 5.8 m/detik pada cerobong, sedangkan pada ruang plenum kecepatan udaranya adalah 9.6 m/detik. Konsumsi bahan bakar minyak tanah rata-rata adalah 4.5 liter/jam.

**Pengujian dengan Beban Jahe Irisan**

Pengujian dengan menggunakan jahe irisan (tebal irisan ± 3 mm) dilakukan dua ulangan masing-masing 100 kg. Pada pengujian ini, jahe dihamparkan di atas rak-rak pengering yang berjumlah 40 buah masing-masing seberat 2.5 kg. Tumpukan jahe pada setiap rak masing-masing tiga lapis. Pada prinsipnya pengeringan jahe dalam tumpukan merupakan akumulasi dari pengeringan lapisan tipis. Secara lengkap hasil pengujian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Performansi mesin pengering jahe  
Table 1. Dryer performance

| Uraian<br>Description   | Ulangan I<br>Replication I | Ulangan II<br>Replication II |
|---|----------------------------|------------------------------|
| Berat bahan awal, kg<br><i>Initial mass, kg</i>   | 100                        | 100                          |
| Kadar air awal rata-rata, % bb<br><i>Initial moisture content, % wb</i>                                   | 90.1                       | 88.3                         |
| Kadar air akhir rata-rata, % bb<br><i>Final moisture content, % wb</i>                                    | 3.05                       | 2.35                         |
| Lama pengeringan, jam<br><i>The length of drying, hour</i>  | 13.0                       | 13.0                         |
| Berat bahan akhir, kg<br><i>The final mass, kg</i>  | 12.95                      | 14.05                        |
| Jumlah air yang diuapkan, kg<br><i>Sum of vapour water, kg</i>  | 89.89                      | 88.02                        |
| Laju aliran udara pengering, m <sup>3</sup> /jam<br><i>Rate of combustion chamber, m<sup>3</sup>/hour</i> | 401.69                     | 702.87                       |
| Laju pengeringan<br><i>Rate of drying</i>   |                            |                              |
| a. kg air/jam kg water/hour   | 6.9                        | 6.8                          |
| b. % bb/jam % wb/hour   | 6.7                        | 6.6                          |
| Konsumsi bahan bakar, liter<br><i>Kerosene consumption, liter</i>   | 52.0                       | 54.5                         |
| Laju konsumsi bahan bakar, liter/jam<br><i>Rate of kerosene consumption, liter/hour</i>                   | 4.0                        | 4.2                          |
| Udara lingkungan, Environment   |                            |                              |
| a. Suhu bola kering, °C<br><i>Dry bulb temperature, °C</i>  | 29.9                       | 26.3                         |
| b. Kelembapan relative, %<br><i>Relative humidity, %</i>  | 66.7                       | 82.3                         |
| Udara pengering, Dryer chamber  |                            |                              |
| a. Suhu dalam ruang pengering, °C<br><i>Chamber temperature, °C</i>                                       | 62.0                       | 60.0                         |
| b. Kelembapan relative ruang pengering, %<br><i>Relative humidity of chamber, %</i>                       | 24.0                       | 20.0                         |
| Energi untuk memanaskan udara pengering, kJ<br><i>Chamber heating energy, kJ</i>                          | 442 452.04                 | 618 235.42                   |
| Energi untuk menguapkan air, kJ<br><i>Water vapour energy, kJ</i>   | 211 344.11                 | 207 618.93                   |
| Kebutuhan energi total, kJ<br><i>Total energy</i>   | 653 796.15                 | 825 854.35                   |
| Energi bahan bakar, kJ<br><i>Energy of kerosene, kJ</i>   | 185                        | 194 560.04                   |
| Efisiensi mesin pengering, %<br><i>Dryer efficiency, %</i>  |                            |                              |
| a. Efisiensi pemanasan, %<br><i>Heating efficiency, %</i>   | 23.84                      | 31.78                        |
| b. Efisiensi penggunaan panas, %<br><i>Heating usage efficiency, %</i>                                    | 47.77                      | 33.58                        |
| c. Efisiensi pengeringan total, %<br><i>Total drying efficiency, %</i>                                    | 35.22                      | 42.45                        |

Dari Tabel 1, kebutuhan energi total untuk menggerakkan udara panas apabila dikonversi ke dalam satuan Horse Power, untuk ulangan I adalah 1.4 HP dan untuk ulangan II adalah 1.8 HP. Berdasarkan hal tersebut, untuk menghembuskan udara panas dibutuhkan kipas berkekuatan di atas 1.8 HP. Dalam penelitian ini digunakan kipas dengan bantuan motor penggerak bertenaga 2 HP.

**Penurunan kadar air dan laju pengeringan jahe**

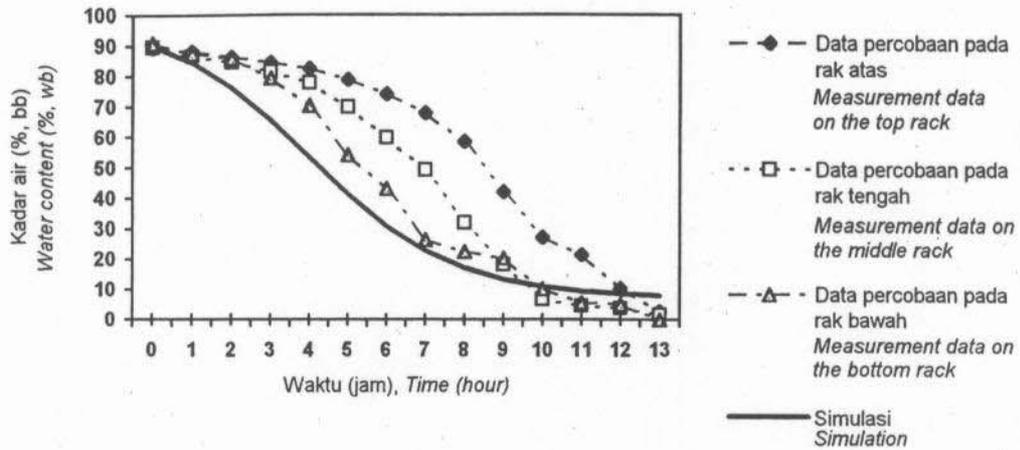
Penurunan kadar air jahe selama proses pengeringan berlangsung seperti pada Gambar 1. Pada percobaan ini dibandingkan pula dengan hasil pendugaan (simulasi) berdasarkan model desorpsi isotermit jahe (MULYONO, 1990).

Menurut MULYONO (1990), besarnya nilai kadar air keseimbangan (Me) pada pengeringan jahe irisan dapat diduga dengan menggunakan persamaan modifikasi Halsey, yaitu:  $\log M = 0.985 - 0.489 \log \ln (1/a_w)$ . Dari persamaan tersebut diperoleh nilai kadar air keseimbangan 8.12% dan 7.65% masing-masing untuk ulangan I dan II. Penurunan kadar air diduga berdasarkan persamaan (8). Dari persamaan tersebut diperoleh nilai koefisien pengeringan (k) 0.5324 dan faktor bentuk (A) 1.0235. Selanjutnya persamaan yang telah diperoleh diplotkan kembali sebagai bahan penduga dan pembanding dengan hasil percobaan. Koefisien determinasi simulasi 0.8699. Pada Gambar 1 juga terlihat, bahwa kadar air keseimbangan secara teoritis dicapai setelah pengeringan berlangsung 13 jam.

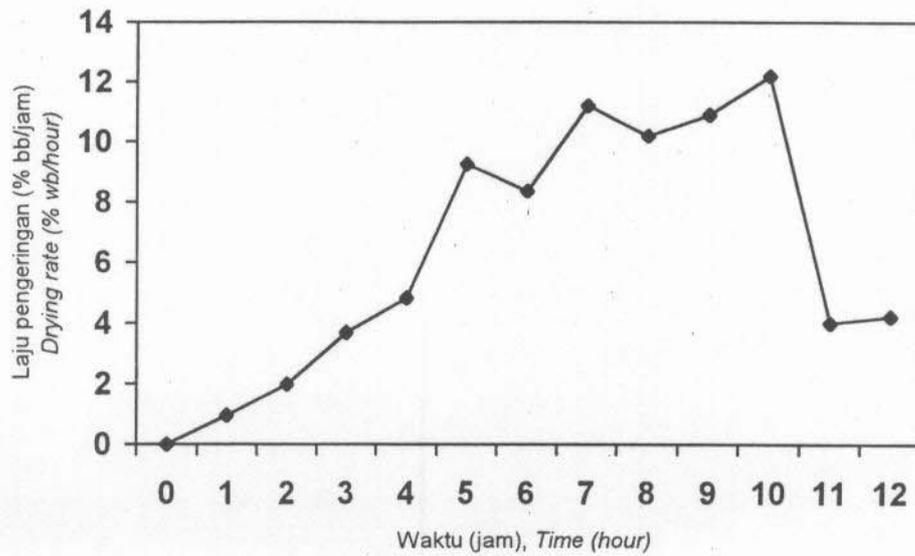
Pada Gambar 1 terlihat bahwa penurunan kadar air selama proses pengeringan memiliki pola yang sama antara hasil percobaan dengan simulasi. Pada rak paling bawah penurunan kadar ini berlangsung lebih cepat, kemudian disusul oleh rak tengah dan atas. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jarak bahan terhadap sumber panas. Untuk mengatasi perbedaan penurunan kadar air pada setiap rak diperlukan upaya penukaran tempat, yaitu jahe irisan pada rak atas dipindah ke bagian bawah setelah pengeringan berlangsung 6 jam.

Data percobaan di atas menunjukkan, bahwa penurunan kadar air lebih cepat pada rak sebelah bawah disusul bagian tengah dan bagian atas. Dari kondisi ini perlu dilakukan penukaran tempat (baki) pada pertengahan proses pengeringan. Dari sini diharapkan bahwa laju penurunan kadar air akan seragam.

Laju pengeringan merupakan rata-rata perubahan penurunan kadar air pada setiap jam pengeringan. Laju pengeringan jahe irisan pada alat pengering yang dirancang bangun seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Penurunan kadar air jahe selama proses pengeringan  
 Figure 3. The decline of ginger moisture content along the drying process



Gambar 4. Laju pengeringan jahe  
 Figure 4. Drying rate of ginger

**Efisiensi Pengeringan**

Unjuk kerja suatu sistem pengeringan dinyatakan dalam nilai efisiensi. Efisiensi pengeringan seperti pada Tabel 1 meliputi efisiensi pemanasan, efisiensi penggunaan panas dan efisiensi pengeringan total. Rata-rata besarnya efisiensi pengeringan total (dari ulangan I dan II) adalah 38.84%. Pada Tabel 1 terlihat, bahwa nilai efisiensi pemanasan lebih kecil dibandingkan dengan nilai efisiensi penggunaan panas. Efisiensi pemanasan yang rendah menunjukkan, bahwa hanya sebagian kecil energi panas

dari hasil pembakaran dapat digunakan untuk memanaskan udara pengering. Hal ini disebabkan : (1) terjadi kehilangan panas baik secara konduksi maupun konveksi melalui dinding pengering, lantai pengering, kebocoran pada lubang dan kehilangan melalui panas melalui cerobong, (2) sebagian panas dari bahan bakar digunakan untuk memanaskan ruang plenum, serta (3) tekanan udara lingkungan yang selalu berubah menyebabkan fluktuasi dalam penyediaan oksigen untuk pembakaran sehingga proses pembakaran kurang efisien.

Efisiensi penggunaan panas menunjukkan besarnya penggunaan panas efektif dalam pengeringan yang dapat

digunakan untuk menguapkan air dari bahan yang dikeringkan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi penggunaan panas antara lain : (1) terjadi kehilangan panas melalui dinding ruang pengering, (2) sebagian panas terbuang ketika melakukan pemeriksaan kadar air pada selang waktu tertentu, (3) adanya debit aliran udara panas yang tidak berfungsi sebagai media pembawa uap air yang disebabkan adanya ruang-ruang kosong setelah bahan mengalami penyusutan.

**Analisis Mutu**

Mutu jahe irisan kering hasil pengeringan dengan mesin yang dirancang bangun seperti pada Tabel 2. Pengujian mutu jahe dilakukan tiga kali dan diambil rata-ratanya. Komponen mutu meliputi kadar air, kadar minyak atsiri, kadar abu dan kadar serat kasar. Pengujian mutu dilakukan di Lab. Pengolahan Hasil, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

Dari Tabel 2 terlihat, bahwa secara umum hasil pengujian mutu jahe irisan kering menggunakan mesin pengering yang dirancang bangun memenuhi persyaratan mutu perdagangan. Meskipun kadar serat kasarnya masih sedikit di atas persyaratan mutu jahe kering Amerika Serikat. Pengeringan jahe selama 13 jam menghasilkan kadar air yang sangat rendah yaitu 2.7%. Untuk efisiensi, lama pengeringan bisa dikurangi menjadi 10 jam sampai kadar air di bawah 12% dengan cara menukar posisi bahan pada masing-masing rak pada waktu tertentu.

Tabel 2. Karakteristik mutu jahe kering dan standar mutunya  
Table 2. Characteristics of dried ginger quality and quality standard

| Komponen<br>Component  | Pengukuran<br>Measurement | Standar <sup>*)</sup><br>Standard |
|--|---------------------------|-----------------------------------|
| Bau dan rasa<br>Aroma and taste  | Khas<br>specific          | Khas<br>specific                  |
| Kadar air, % bb (bobot/bobot), maks<br>Water content, % wb (w/w), max        | 2.7                       | 12                                |
| Kadar minyak atsiri (ml/100 g), min<br>Essential oil content (ml/100 g), min | 3.05                      | 2.35                              |
| Kadar abu, % maks<br>Ash, % max  | 7.9                       | 8.0                               |
| Berjamur dan berserangga<br>Infected by mould and insect                     | Tidak ada<br>none         | Tidak ada<br>none                 |
| Benda asing, % (bobot/bobot), maks<br>Other matters, % (w/w), max.           | 1.6                       | 2.0                               |
| Kadar serat kasar, % maks.<br>Fiber content, % max                           | 8.2                       | 8.0 <sup>**)</sup>                |

Keterangan : <sup>\*)</sup> Standar mutu Perdagangan RI tahun 1979  
 Note : <sup>\*)</sup> Quality standard of Indonesian trade, 1979  
<sup>\*\*)</sup> Standar Amerika Serikat (PURSEGLOVE et al., 1981)  
 US Standard (PURSEGLOVE et al., 1981)

**Analisis Ekonomi**

**Biaya Pengeringan**

Beberapa asumsi yang digunakan dalam menganalisis biaya pengeringan 500 kg jahe irisan, antara lain : (1) nilai akhir alat 10% dari harga awal alat, (2) umur ekonomi alat 10 tahun, (3) pengoperasian alat 240 hari tiap tahunnya, (4) pajak 5% setiap tahun, (5) bunga modal dan asuransi 20% setiap tahun, (6) tingkat bunga modal 15% tiap tahun, (7) Jumlah tenaga kerja 2 orang (baik untuk pengeringan dengan mesin maupun penjemuran) dan upahnya Rp. 25 000/orang/hari, (8) Biaya perajangan dengan mesin Rp. 94.61/kg (SUMANGAT *et al.*, 2002), (9) Kapasitas kerja alat pengering 38.5 kg/jam. Rincian biaya pengeringan jahe irisan pada mesin pengering seperti pada Tabel 3.

**Harga Jual Jahe Kering Minimal**

Mesin pengering jahe layak (B/C ratio > 1) bila petani atau kelompok tani mampu menjual jahe kering dengan harga tidak kurang dari Rp. 29 997.62/kg output (atau dibulatkan menjadi Rp. 30.000), apabila sistem perajangannya secara manual. Jika perajangannya dengan mesin perajang, maka harga jahe kering akan memiliki harga jual tidak kurang dari Rp 24 444.99/kg out put (atau dibulatkan menjadi Rp. 25 000).

**Analisis BEP (Break Event Point)**

Analisis ini dilakukan untuk menentukan besarnya bahan jahe segar minimal yang diperlukan agar dapat memberikan keuntungan pada tingkat harga jual Rp. 30 000/kg dan Rp. 25 000. Secara lengkap perhitungan BEP adalah sebagai berikut :

**a. Persamaan Biaya**

Biaya tetap tiap tahun : Rp. 4.700.000

Biaya tidak tetap tiap kg bahan basah (manual) : Rp. 982.96

Biaya tidak tetap tiap kg bahan basah (masinal) : Rp. 234.1

Dari data tersebut dapat ditentukan persamaan biaya sebagai berikut :

- Pengeringan dengan perajangan manual :

$$Y = 4\,700\,000 + 982.96 X,$$

- Pengeringan dengan perajangan masinal :

$$Y = 4\,700\,000 + 234,1 X,$$

dimana X adalah jumlah jahe segar yang dikeringkan (kg)

Tabel 3. Analisis biaya pengeringan jahe  
Table 3. Cost analysis of ginger drying

| Jenis biaya<br>Description  | Pengeringan dengan mesin<br>Drying by machine |                                       | Penjemuran*<br>(5 hari)<br>Sun drying<br>(5 days) |
|---|---|---------------------------------------|---|
|   | Perajangan masinal<br>Machinary slicing       | Perajangan manual<br>Manually slicing |   |
| <b>A. Biaya Tetap Fixed cost</b>  |   |                                       |   |
| - Penyusutan mesin pengering Machine depretiation   | 1 440 000                                     | 1 440 000                             | -   |
| - Bunga modal dan asuransi Rate of investment and insurance   | 1 760 000                                     | 1 760 000                             | -   |
| - Pajak Tax   | 800 000                                       | 800 000                               | -   |
| - Biaya pemasaran dan administrasi Marketing and administration   | 750 000                                       | 750 000                               | -   |
| <b>Jumlah biaya tetap Sum of fixed cost</b>   | <b>4 700 000</b>                              | <b>4 700 000</b>                      | -   |
| <b>B. Biaya tidak tetap Unfixed cost</b>  |   |                                       |   |
| - Upah operator Labour cost   | 12 000 000                                    | 12 000 000                            | 60 000 000  |
| - Perbaikan dan pemeliharaan Service and maintenance  | 110 000                                       | 110 000                               | -   |
| - Pencucian, sortasi dan perajangan Washing, sorting and slicing  | 47 305  | 90 000 000                            | 90 000 000  |
| - Bahan bakar (minyak tanah) Kerosene   | 14 400 000                                    | 14 400 000                            | -   |
| - Biaya energi listrik Electricity  | 1 563 465                                     | 1 563 465                             | -   |
| <b>Jumlah biaya tidak tetap Sum of unfixed cost</b>   | <b>28 120 770</b>                             | <b>118 073 465</b>                    | <b>150 000 000</b>                                |
| <b>C. Biaya bahan baku (jahe segar) Raw material cost (fresh ginger)</b>                                  | <b>360 000 000</b>                            | <b>360 000 000</b>                    | <b>360 000 000</b>                                |
| <b>Total biaya Total cost</b>   | <b>392 820 770</b>                            | <b>482 773 465</b>                    | <b>510 000 000</b>                                |
| <b>D. Biaya tetap tiap kg jahe segar Fixed cost per kg of fresh ginger</b>                                | 39.13   | 39.13                                 | -   |
| <b>E. Biaya tidak tetap tiap kg jahe segar Unfixed cost per kg of fresh ginger</b>                        | 234.1   | 982.96                                | 1 250   |
| <b>F. Biaya pokok pengeringan tiap kg jahe segar (D + E)<br/>Drying cost per kg of fresh ginger (D+E)</b> | <b>273.24</b>                                 | <b>1 022.09</b>                       | <b>1 250</b>                                      |

Keterangan : \*) Seluruh pekerjaan dilakukan secara manual  
Note : All of items were done manually

**b. Persamaan Penerimaan**

Harga jahe gajah segar : Rp. 3.000/kg  
 Harga jahe irisan kering dengan perajangan manual :  
 Rp. 30.000/kg  
 Harga jahe irisan kering dengan perajangan masinal :  
 Rp. 25.000/kg  
 Rendemen pengeringan : 13.5%  
 Dari data tersebut diperoleh persamaan penerimaan sebagai berikut :

- a. Jahe kering dengan irisan manual :  
 $Y = (0.135)(30\ 000) X - 3\ 000 X$ , atau  
 $Y = 1.050 X$
- b. Jahe kering dengan irisan masinal :  
 $Y = (0.135)(25\ 000) X - 3.000 X$ , atau  $Y = 375 X$ .

**Jumlah Jahe Segar yang Dibutuhkan pada Titik Impas**  
 Jumlah jahe gajah segar yang dibutuhkan pada titik impas tiap tahun diperoleh dengan menganggap persamaan biaya sama dengan persamaan penerimaan, sehingga :

- a. Jahe kering dengan irisan manual :  
 $4\ 700\ 000 + 982.96 X = 1\ 050 X$ ,  
 $X = 4\ 700\ 000/67.04$  atau  $X = 70\ 107$  kg/tahun
- b. Jahe kering dengan irisan masinal :  
 $4\ 700\ 000 + 234.1 X = 375 X$   
 $X = 4\ 700\ 000/140.9$  atau  $X = 33.357$  kg/tahun

Dari perhitungan di atas diperoleh bahwa pada titik impas untuk pengeringan jahe gajah dengan sistem perajangan manual dibutuhkan jahe gajah segar (X) 70.107 kg/tahun (setara dengan luas areal pertanaman 2 Ha).

Sedangkan untuk pengeringan jahe gajah dengan sistem perajangan masinal pada titik impasnya dibutuhkan jahe 33.357 kg/tahun atau 139 kg/hari.

**KESIMPULAN**

Bagian utama konstruksi mesin pengering yang telah dirancang bangun terdiri atas ruang pengering, rak-rak pengering, plenum dan sistem pemanas. Untuk memanaskan udara pengering digunakan bahan bakar minyak tanah dengan bantuan kipas untuk mendorong udara panas tersebut. Kapasitas mesin pengering adalah 500 kg jahe gajah irisan untuk setiap kali pengeringan.

Performansi mesin pengering pada pengeringan jahe gajah irisan menunjukkan bahwa suhu udara pengeringan rata-rata 61°C dan kelembapan udara relatifnya 22%. Pengeringan berlangsung selama 13 jam dengan laju pengeringan 6.85 kg air/jam dan rendemen 13.5%. Konsumsi bahan bakar minyak tanah rata-rata 53.25 liter untuk satu kali pengeringan. Efisiensi pengeringan total 38.84 %.

Penurunan kadar air sampai mencapai kadar air keseimbangan untuk masing-masing rak tidak berlangsung bersamaan, sehingga diperlukan pertukaran posisi rak setiap selang waktu tertentu.

Secara umum produk jahe gajah irisan kering yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu Standar Perdagangan RI.

Mesin pengering jahe layak dioperasikan oleh petani/kelompok tani apabila mereka mampu menjual produk jahe irisan kering dengan harga tidak kurang dari Rp 30 000/kg jika perajangannya dilakukan secara manual. Sedangkan apabila perajangannya menggunakan mesin perajang, harga jual jahe irisan kering minimal adalah Rp. 25 000/kg.

Biaya operasi pengeringan jahe jika perajangannya dilakukan secara manual yaitu Rp. 1 022/kg bahan segar. Jika perajangannya dilakukan dengan mesin biayanya adalah Rp. 273 /kg bahan segar.

Kebutuhan jahe segar minimal (pada titik impas) adalah 70.107 kg/tahun (setara dengan luas pertanaman dua Ha) atau 292 kg/hari apabila perajangannya dilakukan secara manual. Untuk pengeringan jahe dengan sistem perajangan masinal dibutuhkan jahe segar 33 357kg/tahun (setara dengan luas areal satu ha) atau 139 kg/hari.

#### SARAN

Agar biaya produksi rendah dan diperoleh keuntungan maksimal, pengeringan jahe dengan mesin pengering, disarankan terpadukan dengan sistem perajangan masinal.

Pada saat pengeringan berlangsung pergiliran posisi bahan pada rak penting sekali dilakukan agar penurunan kadar air relatif seragam dan waktu pengeringan bisa lebih cepat.

Pengeringan dapat dihentikan pada jam ke 10, yaitu saat kadar airnya mencapai 8 – 9% basis.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Ketua Kelti Pengolahan Hasil dan Keteknikan, serta seluruh Teknisi Lab Pengolahan Hasil dan Bengkel Rekayasa atas motivasi, partisipasi, kerjasama dan dedikasinya pada penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- BROOKER, D.B., F.W. BAKKER-ARKEMA and C.W. HALL. 1974. Drying cereal grains. The AVI Publishing Co., Inc. Westport Connecticut. 94-120p.
- BAKER, C.G.J. 1997. Dryer selection, in C.G.J. BAKER (Ed) Industrial Drying of Food. Blackie Academic and Professional, London. 242-27p.
- BASRAH, A.E., A. SUDIBYO dan SUBAGYA. 1996. Status dan perkembangan produksi dan pengolahan agro-industri tanaman obat. Prosiding Forum Konsultasi Strategi dan Koordinasi Pengembangan Agroindustri Tanaman Obat, Balitro-Badan Litbang Pertanian. Bogor 28-29 Nop. 1995, p.88-89.
- DE PADUA, D.B. 1981. Design and analysis of performance of grain dryers. Proceeding Grain Post-Harvest Processing Technology, Nuffic LHW/IPB-1. 124-150p.
- HALL, C.W. 1957. Drying farm crops. Edward Brother Co., Michigan. 86-94p.
- KADARISMAN, K., M.P. LAKSMANAHARDJA, A.M. SYARIEF dan R. HASBULLAH. 1990. Rancangan dan uji kenampakan alat pengering jahe dan kunyit tipe rak. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengeringan Komoditas Pertanian, 21-22 Nopember. Badan Litbang Pertanian, Jakarta : 274-285.
- MULYONO, E. 1990. Desorpsi isotermi jahe. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 194p.
- PRAMUDYA, B., dan N. DEWI. 1991. Ekonomi teknik. JICA-ADAET. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi, Institut Pertanian Bogor, p.57- 78.
- PURSEGLOVE, J.W., E.G. BROWN, C.L. GREEN dan S.R.J. ROBBINS. 1981. Spices. Vol 2. Longman Inc., New York. 813p.
- PRANOTO, G. 1999. Prospek nilai jual, kesinambungan dan keselarasan produk farmasi yang berbahan baku tumbuhan obat asli Indonesia. Disampaikan pada Seminar Nasional Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia. Himpunan Mahasiswa Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan – IPB, Bogor 28 April 1999, p.5.
- ROKHANI. 1989. Uji performansi pengering tipe rak pada pengeringan jahe dan kunyit serta pengaruh perlakuan bahan terhadap mutu yang dihasilkan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. 143p.
- RUSLI, S. dan D. RAHMAWAN. 1988. Pengaruh cara pengirisan jahe dan tipe pengering terhadap mutu jahe. Buletin Littro, III(2):80-83.
- SUMANGAT, D., A.S. SOMANTRI dan RISFAHERI. 2002. Rancang bangun mesin perajang temu-temuan. Laporan Penelitian TA. 2002, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Tidak dipublikasikan).
- TAIB, G., E.G. SAID dan S. WIRAATMADJA. 1987. Operasi pengeringan pada pengolahan hasil pertanian. PT. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta, p.76.