

**KARAKTERISASI FISIK BIJI PALA (*Myristica sp.*) SELAMA PROSES PENGERINGAN DENGAN MENGGUNAKAN ERK HYBRID**

***PHYSICAL CHARACTERISATION OF NUTMEG SEED (*Myristica sp.*) DURING DRYING PROCESS USING ERK HYBRID***

Guyup Mahardhian Dwi Putra <sup>1)</sup> dan Sumarjan<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen PS. Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram;

<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Pertanian Universitas Mataram

Email : guyup.mahardhian@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik fisik biji pala selama proses pengeringan berlangsung dengan parameter sebaran suhu dalam rumah kaca, laju pengeringan, rendemen hasil pengeringan. Percobaan dilakukan untuk mengetahui sebaran suhu dan RH di ruang pengering pada kondisi kosong tanpa bahan dan kondisi dengan bahan. Input energi panas berasal dari pembakaran biomassa di tungku (malam hari) dan kombinasi antara biomassa dan radiasi (siang hari). Pengukuran suhu dan RH dilakukan dengan menggunakan termokopel CC dan termometer alkohol. Suhu dan RH yang akan diukur meliputi suhu dan RH ruang pengering yang dilakukan dengan beberapa titik pengukuran yang mewakili rak atas, rak tengah, rak bawah serta suhu inlet, suhu outlet (bola basah dan bola kering) dan suhu lingkungan dengan selang pengukuran 30 menit. Analisis parameter efisiensi penggunaan energi dihitung berdasarkan persamaan-persamaan kadar air bahan basis basah, iradiasi Surya harian (Ih), laju pengeringan. Hasil dari penelitian ini diperoleh sebaran suhu ruang pengering cenderung merata yaitu rata-rata berkisar antara 42°C-51°C sedangkan RH ruang pengering berkisar antara 50.96%-55.65%. Lama pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan biji pala dari kadar air awal 80.72% bb hingga 9.67% bb pada percobaan ini yaitu 52 jam dengan rata-rata laju pengeringan yaitu 7.8% bk/jam. Kualitas produk yang dihasilkan diperoleh warna biji pala hasil pengeringan secara umum lebih seragam

**ABSTRACT**

*The aims of this research is to look at the physical characteristics of the nutmeg seed during the drying process with the temperature distribution variable in greenhouses , drying rate , drying yield. Experiments were conducted to determine the distribution of temperature and RH in the green house in condition with no material and material conditions . Input of heat energy derived from biomass combustion in the furnace ( evening ) and a combination of biomass and radiation ( during the day ) . Temperature and RH measurements performed using a thermocouple CC and alcohol thermometer. Temperature and RH to be measured include temperature and RH in green house with several measurement points representing the upper shelf , middle shelf , bottom shelf and inlet temperature , outlet temperature ( wet bulb and dry bulb ) and ambient temperature measurements at intervals of 30 minutes . analysis of energy use efficiency parameter is calculated based on the equations wet basis moisture content of materials , daily solar irradiation ( Ih ) , the rate of drying . The results obtained from this study is average temperature ranges between 42 ° C - 51 ° C and RH ranged between 50.96 % -55.65 % . long drying is used to dry nutmeg from the initial moisture content from 80.72 % wb to 9.67 % wb in this experiment is 52 hours with an average drying rate is 7.8 % db / hour . The quality of the resulting product obtained nutmeg color generally results in more uniform drying*

Kata-kata Kunci: Biji Pala, Pengeringan, ERK hybrid

Key Word: Nutmeg Seed, Drying, Green House

**PENDAHULUAN**

Pengeringan merupakan salah satu tahap penanganan pasca panen yang cukup kritis dalam menentukan mutu biji pala. Pala dipanen biji, fuli, dan daging buahnya (Hadad, 2006).

Sebelum dipasarkan, biji dijemur hingga kering setelah dipisah dari fulinya. Tujuan dari pengeringan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam bahan yang dapat merusak mutu dari buah pala tersebut sehingga dapat memperpanjang umur simpan. Selama ini,

pengeringan yang bisa dilakukan di Indonesia adalah pengeringan tradisional dengan cara penjemuran atau pengasapan. Pengeringan dengan penjemuran bergantung pada keadaan cuaca yang cerah sehingga mudah rusak, berjamur serta dapat dirusak serangga. Sedangkan pengasapan, membutuhkan waktu yang lebih lama dan beresiko terjadi kebakaran (Indira, 1990). Metode pengeringan yang diperlukan untuk mengeringkan biji pala yaitu menggunakan pengering buatan atau mesin pengering. Pengeringan buatan adalah metode pengeringan yang dalam operasi pengeringannya menggunakan bantuan alat pengering. Metode ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan pada metode pengeringan alami, selain itu pengeringan dengan menggunakan mesin pengering bisa lebih kontinu dan lebih terkontrol.

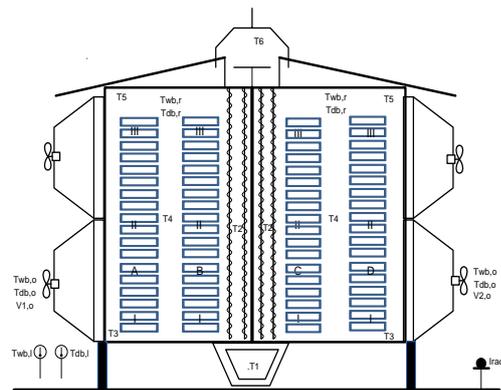
Pengeringan yang memanfaatkan energi surya merupakan pilihan alternatif. Faktor yang mendorong berkembangnya pengeringan di Indonesia dikarenakan ketersediaan surya yang melimpah dan merupakan energi terbarukan, gratis dan ramah lingkungan. Namun pada prakteknya pengering ini juga mempunyai kekurangan yaitu radiasi surya yang sampai ke permukaan bumi sangat bergantung pada waktu dan cuaca. Untuk mengatasi masalah tersebut maka pengering ini perlu diberi pemanas tambahan sehingga alat pengering ini dapat digunakan kapan saja dan tidak bergantung pada cuaca dan dapat dioperasikan malam hari. Usaha yang umum digunakan adalah dengan penggunaan pemanas tungku biomassa. Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar berdasarkan atas beberapa pertimbangan, yaitu nilai ekonomisnya rendah namun memiliki nilai kalor yang tinggi, murah dan mudah didapat karena biomassa banyak dijumpai dimana saja, contohnya limbah pertanian. Pada penelitian ini bahan bakar yang digunakan berupa kayu.

Dalam penelitian ini akan diteliti karakteristik fisik biji pala selama proses pengeringan menggunakan ERK Hybrid meliputi laju pengeringan, rendemen hasil pengeringan, kebutuhan energi listrik dan surya serta efisiensi sistem pengeringan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Pertanian IPB, Bogor dan Leuwikopo, Departemen Teknik Pertanian IPB, Bogor sebagai lokasi pengujian. Waktu penelitian dimulai pada bulan Nopember 2009 sampai dengan Juni 2010. Alat yang digunakan

menggunakan ERK Hybrid hasil rancangan Wulandani, 2009 Termokopel tipe CC (*Copper Constanta*), *Pyranometer* model MS-401, Timbangan digital model EK-1200 A, ketelitian 0.1 g Timbangan pegas, Alat ukur waktu, alat ukur panjang dan alat tulis, Termometer Alkohol (0-100 °C), Anemometer Kanomax tipe 6011, Drying Oven SS-204 D Ikeda Scientific, Kassa-kapas, plester, gelas plastic kecil, dan obeng. Bahan yang dipakai adalah biji pala yang dibeli dari petani Pala di Sukabumi, Jawa Barat. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termokopel CC dan termometer alkohol. Suhu yang akan diukur meliputi suhu ruang pengering yang dilakukan dengan beberapa titik pengukuran yang mewakili rak atas, rak tengah, rak bawah serta suhu inlet, suhu outlet (bola basah dan bola kering) dan suhu lingkungan dengan selang pengukuran 30 menit, pengukuran kadar air bahan, lama pengeringan, laju aliran udara pengering, kelembaban udara (RH), Iradiasi surya global.



Keterangan:

T1: Suhu tungku, T2: Suhu HE tungku, T3 – T5: Suhu ruang bagian bawah, tengah dan atas pada segmen A-B-C-D, T6: Suhu cerobong asap; Twb,o: suhu bola basah keluar ruang pengering (outlet), Tdb,o: Suhu bola kering keluar ruang pengering (outlet), V<sub>1,o</sub>-V<sub>2,o</sub>: kecepatan udara keluar ruang pengering, v<sub>i</sub>: kecepatan udara inlet, Twb,l: Suhu bola basah lingkungan, Tdb,l: Suhu bola kering lingkungan, Irad: Iradiasi surya, I: produk pada segmen rak bagian bawah, II: produk pada segmen rak bagian tengah, III: produk pada segmen bagian atas.

Gambar 1. Lokasi/titik-titik pengamatan

Perhitungan Parameter dan Analisis Data

### a. Perubahan Kadar Air Bahan

Pada perhitungan kadar air bahan selama proses pengeringan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ka (\%bb) = \frac{m_w}{m_w + m_s} \times 100\% \dots\dots (1)$$

$$Ka (\%bk) = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \dots\dots (2)$$

- b. Iradiasi Surya harian (Ih)  
 Total iradiasi surya harian dihitung dengan menggunakan metode Simpson (Henderson, 1981) sebagai berikut :

$$Ih = \frac{\Delta t}{3} [I_i + 4\sum I_{gl} + 2\sum I_{gp} + I_f] \dots\dots (3)$$

- c. Laju Pengeringan

$$\frac{dKa}{dt} = \frac{Ka_t - Ka_{t+\Delta t}}{\Delta t} \dots\dots\dots (4)$$

- d. Rendemen proses pengeringan  
 Rendemen proses pengeringan adalah persentase berat akhir bahan kering dengan berat awal bahan basah. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$rendemen(\%) = \frac{\text{Berat akhir (kg)}}{\text{Berat awal (kg)}} \times 100\% \dots (5)$$

**PEMBAHASAN**

*Pengujian Tanpa Beban*

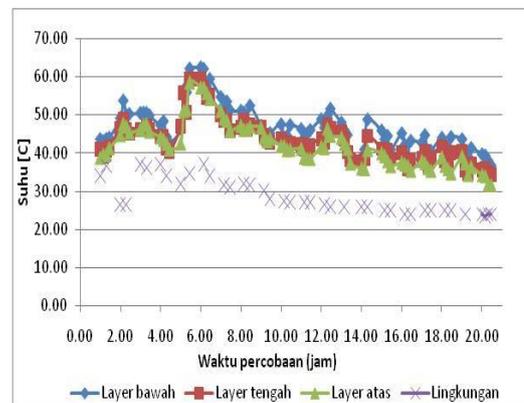
Untuk mengetahui profil sebaran suhu dalam alat pengering ERK dilakukan percobaan tanpa beban yang dilakukan pada malam hari dan siang hari.

Pada saat siang hari berkisar antara 34.9°C sampai 62.7°C dengan nilai rata-rata 48.63°. Sedangkan pada malam hari suhu ruang berkisar antara 32.1°C sampai 54.3°C dengan rata-rata 39.97°C. Suhu lingkungan pada siang hari berkisar antara 28°C sampai 37°C sedangkan malam hari berkisar antara 23.5°C sampai 27°C.

Gambar 2 terlihat bahwa suhu tiap-tiap layer pada waktu tertentu pada percobaan hampir seragam. Hal ini karena adanya dua kipas yang berfungsi untuk mengontrol suhu dalam ruang pengering. Suhu pada siang hari berfluktuatif dari waktu ke waktu mengikuti pola suhu lingkungan dan intensitas radiasi surya.

Suhu pada titik yang dekat HE (*heat exchanger*) memiliki suhu yang lebih tinggi karena titik tersebut paling dekat dengan sumber panas, sedangkan suhu rata-rata minimum terdapat titik pengukuran yang berada pada sudut

bangunan dan jauh dari sumber panas. Persebaran suhu rata-rata pada tiap posisi pada rak tengah lebih merata dari pada rak bawah. Sedangkan persebaran suhu pada rak bagian atas juga lebih merata dibandingkan rak bagian bawah. Meratanya persebaran suhu pada rak bagian tengah dan rak bagian atas dikarenakan adanya dua kipas yang terletak pada outlet bagian atas maupun pada outlet bagian bawah yang membantu persebaran suhu. Persebaran suhu pada siang hari juga dipengaruhi oleh radiasi surya dimana kondisi pada saat pengukuran cerah bahkan mencapai 728.57 Watt/m<sup>2</sup> pada pukul 10.30 sehingga suhu ruangan yang dicapai juga tinggi meskipun bahan bakar yang dimasukkan dalam tungku tidak maksimum.



Gambar 2. Persebaran suhu tiap-tiap layer dan suhu lingkungan

Suhu rata-rata malam hari lebih rendah daripada siang hari karena pada malam hari sumber panas hanya didapat dari tungku saja, namun suhu pada malam hari lebih konstan daripada siang hari karena tidak adanya fluktuasi radiasi surya yang mempengaruhi suhu dalam ruang pengering.

*Pengujian dengan biji pala (Myristica sp.)*

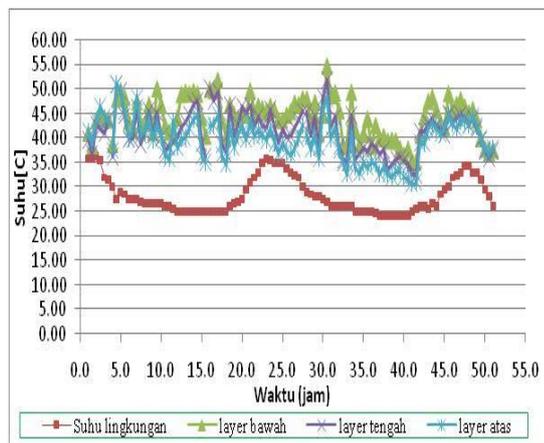
Suhu ruang pengering selama percobaan memiliki pola yang relatif seragam dengan kisaran suhu ruang rata-rata adalah 41.8°C pada rentang suhu 32.8 °C – 50.0°C. Suhu ruang maksimum 63.6°C terdapat pada rak 1 di layer bawah dan suhu minimum 30.1°C pada layer atas dan terjadi pada saat menjelang akhir pengeringan. Tingginya suhu rata-rata ruang tersebut selain faktor radiasi matahari pada siang hari juga disebabkan pembakaran energi biomassa di dalam tungku yang berlangsung secara terus menerus sehingga suhu minimum ruang masih lebih tinggi dibanding suhu rata-rata

lingkungan. Selisih antara suhu lingkungan dengan suhu udara pengering menunjukkan bahwa suhu udara pengering dalam bangunan telah menyerap panas baik dari radiasi surya maupun dari panas tungku. Kecenderungan peningkatan suhu terjadi jika proses pemanasan udara oleh radiasi surya dan panas tungku berlangsung dengan baik. Pemanasan dalam ruang pengering tergantung pada kontinuitas pembakaran tungku dan selanjutnya tergantung oleh adanya energi surya.

Profil suhu udara pengering hasil pengujian dengan menggunakan biji pala selama percobaan disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Profil sebaran suhu udara di dalam mesin pengering dan lingkungan selama percobaan

Posisi Sensor	Hari ke-	Suhu siang hari (°C)		Suhu malam hari (°C)			
		min	Max rata2	min	max	rata2	
Rak Bawah (A)	H1	36.3	50.0	42.1	32.4	65.2	45.8
	H2	35.7	60.1	46.1	33.1	65.1	42.5
	H3	32.5	52.6	43.2			
Rak Tengah (B)	H1	34.3	47.6	40.3	34.4	62.9	42.8
	H2	35.6	54.9	43.2	32.2	56.8	39.1
	H3	31.1	47.0	40.8			
Rak Atas (C)	H1	35.8	52.7	42.2	33.7	60.5	41.8
	H2	32.3	48.2	40.0	31.1	52.5	36.4
	H3	30.1	48.1	40.1			
Lingkungan (L)	H1	30.0	36.5	33.9	25.0	29.0	26.2
	H2	25.0	36.0	30.6	24.0	28.5	25.5
	H3	24.0	34.5	29.1			



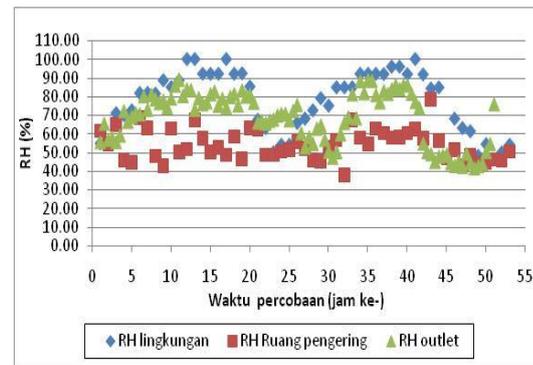
Gambar 3. Persebaran suhu tiap-tiap layer dan suhu lingkungan pada percobaan dengan beban

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa suhu ruang pengering pada tiap layer baik pada kondisi malam hari maupun siang hari hampir

seragam. Suhu rata-rata udara mesin pengering itu masih memenuhi kisaran syarat suhu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan biji pala yaitu antara 40°C sampai 55°C. Artinya, selama suhu udara pengering masih berada pada kisaran tersebut maka tidak akan terjadi pengeringan yang terlalu cepat, yang dapat mengakibatkan *case hardening* pada produk hasil pengeringan.

#### RH ruang pengering dan sebarannya

Nilai rata-rata RH udara siang hari dalam ruang pengering selama tiga hari masing-masing adalah 55.65%, 52.77% dan 50.96%. Pada saat itu nilai rata-rata RH pada lingkungan adalah 67.59%, 68.96% dan 58.25%. Sedangkan nilai rata-rata RH pada malam hari adalah 55.70% dan 57.79% sementara nilai rata-rata RH lingkungan adalah 91.18% dan 90.99%. Perbandingan RH pengering dan RH lingkungan selama proses pengeringan biji pala dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Perbandingan RH Pengering, RH lingkungan dan RH outlet selama pengeringan biji pala (*myristica sp.*)

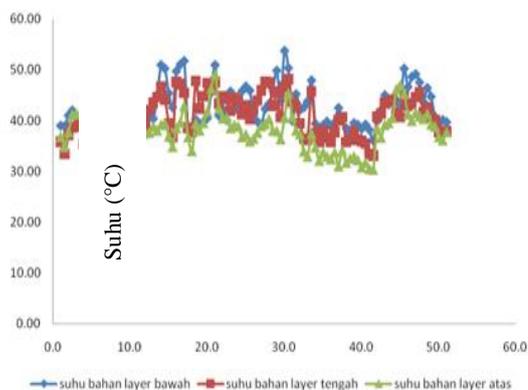
Pada Gambar 4 Terlihat bahwa RH udara didalam ruang pengering lebih kecil daripada RH udara lingkungan baik siang hari maupun malam hari. Sehingga potensi udara dalam pengering untuk mengeringkan bahan lebih besar dibandingkan potensi udara di lingkungan. Oleh karena itu, pada malam hari diusahakan isolasi sistem (ruang pengering) secara optimal dari masuknya udara luar (lingkungan). Hal ini bisa dilakukan dengan mengurangi kebocoran-kebocoran pada dinding ruang pengering dan mengurangi frekuensi buka tutup ruang pengering.

Pada Gambar 4 tersebut juga terlihat bahwa RH outlet rata-rata lebih tinggi dari RH pada ruang pengering baik pada kondisi siang maupun malam hari. Hal ini dikarenakan udara yang melewati outlet cenderung menurun dan

banyak mengandung uap air yang dibawa melalui aliran udara menuju outlet.

*Suhu bahan*

Udara pengering yang telah mengalami pemanasan selanjutnya melewati bahan dalam rangka proses pengeringan. Suhu udara yang melewati bahan mengalami penurunan karena selama proses pengeringan energi panas yang terkandung dalam udara diserap oleh bahan untuk menguapkan kandungan uap air yang selanjutnya terhisap oleh kipas keluar bangunan (Triwahyudi, 2009). Adapun profil suhu bahan dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Profil suhu bahan pada pengeringan biji pala

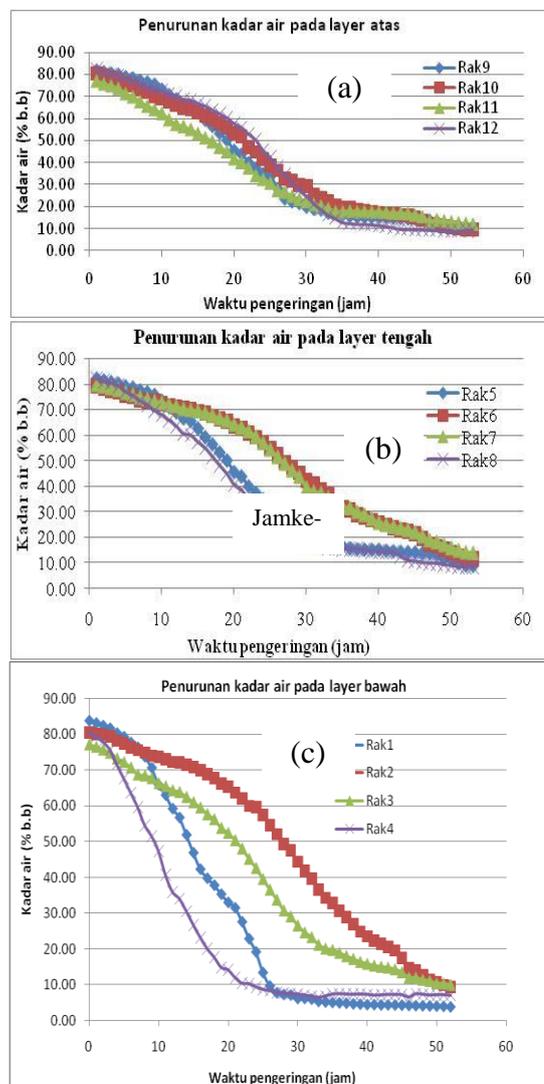
Besarnya penurunan suhu udara pengering dipengaruhi oleh jumlah bahan yang dikeringkan. Semakin banyak bahan yang dikeringkan menyebabkan jumlah energi panas yang dimanfaatkan semakin besar. Pada percobaan ini bahan yang dikeringkan sebanyak 150 kg dengan energi termanfaatkan untuk menguapkan air bahan sebesar 298423.9 kJ. Tingkat penyerapan panas oleh bahan ditunjukkan oleh besarnya selisih antara suhu udara pengering dengan suhu udara luar bahan.

*Laju pengeringan bahan*

Laju pengeringan bahan adalah banyaknya air yang diuapkan persatuan waktu atau perubahan kadar air bahan dalam satu satuan waktu (Heldman, 1981). Sebelum membahas laju pengeringan bahan, maka akan dibahas lebih dahulu mengenai kadar air awal bahan sebelum dikeringkan dan kadar air bahan setelah dikeringkan. Kemudian akan dibahas pula faktor luar yaitu udara pengering yang berpengaruh terhadap laju pengeringan bahan, yaitu laju aliran udara dan kelembaban udara.

*Kadar air bahan*

Grafik laju pengeringan dapat dipresentasikan berdasarkan waktu dan perubahan kadar air. Berikut adalah grafik laju pengeringan untuk biji pala untuk tiap layer (bawah, tengah dan atas).



Gambar 6. Perubahan kadar air pada tiap-tiap rak pada layer atas (a), tengah (b), bawah (c)

Terlihat dari grafik laju pengeringan pada Gambar 6 (a), (b) dan (c) bahwa fluktuasi laju pengeringan bahan di dalam pengering pada awal-awal masa pengeringan cukup tinggi kemudian akan menurun. Karakteristik ini tidak nampak secara nyata pada sampel penjemuran langsung. Gambar 6 (a), (b) dan (c) juga terlihat bahwa pada awal-awal pengeringan, perubahan kadar air pada bahan cukup tinggi, namun setelah

jam ke-30 perubahan kadar air rendah dan mulai konstan setelah jam ke-40 hingga pengeringan selesai. 1.7 Kualitas produk yang dikeringkan

Kualitas produk yang dikeringkan dengan mesin pengering diharapkan lebih baik dari kualitas produk yang dihasilkan dengan cara konvensional atau dijemur. Kualitas produk akan dilihat dari penampakan fisik (keseragaman warna, dan berjamur atau tidak), kandungan zat kimia bahan (zat arang atau karbon, air, mineral) dan kandungan zat kimia yang akan dimanfaatkan (rendemen minyak atsiri). Namun pada penelitian ini, kualitas (mutu) produk hanya dinilai berdasarkan keseragaman warna, berjamur atau tidak dan kadar airnya.

Berdasarkan pengamatan, warna biji pala hasil pengeringan secara umum lebih seragam. Ini karena biji pala mendapatkan kontak udara panas pengering yang relatif kontinu. Sedangkan untuk jamur tidak ditemukan baik pada pengeringan dengan ERK maupun dalam pengeringan secara langsung.

Kadar air akhir yang dicapai pada pengeringan ERK bisa mencapai 9.67% sedangkan penjemuran langsung masih mencapai 13.63%. Perbedaan kadar air akhir yang dicapai memang tidak begitu signifikan karena biji pala yang dikeringkan dalam penelitian ini berukuran standar bahkan banyak yang kecil sehingga mudah untuk dikeringkan. Sangat berbeda jika yang dikeringkan adalah biji pala besar dimana kandungan air didalam tempurung sukar dikeluarkan. Bahkan diperlukan energi atau panas besar dan kontinu agar bisa mengeluarkan seluruh air dalam bahan, tanpa memecahkan tempurung dan tidak menimbulkan kerusakan kandungan kimia di dalamnya. Hal ini sangat mungkin jika pengeringan dilakukan menggunakan mesin pengering (Rismunandar, 1990).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

1. Pengujian tanpa beban pada saat siang hari berkisar antara 34.9°C sampai 62.7°C dengan nilai rata-rata 48.63°. Sedangkan pada malam hari suhu ruang berkisar antara 32.1°C sampai 54.3°C dengan rata-rata 39.97°C. Suhu lingkungan pada siang hari berkisar antara 28°C sampai 37°C sedangkan malam hari berkisar antara 23.5°C sampai 27°C
2. Sebaran Suhu ruang pengering selama percobaan memiliki pola yang relatif

seragam dengan kisaran suhu ruang rata-rata adalah 41.8°C pada rentang suhu 32.8°C–50.0°C. Sedangkan RH ruang pengering berkisar antara 50.96%-55.65%.

3. Lama pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan biji pala dari Kadar air awal 80.72% bb hingga 9.67% bb pada percobaan ini yaitu 52 jam dengan rata-rata laju pengeringan pada yaitu 7.8% bk/jam.
4. Kualitas produk yang dihasilkan diperoleh warna biji pala hasil pengeringan secara umum lebih seragam.

### *Saran*

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu sistem kontrol untuk menjaga kestabilan panas dan suhu ruang pengering.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadad, M., Randiani, E., Firman, C., Sugandi, T. 2006. *Budidaya Tanaman Pala*. Parung Kuda: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.
- Indira, F. 1990. *Mempelajari Karakteristik Pengeringan Biji Pala*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Heldman, D.R. and R. P Singh. 1981. *Food Process engineering 2<sup>nd</sup> ed*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut
- Henderson, S.M., dan Perry, R.L.1981. *Agricultural Proses Engineering*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut
- Rismunandar. 1990. *Budidaya Tata Niaga Pala*, cet. II. PT. Penebar Swasembada. Jakarta
- Triwahyudi, Sigit. 2009. *Kajian Pengering Surya Efek Rumah Kaca (ERK)-Hybrid dengan Rak Berputar secara Vertikal untuk Pengeringan Kapulaga Lokal*. Tesis. Magister Sains Pascasarjana IPB
- Wijaya, Aji. 2007. *Uji Unjuk Kerja Mesin Pengering Tipe Efek Rumah Kaca (ERK) Berenergi Surya dan Biomassa Untuk Pengeringan Biji Pala (Myristica sp.)*. skripsi. Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.