

*"Demi waktu matahari sepenggalan naik, dan demi malam apabila telah sunyi, Tuhanmu tiada meninggalkan kamu dan tidak (pula) benci kepadamu, dan sesungguhnya akhir itu lebih baik bagimu dari permulaan "*

(QS: ADH DHUHAA ; 1-4)

*Kupersembahkan karya kecil ini teruntuk (Alm.) Bapak, Ibu, Kakak-kakak, dan Adik-adik yang kucintai.*

Halaman ini merupakan bagian dari karya intelektual yang dilindungi undang-undang dan hak cipta. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi website kami di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
1. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan isi karya ini tanpa izin dari IPB University.  
2. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
3. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
4. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
5. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
6. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
7. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
8. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
9. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.  
10. Dilarang menggunakan isi karya ini untuk tujuan lain yang melanggar hak cipta.



Madi Kusumahadi Setiawan. F 29.1552. Studi Karakteristik Pengeringan Fuli dan Biji Pala (*Myristica fragrans*, Houtt). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Hadi K. Purwadaria.

---

## RINGKASAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans*, Houtt) merupakan salah satu jenis tanaman rempah yang banyak terdapat di Indonesia. Produksi pala dalam ton di Indonesia berturut-turut mulai dari tahun 1986 sampai tahun 1991 adalah 15000, 15300, 14600, 15100, 16100, dan 16700. Biji dan fuli pala dapat dimanfaatkan secara langsung untuk flavor dalam masakan dan di bidang pengobatan tradisional. Penanganan pasca panen fuli dan biji pala merupakan faktor yang penting dan perlu diperhatikan untuk menghasilkan mutu fuli dan biji pala yang baik. Pengeringan merupakan salah satu faktor penting dalam penanganan pasca panen fuli dan biji pala karena dapat memperpanjang umur simpan dan mencegah kerusakan dari jamur dan serangga. Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian pengeringan biji pala (Fina Indira, 1990).

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari karakteristik pengeringan fuli dan biji pala. Secara rinci, penelitian bertujuan untuk menentukan laju pengeringan fuli dan biji pala pada berbagai tingkat suhu, menentukan suhu pengering optimum, dan menentukan koefisien pengeringan untuk model pengeringan lapisan tipis.

Nilai K untuk model pengeringan lapisan tipis diperoleh secara grafis mengikuti persamaan dari Henderson dan Perry (1976), yang menyatakan bahwa







# STUDI KARAKTERISTIK PENGERINGAN FULI DAN BIJI PALA (*Myristica fragrans*, Houtt)

Oleh  
**MADI KUSUMAHADI SETIAWAN**  
F 29.1552

## SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
Pada JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

1996  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini, baik secara mecara manual dan elektronik, tanpa  
a. Perizinan resmi dari Direktorat Jendral Pendidikan, Kebudayaan, Pemuda dan Olahraga, dan  
b. Perizinan resmi dari Direktorat Jendral Pendidikan dan Kebudayaan, Institut Pertanian Bogor  
2. Dilarang menggunakan dan menyalin sebagian atau seluruh karya ini, baik secara manual dan elektronik, tanpa izin dari IPB University





## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DARTAR SIMBOL .....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Botani Tanaman Pala .....	5
B. Komposisi Fisik-Gizi Biji dan Fuli Pala .....	7
C. Cara-cara Pengeringan Biji dan Fuli Pala .....	8
D. Model Pengeringan Lapisan Tipis .....	10
E. Perhitungan Nilai K .....	11
F. Uji Keabsahan Model .....	13
III. METODE PENELITIAN .....	15
A. Tempat dan Waktu .....	15
B. Bahan dan Alat .....	15
1. Bahan .....	15
2. Alat .....	15
C. Perlakuan Percoban .....	16
D. Pengamatan .....	17
E. Analisis Data .....	17
F. Prosedur Penelitian .....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
A. Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis .....	21

Hal Cipta merupakan Undang-Undang  
 1. Dilakukan sebagai bagian dari kegiatan karya tulis, atau sebagai penciptaan dan merupakan sumber  
 2. Pengalihan hak cipta adalah kegiatan peralihan, sewaan, pinjam, pemberian hak, atau lain-lain untuk tujuan  
 3. Pengalihan hak cipta tidak mengikat keberadaannya yang tetap pada pencipta.  
 4. Hal yang bersangkutan dan merupakan bagian dari kegiatan karya tulis, atau dalam rangka kegiatan karya tulis, atau IPB University





## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Bagian-bagian Buah Pala .....	6
Gambar 2. Skema Alat Pengeringan Percobaan .....	20
Gambar 3. Kurva Penurunan Kadar air (%bk) terhadap Waktu untuk Fuli	23
Gambar 4. Kurva Penurunan Kadar Air (%bk) terhadap Waktu untuk Biji Pala Bertempurung (tahap I) .....	23
Gambar 5. Kurva Penurunan Kadar Air (%bk) terhadap Waktu untuk Biji Pala Tanpa Tempurung (tahap II) .....	24
Gambar 6. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Waktu untuk Fuli ...	27
Gambar 7. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Waktu untuk Biji Pala Bertempurung (tahap I) .....	27
Gambar 8. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Waktu untuk Biji Pala Tanpa Tempurung (tahap II) .....	28
Gambar 9. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Kadar Air untuk Fuli .....	29
Gambar 10. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Kadar Air untuk Biji Pala Bertempurung (tahap I) .....	30
Gambar 11. Laju Pengeringan (%bk/menit) terhadap Kadar Air untuk Biji Pala Tanpa Tempurung .....	30
Gambar 12. Hubungan Kadar Air Fuli (%bk) dengan Waktu antara Model Dugaan dengan Hasil Percobaan pada Suhu 40 °C .....	35
Gambar 13. Hubungan Kadar Air Biji Pala Bertempurung (%bk) dengan Waktu antara Model Dugaan dengan Hasil Percobaan pada Suhu 40 °C .....	35
Gambar 14. Fuli setelah dikeringkan .....	38
Gambar 15. Biji Pala Bertempurung setelah dikeringkan .....	38
Gambar 16. Biji Pala setelah dikeringkan .....	39
Gambar 17. Penampang Biji Pala Kering setelah dibelah .....	39

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang tidak dapat dipertanggungjawabkan secara hukum dan akademik oleh IPB University.



## DAFTAR SIMBOL

$C_1, C_2$	=	Konstanta bahan
$D$	=	Koefisien difusifitas
$e_i$	=	Data hasil perhitungan
$h_g$	=	Panas laten penguapan air (Btu/lb)
$K$	=	Koefisien pengeringan (1/menit)
$m$	=	Kadar air basis basah (%)
$M$	=	Kadar air basis kering (%)
$Me$	=	Kadar aaair kesetimbangan (%)
$\theta$	=	Waktu (menit)
$\theta_i$	=	Data hasil percobaan
$R^2$	=	Nilai korelasi
$R_h$	=	Kelembaban relatif (%)
$T$	=	Suhu mutlak ( $^{\circ}K$ )
$X^2$	=	Nilai chi-kuadrat
$Y$	=	Nilai rata-rata percobaan
$Y_e$	=	Nilai dari dugaan model
$Y_o$	=	Nilai dari hasil percobaan

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB University.

1. Dokumen ini merupakan dokumen resmi IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB University.

2. Dokumen ini merupakan dokumen resmi IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB University.



**Tabel 1.** Luas Perkebunan Rakyat Tanaman Pala (1986-1991)

<i>Tahun</i>	<i>Luas Areal (Ha)</i>
1986	62300
1987	64000
1988	63100
1989	64200
1990	65400
1991	66400

Sumber: Dirjen Perkebunan (1992)

Daerah penghasil pala di Indonesia meliputi propinsi Aceh, Sumatera Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Maluku, serta Irian Jaya. Tabel 2 dapat dilihat hasil pala pada perkebunan rakyat.

**Tabel 2.** Produksi Pala Perkebunan Rakyat (1986-1991)

<i>Tahun</i>	<i>Produksi (ton)</i>
1986	15000
1987	15300
1988	14600
1989	15100
1990	16100
1991	16700

Sumber: Dirjen Perkebunan dan Dirjen Aneka Industri (1992)

Cara pengeringan merupakan salah satu faktor penentu mutu pala dan fuli yang dihasilkan disamping cara panen dan sortasi. Pengeringan yang biasa dilakukan di Indonesia adalah pengeringan tradiasional dengan cara pengasapan atau penjemuran. Pengeringan dengan cara penjemuran tergantung dengan keadaan cuaca yang baik dan tidak dapat terhindarkan kemungkinan pembasahan kembali, sehingga pala dapat ditumbuhi jamur, terkontaminasi dengan kotoran dan debu, serta dapat dirusak serangga.

Dengan cara pengasapan, proses pengeringan yang membutuhkan waktu yang cukup lama dan mempunyai resiko kebakaran.

Salah satu cara untuk mengeringkan produk biji pala adalah dengan menggunakan pengering buatan, hasil yang diperoleh akan baik apabila pemakai alat pengering tersebut dapat menggunakannya dengan secara optimal.

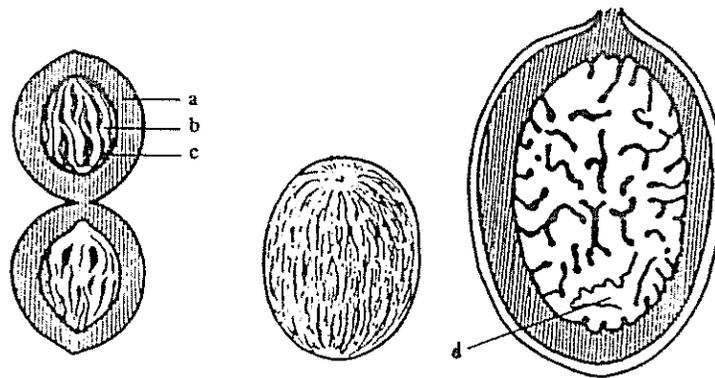
Sebelumnya telah ada penelitian mengenai pengeringan biji pala (Fina Indira, 1990), dengan laju pengeringan biji bertempurung tinggi untuk 20 menit pertama. Kemudian hubungan laju pengeringan dengan kadar air pada pengeringan biji pala bertempurung dan tanpa tempurung mempunyai pola 2 periode pengeringan menurun. Waktu pengeringan yang dibutuhkan menjadi lebih efektif. Ini dapat dibuktikan pada percobaan awal pengeringan biji pala bertempurung dengan suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 40 jam kadar air biji bagian dalam adalah 23.54%. sedangkan untuk pengeringan dengan dua tahap total waktu pengeringan untuk suhu yang sama adalah 24 jam dengan kadar air 7.87%. Penelitian ini dilakukan lagi dengan maksud untuk memperbaiki data dari penelitian sebelumnya dan untuk memperoleh suhu pengeringan biji dan fuli pala yang menghasilkan biji dan fuli kering yang baik (optimum).





iklim. Warna bunga kuning pucat, lunak, dan berbau harum. Pohon tanaman pala berzat kayu, berakar tunggang, sedangkan daunnya bentuknya tipis dan kaku, lonjong, bagian atas berwarna abu-abu pucat.

Buah pala yang masak berwarna kuning kehijauan dengan tekstur yang keras, dapat dalam waktu sekitar 6 bulan sekitar penyerbukan. Diameter buah bervariasi antara 3-9 cm. Buah pala terdiri atas daging pala dan biji pala yang terdiri dari fuli, tempurung, dan daging biji. Pada Gambar 1 dapat dilihat gambar bagian-bagian buah pala. Berdasarkan bentuk buahnya, pala Indonesia dibedakan atas dua macam yaitu pala udang dan pala bebek. Buah pala udang berbentuk bulat, sedangkan buah pala bebek berbentuk lonjong. Di antara daging dan biji terdapat selaput seperti jala yang yang dalam dunia perdagangan disebut fuli (mace).



Keterangan : a. daging, b. fuli, c. tempurung, d. biji bagian dalam

**Gambar 1.** Gambar bagian-bagian buah pala (Rismunandar,1990).

Biji pala berkeping dua berbentuk bulat telur. Panjang biji pala berkisar antara 1,5-4,5 cm dan tebal 1-2,5 cm. Biji pala yang baik untuk dikeringkan adalah biji pala yang berasal dari buah pala masak yang bagian luarnya telah dilapisi dengan tempurung berwarna coklat tua kehitaman dan fuli yang baik untuk dikeringkan adalah fuli yang berasal dari buah pala yang telah masak.

## B. KOMPOSISI FISIK-GIZI BIJI DAN FULI PALA

Buah pala sendiri terdiri dari empat bagian yaitu daging buah, fuli, tempurung (cangkang), dan biji. Di dalam prakteknya, khususnya di Banda perbandingan berat biji kering dengan fuli rata-rata 4:1. Di pulau lain dari gugusan kepulauan Maluku, berat fulinya agak rendah. Pada Tabel 3 diperlihatkan perbandingan berat pala Banda (*Myristica fragrans*, Houtt) dari keempat bagian buah pala.

**Tabel 3.** Persentase Berat Bagian-bagian Buah Pala

<i>Bagian Buah</i>	<i>Basah (%)</i>	<i>Kering (dianginkan)</i>
Daging	77,8	9,93
Fuli	4	2,09
Tempurung	15,1	-
Biji	13,1	8,4

Sumber: Rismunandar (1990)

Komposisi gizi (kimia) biji buah pala sangat bervariasi tergantung varietas, kondisi pertumbuhan, derajat keasaman, dan cara pengolahan. Komposisi gizi rata-rata pada biji pala dari buah pala masak untuk setiap 100 gram bahan dari bagian yang dapat dimakan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Komposisi gizi rata-rata biji pala yang berasal dari buah pala masak per 100 gram bahan

<i>Komponen</i>	<i>Jumlah</i>
Kalori (kal)	494,0
Protein (gr)	7,5
Lemak (gr)	36,4
Hidrat arang (gr)	40,1
Kalsium (mg)	120,0
Fosfor (mg)	240,0
Besi (mg)	4,6
Vitamin A	sedikit
Vitamin B1 (mg)	0,2
Air (gr)	14,0

Sumber: Rismunandar (1990)

### C. CARA-CARA PENGERINGAN BIJI DAN FULI PALA

Di pulau Banda (Maluku) pengeringan biji pala dilakukan melalui proses pengasapan dengan api yang dijaga temperaturnya. Biji pala yang sudah dipisahkan dari daging buah dan fuli dikumpulkan di dalam para-para yang terbuat dari anyaman belahan bambu. Di bawah para-para dipasang api kecil dengan suhu tidak lebih dari 45 °C, untuk mencegah cairnya zat lemak di dalam tempurung karena menentukan mutu biji pala dari hasil pengeringan. Proses pengeringan dengan menggunakan api berkisar 35-45 °C, berlangsung dalam waktu 4-6 minggu, setelah itu baru dilakukan pemecahan tempurung. Sebelum itu pada waktu pengeringan biji pala dihamparkan di atas para-para setebal  $\pm 5$  cm (Rismunandar, 1990). Proses pengeringan biji pala dengan penjemuran di bawah sinar matahari, suhu pengeringannya bisa mencapai 50-55 °C. Pengeringan biji pala dengan cara pengasapan perlu menggunakan

suhu 35 °C sampai 37 °C sampai kadar air 14%. Bila dikeringkan dengan diangin-anginkan kadar air penyimpanan tercapai selama  $\pm$  6 minggu. Sedangkan pengeringan fuli biasanya dijemur selama 2-3 hari sampai kadar air 10-12% (Rismunandar, 1990). Menurut Boedihidayat (1973), pengeringan biji pala dengan pengasapan menggunakan suhu 35-40 °C selama 10-15 hari dari kadar air 40% sampai kadar air 8-10%.

Menurut hasil penelitian pengeringan pala sebelumnya (Fina Indira, 1990), untuk pengeringan biji pala bertempurung terjadi laju pengeringan yang cukup tinggi untuk 20 menit pertama. Kemudian hubungan laju pengeringan dengan kadar air pada pengeringan pala bertempurung dan tanpa tempurung mempunyai 2 pola periode pengeringan menurun. Waktu pengeringan yang dibutuhkan untuk kadar air penyimpanan menjadi lebih efektif. Hal ini dapat dibuktikan pada percobaan awal pengeringan biji pala bertempurung dengan suhu 50 °C selama 40 jam kadar air biji bagian dalam adalah 23.54%, sedangkan untuk pengeringan dengan dua tahap total waktu pengeringan untuk suhu yang sama adalah 24 jam dengan kadar air 7,87%. Pengeringan 2 tahap dengan suhu 40 °C membutuhkan waktu 50 jam dengan kadar air 7. 255%, untuk suhu 45 °C membutuhkan waktu 36 jam dengan kadar air 7.634%, dan untuk suhu pengeringan 55 °C membutuhkan waktu 18 jam dengan kadar air 7.664%.

Selain cara pengeringan, saat pemanenan juga menentukan mutu akhir dari biji pala kering. Di Sulawesi Utara pada umumnya biji pala berasal dari buah yang jatuh akibat terlalu masak dan telah beberapa hari tertinggal di

tanah. Keadaan ini mengakibatkan fungi menjadi busuk merata atau sebagian, sementara itu biji ditumbuhi cendawan atau dirusak oleh serangga.

#### D. MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS

Pada periode laju pengeringan tetap, perubahan kadar air biji-bijian yang berada di dalam lapisan tipis dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Henderson dan Perry, 1976):

$$\frac{\delta M}{\delta t} = f_v A (P_s - P_v) = \frac{f A (\theta_v - \theta_s)}{h_{fg}} \quad (1)$$

Sedangkan periode laju pengeringan menurun sangat dominan dalam menentukan waktu pengeringan. Selama periode ini, terjadi perpindahan air dari bahan ke medium pengering. Model persamaan lapisan tipis yang telah dikembangkan baik secara teoritis maupun semiteoritis empirik bertitik tolak dari anggapan bahwa lapisan tipis sebagai satu kesatuan pengeringan yang terjadi secara difusi mengikuti bentuk beraturan tertentu.

Aluisius Arisubagijo (1990), mendapatkan nilai  $Me$  untuk model pengeringan lapisan tipis biji kakao sebagai fungsi dari suhu dan RH udara pengering adalah:

$$Me = 124.9220 \frac{[-\ln(1 - RH)]^{0.4136}}{T}$$



akan diperoleh garis lurus dimana koefisien tangen arahnya sama dengan K.

Persamaan (11) dapat disederhanakan menjadi persamaan berikut:

$$\text{Log } Y = a + b\theta \quad (4)$$

dimana:  $a = \log A$

$$b = -k/2.303$$

$$Y = \frac{M - Me}{Mo - Me}$$

Walpole (1993). menyelesaikan persamaan (14) dengan persamaan regresi sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum (\theta_i \cdot \log Y_i) - (\sum \theta_i \cdot \sum \log Y_i) / n}{\sum \theta_i^2 - (\sum \theta_i)^2 / n} \quad (5)$$

$$a = \frac{\sum \log Y_i - b \cdot \sum \theta_i}{n} \quad (6)$$

$$K = -2.303 b \quad (7)$$

$$A = 10^a \quad (8)$$

Perhitungan dapat dilakukan dengan memasukkan nilai dugaan awal Me. Nilai Me ini dicari hingga mendekati kadar air awal yang diinginkan. Pada model pengeringan lapisan tipis, koefisien pengeringan merupakan koefisien yang harus dihitung dari data pengamatan perubahan kadar air. Dengan memasukkan nilai Me yang sesuai maka akan diperoleh pula nilai koefisien pengeringnya (K).



Nilai  $K$  yang didapat dari perhitungan akan diregresikan berdasarkan anggapan bahwa  $K$  mengikuti persamaan Arrhenius dengan kurva dari persamaan eksponensial.



alat yang lain antara lain wadah metal, velometer, oven, mortal, palu dan pisau.

Termometer air raksa digunakan untuk mengukur suhu bola basah dan bola kering di dalam dan di luar alat pengering, sedangkan termometer alkohol digunakan untuk mengukur suhu di ruang plenum. Penentuan besarnya RH, baik RH lingkungan maupun RH ruang pengering diperoleh dari memplotkan antara suhu bola basah dan bola kering ke grafik psikometrik.

Cara kerja alat pengering dimulai dengan udara yang dihembuskan oleh kipas didorong melalui pipa penyalur udara ke ruang pengering. Sebelum sampai ke ruang pengering, udara tersebut terlebih dulu dipanaskan oleh heater. Kemudian udara panas dialirkan melalui penyearah aliran udara ke ruang plenum. Selanjutnya udara di ruang plenum terdorong menuju ruang pengering dengan melewati rantai bak pengering yang terbuat dari kasa halus. Udara yang terdorong tersebut digunakan untuk mengeringkan bahan.

### C. PERLAKUAN PERCOBAAN

Perlakuan pada penelitian ini untuk biji pala adalah pengeringan biji pala bertempurung dilanjutkan dengan biji tanpa tempurung. Pengeringan biji pala tersebut dikenai perlakuan suhu, yaitu 40 °C, 45 °C, 50 °C, 55 °C dan dilakukan dengan dua kali ulangan.





1. Laju perubahan kadar air bahan terhadap lama waktu pengeringan untuk setiap perlakuan suhu.
2. Laju pengeringan terhadap lama waktu pengeringan untuk setiap perlakuan suhu.
3. Laju pengeringan terhadap perubahan kadar air bahan untuk masing-masing suhu.

## F. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membelah buah pala yang masak.
2. Memisahkan antara biji bertempurung dengan fuli pala.
3. Memasang termometer pada tempat-tempat yang akan diukur.
4. Menimbang berat wadah sampel yang akan digunakan untuk pengeringan.
5. Menghidupkan alat pengering percobaan dengan melihat tingkat kecepatan aliran udara dan tingkat suhu yang diinginkan.
6. Mengisi wadah sampel dengan selapis fuli dan dilakukan pengeringan sampai kadar air 6%. Penimbangan berat sampel dilakukan setiap 5 menit untuk 1 jam pertama, setiap 10 menit untuk 1 jam berikutnya, setiap 15 menit untuk 1 jam berikutnya, dan setiap 30 menit sampai kadar air yang dicapai 6%.
7. Mengisi wadah sampel dengan selapis biji bertempurung, kemudian dilakukan pengeringan selama 5 jam (tahap I). Penimbangan berat sampel

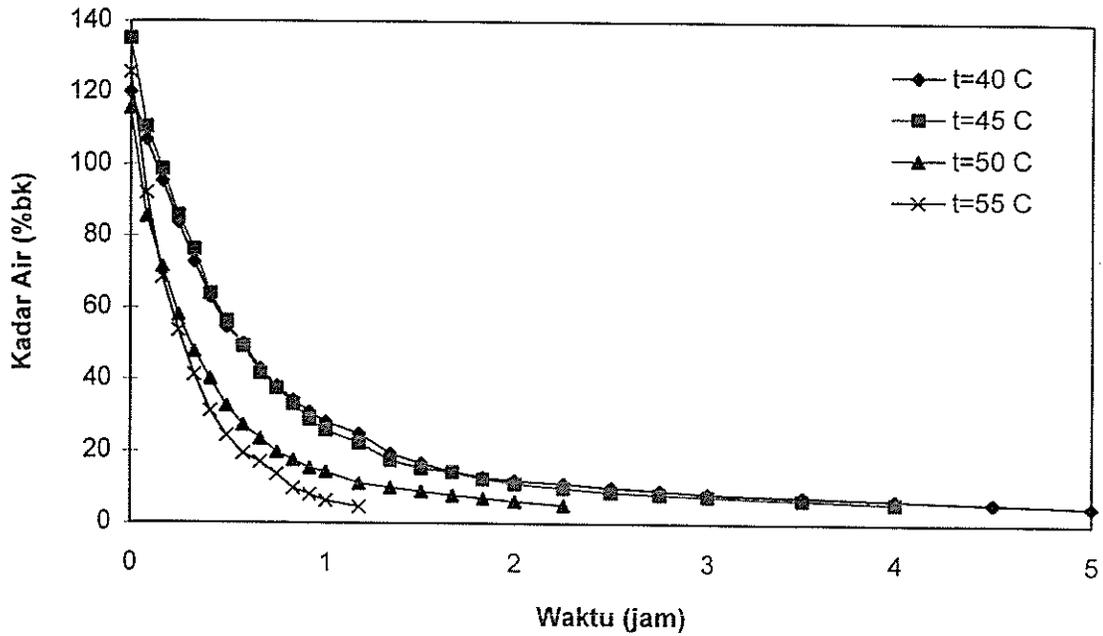
dilakukan setiap 10 menit untuk 2 jam pertama dan setiap 20 menit untuk 3 jam berikutnya.

8. Dari tahap I biji bertempurung tersebut dipecah, kemudian dilakukan pengeringan biji tanpa tempurung (tahap II) sampai kadar air 8%. Penimbangan berat sampel dilakukan setiap 30 menit untuk 4,5 jam pertama, setiap 60 menit untuk 10 jam berikutnya, setiap 120 menit untuk 12 jam berikutnya, dan setiap 240 menit sampai kadar air yang dicapai 8%.

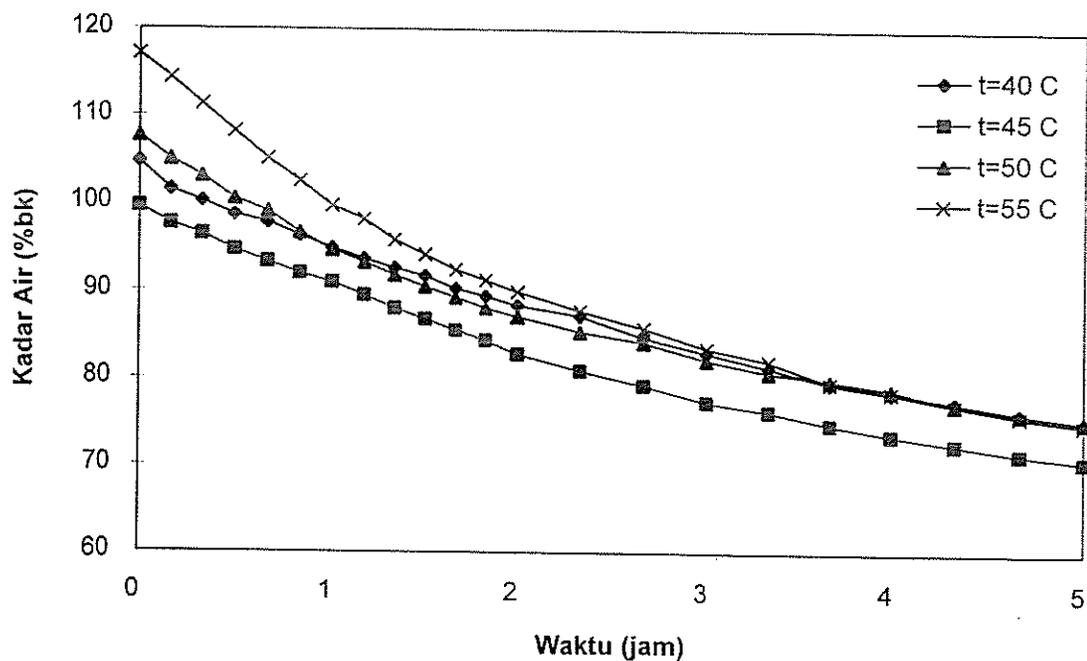




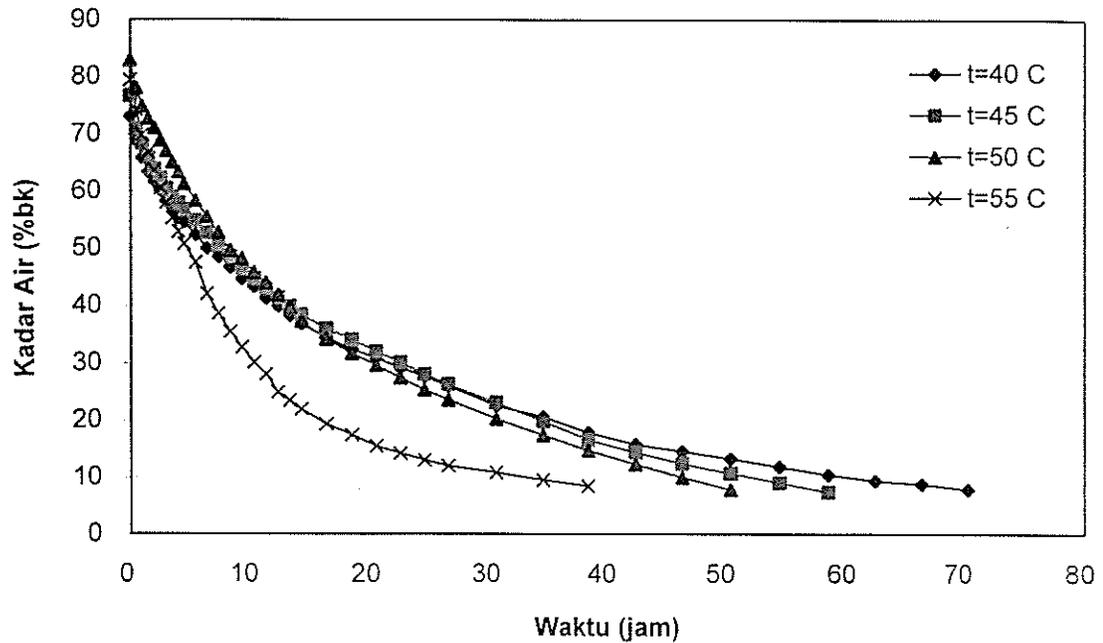




Gambar 3. Kurva penurunan kadar air (%bk) terhadap waktu untuk fuli.



Gambar 4. Kurva penurunan kadar air (%bk) terhadap waktu untuk biji pala bertempurung (tahap I).



**Gambar 5.** Kurva penurunan kadar air (%bk) terhadap waktu untuk biji pala tanpa tempurung (tahap II).

## 2. Laju Pengeringan terhadap Waktu

Kehilangan massa air dari permukaan bahan akan bertambah cepat dengan semakin tingginya suhu dalam proses pengeringan. Data laju pengeringan rata-rata selama proses pengeringan lapisan tipis fuli dan biji pala dalam berbagai tingkat suhu dapat dilihat pada Tabel 7 sampai Tabel 9.

**Tabel 7.** Laju Pengeringan Rata-rata untuk Fuli

No	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan (%bk/menit)		
			Ulangan I	Ulangan II	Rata-rata
1	40	40	1.4353	1.2584	1.3469
2	45	35	1.6405	1.9813	1.8109
3	50	27.5	2.2724	2.1044	2.1884
4	55	21	2.7875	3.6498	3.2187

**Tabel 8.** Laju Pengeringan Rata-rata untuk Biji Pala Tahap I

No	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan (%bk/menit)		
			Ulangan I	Ulangan II	Rata-rata
1	40	40	0.1394	0.1438	0.1416
2	45	35	0.1252	0.1327	0.1290
3	50	27.5	0.1619	0.1737	0.1678
4	55	21	0.2181	0.2168	0.2175

**Tabel 9.** Laju Pengeringan Rata-rata untuk Biji Pala Tahap II

No	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan (%bk/menit)		
			Ulangan I	Ulangan II	Rata-rata
1	40	40	0.0569	0.0531	0.0550
2	45	35	0.0565	0.0566	0.0566
3	50	27.5	0.0540	0.0702	0.0621
4	55	21	0.0932	0.0729	0.0831

Dengan melihat data laju pengeringan tersebut, maka laju pengeringan rata-rata akan semakin besar dengan semakin besarnya suhu pengeringan. Hal ini karena penguapan air akan semakin cepat dengan bertambahnya suhu. Dengan demikian laju pengeringan berbanding lurus dengan suhu pengeringan.

Pada Tabel 8, untuk laju pengeringan rata-rata biji pala tahap I, terlihat pada suhu 45 °C penurunan laju pengeringan lebih kecil dibandingkan dengan laju pengeringan di suhu 40 °C. Dengan demikian terjadi penyimpangan yang seharusnya laju pengeringan suhu 45 °C harus lebih besar jika dibandingkan dengan laju pengeringan rata-rata untuk suhu 40 °C.

Penyimpangan nilai laju pengeringan rata-rata ini disebabkan oleh sifat fisik dari bahan yaitu biji pala bertempurung, dalam hal ini adalah tempurungnya. Taib *et. al.* (1988) menyatakan bahwa yang mempengaruhi

proses pengeringan adalah jenis bahan yang dikeringkan selain juga suhu dan RH pengeringan.

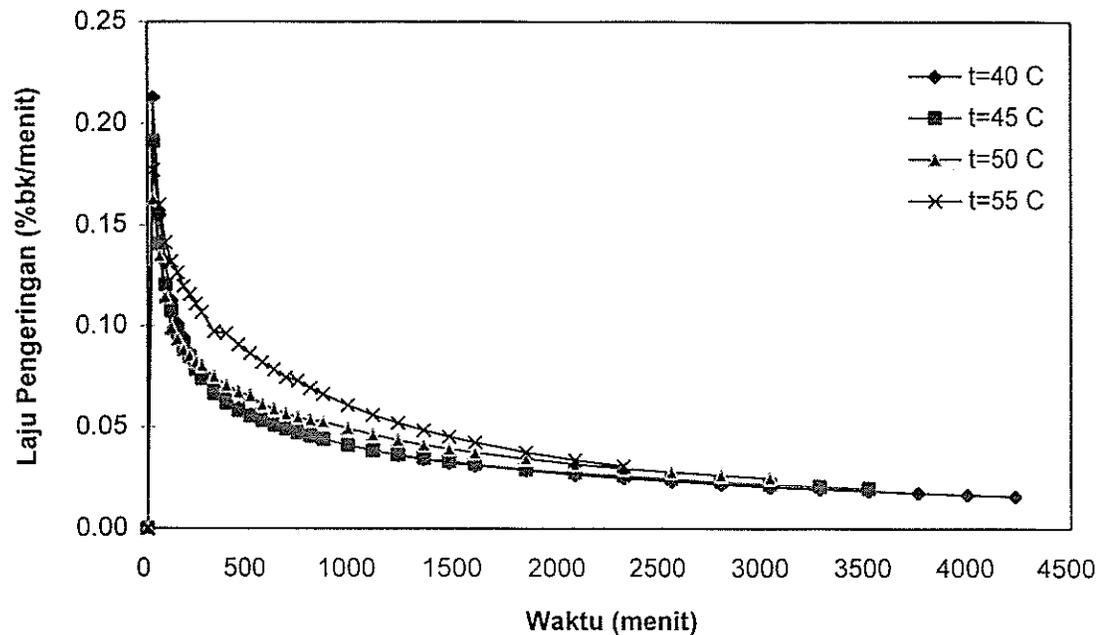
Gambar 6 sampai Gambar 8 menunjukkan pola kurva penurunan laju pengeringan terhadap waktu, yang relatif sama untuk semua perlakuan dalam proses pengeringan lapisan tipis.

Untuk pengeringan fuli, di awal proses pengeringan laju pengeringan terjadi dengan cepat hingga menit ke 80 dengan kecepatan aliran udara 4 m/detik. Sedangkan untuk menit-menit selanjutnya, laju pengeringan semakin menurun.

Penurunan laju pengeringan yang terjadi pada pengeringan biji pala tahap I terjadi dengan cepat sampai menit ke 40 untuk suhu 40 °C dan 45 °C. Sedangkan untuk suhu 50 °C dan 55 °C, laju pengeringan menurun dengan cepat sampai menit ke 80. Untuk pengeringan biji pala pada tahap II terjadi laju pengeringan menurun dengan cepat hingga menit ke 990 dan untuk menit-menit selanjutnya laju pengeringan mulai menurun.

Berlangsungnya penurunan laju pengeringan dengan cepat pada awal proses pengeringan disebabkan massa air yang diuapkan berasal dari permukaan bahan. Untuk proses selanjutnya air yang dikeluarkan berasal dari dalam bahan yang membutuhkan energi lebih besar untuk dapat menguapkan air dibandingkan dengan menguapkan massa air yang ada di permukaan bahan. Dengan demikian laju pengeringan fuli dan biji pala yang cepat di awal proses seiring dengan penurunan kadar air.





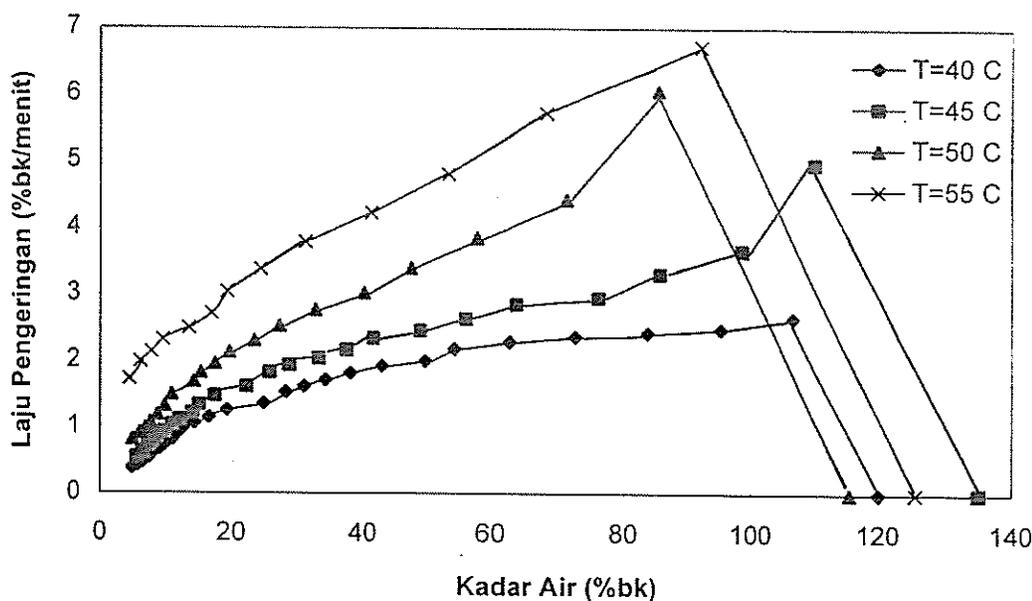
**Gambar 8.** Laju pengeringan (%bk/menit) terhadap waktu untuk biji pala tanpa tempurung (tahap II).

### 3. Laju Pengeringan terhadap Kadar Air

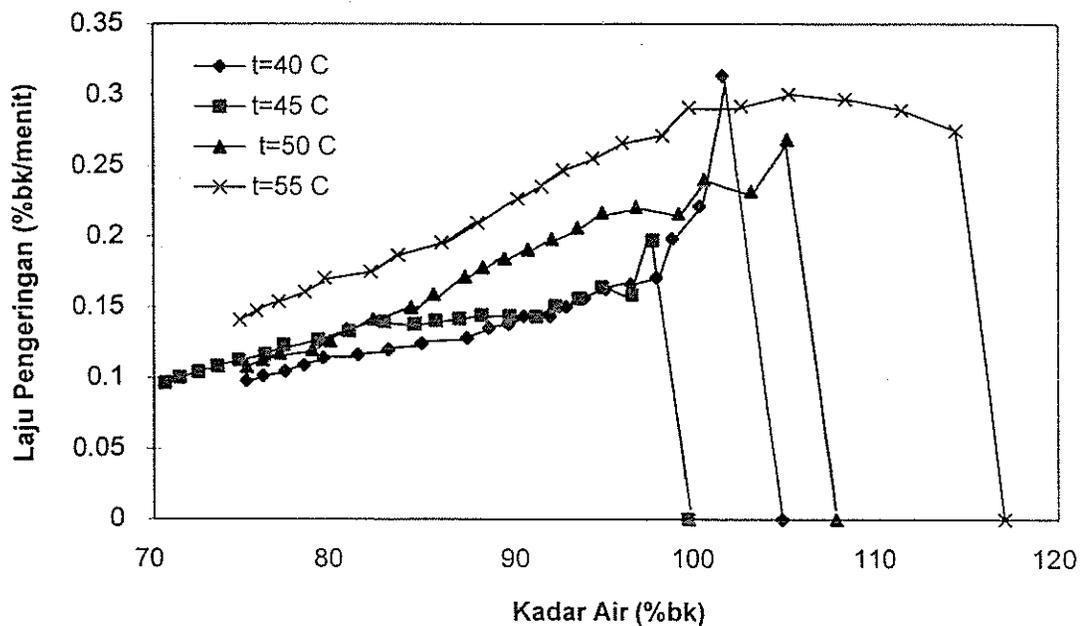
Hubungan laju pengeringan terhadap penurunan kadar air diperoleh dengan memplotkan data-data perhitungan laju pengeringan terhadap kadar air selama proses pengeringan, dapat dilihat pada Gambar 9 sampai Gambar 20. Pada kurva hubungan laju pengeringan lapisan tipis terhadap kadar air tidak terlihat laju pengeringan tetap (konstan), hal ini terjadi pada semua pengeringan baik pengeringan fuli maupun pengeringan biji pala.

Dengan memperhatikan pola laju pengeringan yang ditunjukkan pada Gambar 9 sampai Gambar 11, terdapat 2 tahap untuk laju pengeringan.

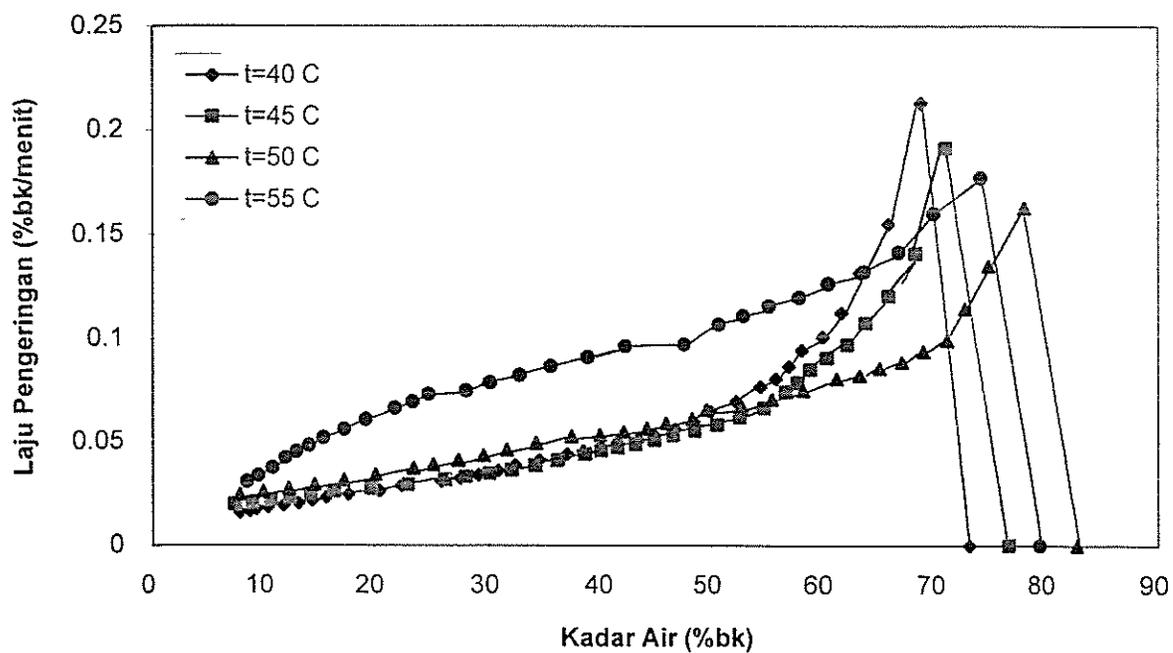
Tahap pertama adalah pola laju pengeringan yang ditunjukkan penurunan kurva yang curam, sedangkan tahap kedua adalah penurunan laju pengeringan dengan ciri kurva yang melandai. Pada hubungan laju pengeringan lapisan tipis fuli terhadap kadar air, bentuk pola 2 tahap tidak terlihat dengan jelas terutama pada pengeringan fuli dengan suhu 40 °C dan 55 °C, serta ada bentuk cenderung ke linear.



**Gambar 9.** Laju pengeringan (%bk/menit) terhadap kadar air untuk fuli.



**Gambar 10.** Laju pengeringan (%bk/menit) terhadap kadar air untuk biji pala bertempurung (tahap I).



## B. KOEFISIEN PENGERINGAN

### 1. Kadar Air Kesetimbangan

Pada penelitian proses pengeringan lapisan tipis pada fuli dan biji pala, kadar air dugaan diperoleh dengan metode pendekatan grafik. Nilai kadar air dugaan dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10.** Kadar Air Dugaan pada Fuli

No	Suhu (°C)	RH (%)	Mo (% bb)		Me (%bk)		Rata-rata	
			I	II	I	II	Mo	Me
1	40	40	54.61	54.51	4.42	5.2	54.56	4.81
2	45	35	57.16	57.77	5.98	5.13	57.47	5.56
3	50	27.5	54.01	53.26	5.03	4.13	53.64	4.67
4	55	21	53.40	57.77	4.65	3.94	55.59	4.30

**Tabel 11.** Kadar Air Dugaan pada Biji Pala (Tahap II)

No	Suhu (°C)	RH (%)	Mo (% bb)		Me (%bk)		Rata-rata	
			I	II	I	II	Mo	Me
1	40	40	43.34	42.45	5.58	3.93	42.90	4.76
2	45	35	43.55	43.25	1.60	1.67	43.40	1.64
3	50	27.5	44.17	46.47	1.29	2.59	45.32	1.94
4	55	21	45.26	43.28	7.14	7.23	44.27	7.19

Pada kadar air akhir dugaan untuk fuli sedikit ada penyimpangan pada suhu 45 °C, dimana seharusnya kadar air akhir pada suhu 45 °C harus lebih kecil dari suhu 40 °C. Sedangkan pada kadar air akhir dugaan untuk biji pala terdapat penyimpangan yang jelas pada suhu 45 °C dan suhu 55 °C. Hal ini dipengaruhi antara lain oleh karakteristik bahan, dan cara penanganan pada waktu proses pengeringan. Selain itu dapat juga disebabkan kesalahan dalam pengukuran selama proses pengeringan berlangsung.

Dengan melihat tabel kadar air pendugaan untuk fuli didapat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka kelembaban relatif semakin turun, dan kadar air akhir juga semakin kecil. Jadi ada hubungan berbanding lurus antara kelembaban relatif dengan kadar air akhir.

## 2. Koefisien Pengeringan

Dengan diketahui kadar air dugaan maka diperoleh juga koefisien (konstanta) pengeringan. Koefisien pengeringan (K) merupakan perpaduan unsur-unsur difusivitas (D) dan bentuk geometris. Dengan demikian nilai koefisien pengeringan akan berbeda untuk setiap model pengeringan lapisan tipis, dan hanya berlaku untuk proses pengeringan tersebut saja.

Nilai K untuk fuli dan biji pala ini diperoleh dengan memakai metode pendekatan grafik dengan berdasarkan pada kurva yang menghubungkan antara log MR dengan waktu. Nilai koefisien pengeringan (K) pada berbagai tingkat suhu, baik pada fuli dan biji pala dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

**Tabel 12.** Koefisien Pengeringan untuk Fuli

No	Suhu (°C)	RH (%)	Koefisien pengeringan		
			Ulangan I	Ulangan II	Rata-rata
1	40	40	0.019123	0.016727	0.017925
2	45	35	0.023018	0.024270	0.023644
3	50	27.5	0.035276	0.035605	0.035605
4	55	21	0.066176	0.079267	0.072722

**Tabel 13.** Koefisien Pengeringan untuk Biji Pala

No	Suhu (°C)	RH (%)	Koefisien pengeringan		
			Ulangan I	Ulangan II	Rata-rata
1	40	40	0.000729	0.000637	0.000683
2	45	35	0.000646	0.000693	0.000670
3	50	27.5	0.000747	0.000854	0.000801
4	55	21	0.001871	0.001528	0.001700

Pada tabel koefisien pengeringan di atas, terlihat adanya pola hubungan antara suhu, kelembaban relatif, dan koefisien pengeringan. Makin tinggi nilai koefisien pengeringan pada tabel ditunjukkan pula dengan semakin tinggi suhu. Sedangkan hubungan kelembaban relatif dengan koefisien pengeringan menunjukkan berbanding terbalik.

Nilai koefisien pengeringan (K) untuk biji pala pada suhu 45 °C ada sedikit penyimpangan, hal ini dapat dilihat bahwa nilai koefisien pengeringan pada suhu 45 °C lebih kecil dari nilai koefisien pengeringan pada suhu 40 °C. Nilai ini dipengaruhi oleh suhu mutlak dari udara pengering. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan nilai koefisien pengeringan lebih dipengaruhi oleh perubahan suhu udara pengeringan.

Henderson dan Perry (1976), menyatakan bahwa nilai koefisien pengeringan (K) dipengaruhi oleh suhu udara pengering. Hubungan antara nilai koefisien pengeringan dengan suhu mutlak udara pengering dapat diduga dengan mengikuti persamaan Arrhenius, yaitu:

$$K=C1 \exp(-C2/T)$$

Berdasarkan persamaan di atas dan dari data pada Tabel 12 dan Tabel 13, maka persamaan nilai K pengeringan untuk fuli adalah:

$$K = 2.1958 \exp(-197.5174/T)$$

untuk  $313 \text{ K} \leq T \leq 328 \text{ K}$

Sedangkan untuk nilai K biji pala adalah:

$$K = 0.0116 \exp(-120.3399/T)$$

untuk  $313 \text{ K} \leq T \leq 328 \text{ K}$

### C. PERBANDINGAN DAN UJI KEABSAHAN MODEL

Setelah diperoleh nilai pendugaan dari kadar air akhir, kemudian diperoleh suatu model. Model tersebut diuji untuk mengetahui sejauh mana ketepatan model dalam menggambarkan penampilan pengeringan pengeringan lapisan tipis fuli dan biji pala. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan antara kurva pengeringan dari data percobaan dengan kurva hasil dari dugaan.

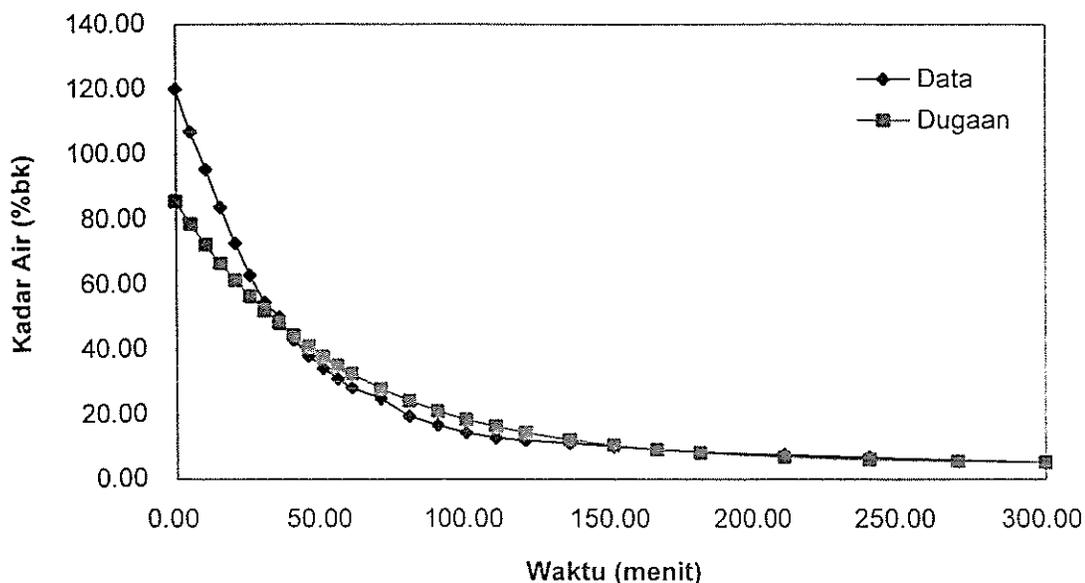
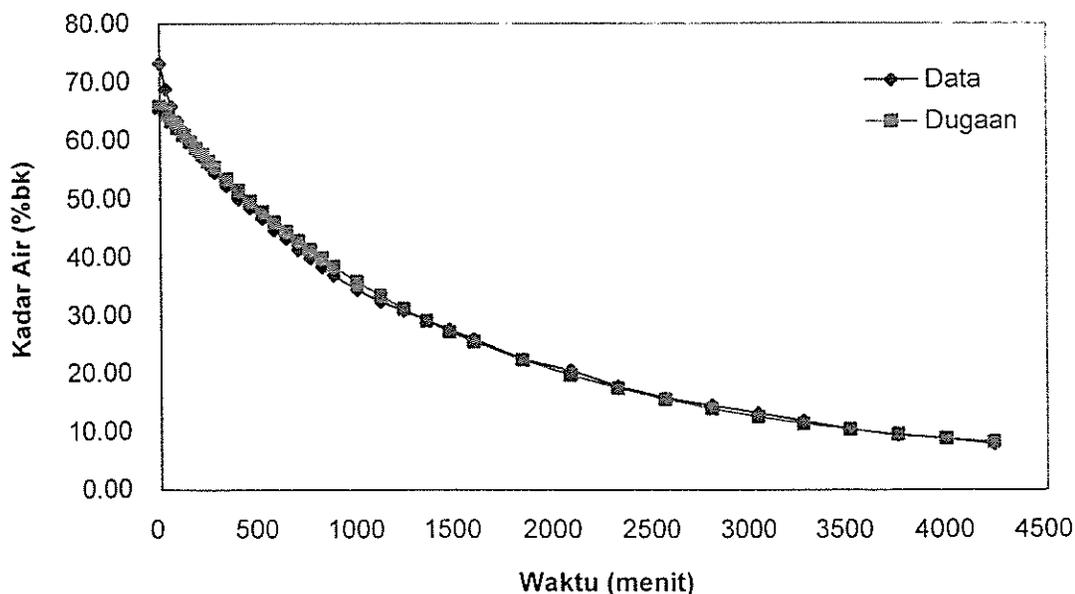
Gambar 12 sampai Gambar 13 memperlihatkan antara kurva hasil percobaan dengan kurva hasil dugaan. Untuk mengetahui suai tidaknya antara hasil percobaan dengan hasil dari dugaan maka dilakukan uji keabsahan dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 14 dan Tabel 15 baik untuk fuli maupun untuk biji pala.

**Tabel 14.** Hasil Uji Keabsahan untuk Fuli

Suhu (°C)	$X^2$	$X^2_{0.995}$	$R^2$
40	45.38	48.30	89.22
45	18.58	45.60	95.13
50	8.56	38.60	96.25
55	14.06	29.80	97.41

**Tabel 15.** Hasil Uji Keabsahan untuk Biji Pala

Suhu (°C)	$X^2$	$X^2_{0.995}$	$R^2$
40	1.96	61.56	99.20
45	1.85	57.63	99.24
50	1.57	55.01	99.43
55	0.71	51.00	99.73

**Gambar 12.** Hubungan kadar air fuli (%bk) dengan waktu antara model dugaan dengan hasil percobaan pada suhu 40 °C.**Gambar 13.** Hubungan kadar air biji pala tanpa tempurung (%bk) dengan waktu antara model dugaan dengan hasil percobaan pada suhu 40 °C.



Gambar 15 menunjukkan biji pala bertempurung dari buah pala yang masak sebelum dikeringkan. Gambar 16, menunjukkan biji pala tanpa tempurung yang telah dikeringkan dengan berbagai tingkat suhu. Untuk suhu 40 °C dan 45 °C warna yang diperoleh cerah dan tidak ada warna yang gelap (gosong), sebaliknya dengan suhu 50 °C dan 55 °C biji pala yang telah dikeringkan terlihat warna kehitaman pada biji. Selain warna kehitaman bentuk bijinya juga banyak yang keriput dan keluar cairan lemak.

Gambar 17, memperlihatkan biji pala tanpa tempurung kering dan telah dipecah. Pada gambar terlihat adanya biji yang keropos yaitu pada tingkat suhu 55 °C. Dengan semakin tinggi suhu maka tingkat kekeroposan bahan semakin tinggi.











Nilai Cipta Jauhlingi, Unstang, lundang

1. Diklatng mnygpts srbagan utaa sbbkrh jnyy pny lrt tngga mnczcarumbar dan mnpedakun sumber :
  - a. Per gubrtan mnyy artda kngntnggn parrtdtkay, janyabau, parldban karay emah, pemadaban kngn, jmsdian krnk atau pnyaan atau madaa
  - b. Mnygptan trda mnygptan kngntnggn yang kobar IPB Universtty
2. Diklatng mnygptan knt dan mnygptan kngntnggn atau kndatn karyy tdk lrt dkatn kngntnggn kngntnggn atau IPB Universtty

# LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data hasil percobaan pengeringan fuli pada  $t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	54.6148 %bb
RH	:	40%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20	54.61	120.31	0.0000
2	5	18.5	50.92	103.75	3.3120
3	10	17.4	47.82	91.64	2.8670
4	15	16.5	44.97	81.72	2.5727
5	20	15.4	41.04	69.61	2.5350
6	25	14.5	37.38	59.69	2.4248
7	30	13.8	34.20	51.98	2.2777
8	35	13.2	31.21	45.37	2.1411
9	40	12.7	28.50	39.86	2.0113
10	45	12.2	25.57	34.35	1.9102
11	50	11.9	23.70	31.06	1.7850
12	55	11.6	21.72	27.75	1.6829
13	60	11.3	19.65	24.46	1.5975
14	70	11.0	17.45	21.14	1.4167
15	80	10.6	14.34	16.74	1.2946
16	90	10.3	11.84	13.43	1.1876
17	100	10.1	10.10	11.23	1.0908
18	110	10.0	9.20	10.13	1.0016
19	120	9.95	8.74	9.58	0.9228
20	135	9.90	8.28	9.03	0.8243
21	150	9.80	7.35	7.93	0.7492
22	165	9.75	6.87	7.38	0.6844
23	180	9.70	6.39	6.83	0.6304
24	210	9.65	5.91	6.28	0.5430
25	240	9.60	5.42	5.73	0.4774
26	270	9.55	4.92	5.17	0.4264
27	300	9.50	4.42	4.62	0.3856

## Lampiran 1. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	54.5132 %bb
RH	:	40%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20.0	54.51	119.83	0.0000
2	5	19.1	52.46	109.91	1.9840
3	10	18.1	49.72	98.89	2.0940
4	15	16.9	46.15	85.70	2.2753
5	20	1.60	43.13	75.84	2.1995
6	25	15.1	39.74	65.95	2.1552
7	30	14.3	36.36	57.13	2.0900
8	35	13.8	34.06	54.66	1.8620
9	40	13.3	31.58	46.16	1.8418
10	45	12.9	29.46	41.76	1.7349
11	50	12.5	27.20	37.36	1.6494
12	55	12.2	25.41	34.07	1.5593
13	60	12.0	24.17	31.87	1.4660
14	70	11.7	22.22	28.57	1.3037
15	80	11.1	18.02	21.98	1.2231
16	90	10.9	16.51	19.77	1.1118
17	100	10.7	14.95	17.58	1.0225
18	110	10.5	13.33	15.38	0.9495
19	120	10.4	12.50	14.29	0.8795
20	135	10.3	11.65	13.19	0.7899
21	150	10.2	10.78	12.08	0.7183
22	165	10.1	9.90	10.99	0.6596
23	180	10.0	9.00	9.89	0.6108
24	210	9.9	8.08	8.79	0.5288
25	240	9.8	7.14	7.69	0.4673
26	270	9.7	6.19	6.60	0.4194
27	300	9.6	5.21	5.50	0.3811



**Lampiran 2.** Data hasil percobaan pengeringan fuli pada  $t=45\text{ }^{\circ}\text{C}$

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	57.1602 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20	57.16	133.43	0.0000
2	5	18.3	53.18	113.58	3.9700
3	10	17.5	51.04	104.25	2.9180
4	15	16.5	48.07	92.57	2.7307
5	20	15.7	45.43	83.25	2.5090
6	25	14.5	40.91	69.23	2.5680
7	30	13.9	38.36	62.23	2.3733
8	35	13.3	35.58	55.23	2.2343
9	40	12.3	30.34	43.55	2.2470
10	45	12.1	29.19	41.22	2.0491
11	50	11.8	27.39	37.22	1.9242
12	55	11.3	24.18	31.89	1.8462
13	60	10.9	21.39	27.21	1.7703
14	70	10.7	19.93	24.89	1.5506
15	80	10.2	15.98	19.02	1.4301
16	90	10.0	14.50	16.69	1.2971
17	100	9.9	13.43	15.51	1.1792
18	110	9.7	11.65	13.19	1.0931
19	120	9.6	10.73	12.02	1.0118
20	135	9.5	9.79	10.85	0.9080
21	150	9.4	8.83	9.69	0.8249
22	165	9.35	8.34	9.10	0.7535
23	180	9.3	7.85	8.52	0.6939
24	210	9.2	6.85	7.35	0.6004
25	240	9.1	5.82	6.18	0.5302

## Lampiran 2. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	57.7652 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20.0	57.77	136.80	0.0000
2	5	17.5	51.71	107.08	5.9440
3	10	16.3	48.16	92.90	4.3900
4	15	15.1	44.04	78.70	3.8733
5	20	14.3	40.91	69.23	3.3785
6	25	13.4	36.94	58.58	3.1288
7	30	12.7	33.46	50.29	2.8837
8	35	12.1	30.17	43.20	2.6743
9	40	11.8	28.39	39.65	2.4288
10	45	11.3	25.22	33.73	2.2904
11	50	10.9	22.48	29.00	2.1560
12	55	10.6	20.28	25.44	2.0247
13	60	10.5	19.52	24.25	1.8758
14	70	10.1	16.34	19.53	1.6753
15	80	9.8	13.78	15.98	1.5103
16	90	9.6	11.98	13.61	1.3688
17	100	9.5	11.05	12.42	1.2438
18	110	9.4	10.11	11.25	1.1414
19	120	9.3	9.14	10.06	1.0562
20	135	9.2	8.15	8.87	0.9476
21	150	9.1	7.14	7.69	0.8607
22	165	9.05	6.63	7.10	0.7861
23	180	9.0	6.11	6.51	0.7238
24	210	8.95	5.59	5.92	0.6232
25	240	8.9	5.06	5.33	0.5478

**Lampiran 3. Data hasil percobaan pengeringan fuli pada  $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	54.0147 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20	54.01	117.44	0.0000
2	5	16.6	44.58	80.44	7.4000
3	10	15.9	42.14	72.83	4.4610
4	15	14.6	36.99	58.70	3.9160
5	20	13.7	32.85	48.92	3.4260
6	25	13.0	29.23	41.30	3.0456
7	30	12.3	25.2	33.69	2.7917
8	35	11.8	22.03	28.25	2.5783
9	40	11.5	20.00	25.000	2.3110
10	45	11.1	17.12	20.66	2.1507
11	50	10.9	15.60	18.48	1.9792
12	55	10.7	14.02	16.31	1.8387
13	60	10.6	13.21	15.22	1.7037
14	70	10.3	10.68	11.96	1.5069
15	80	10.2	9.80	10.86	1.3323
16	90	10.1	8.91	9.78	1.1962
17	100	10.0	8.00	8.7	1.0874
18	110	9.9	7.07	7.61	0.9985
19	120	9.8	6.12	6.52	0.9243
20	135	9.7	5.15	5.43	0.8297

## Lampiran 3. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	53.2571 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20.0	53.16	113.95	0.0000
2	5	17.8	47.47	90.37	4.7160
3	10	15.9	41.19	70.04	4.3910
4	15	14.7	36.39	57.21	3.7827
5	20	13.7	31.75	46.52	3.3715
6	25	13.0	28.08	39.04	2.9964
7	30	12.3	23.98	31.54	2.7470
8	35	11.8	20.76	26.20	2.5071
9	40	11.4	17.98	21.92	2.3008
10	45	11.1	15.77	18.72	2.1162
11	50	10.9	14.22	16.58	1.9474
12	55	10.7	12.62	14.44	1.8093
13	60	10.6	11.79	13.37	1.6763
14	70	10.3	9.22	10.16	1.4827
15	80	10.2	8.33	9.09	1.3108
16	90	10.1	7.43	8.03	1.1769
17	100	10.0	6.50	6.95	1.0700
18	110	9.95	6.03	6.42	0.9775
19	120	9.9	5.56	5.89	0.9005
20	135	9.8	4.59	4.81	0.8084

**Lampiran 4. Data hasil percobaan pengeringan fuli pada  $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	53.4018 %bb
RH	:	21%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20.0	53.40	114.59	0.0000
2	5	17.6	47.05	88.86	5.1460
3	10	15.3	39.08	64.15	5.0440
4	15	14.3	34.83	53.44	4.0767
5	20	13.1	28.85	40.55	3.7020
6	25	12.2	23.61	30.91	3.3472
7	30	11.6	19.66	24.47	3.0040
8	35	11.1	16.04	19.10	2.7283
9	40	11.0	15.27	18.02	2.4143
10	45	10.7	12.90	14.81	2.2173
11	50	10.3	9.51	10.51	2.0816
12	55	10.2	8.63	9.45	1.9116
13	60	10.0	6.80	7.30	1.7886
14	70	9.8	4.90	5.15	1.5634

#### Lampiran 4. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	57.7682 %bb
RH	:	21%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	20.0	57.77	136.8	0.0000
2	5	16.5	48.79	95.27	8.3060
3	10	14.6	42.12	72.77	6.4030
4	15	13.0	35.00	53.85	5.5300
5	20	12.0	29.58	42.01	4.7395
6	25	11.1	23.87	31.35	4.2180
7	30	10.5	19.52	24.25	3.7517
8	35	10.1	16.34	19.53	3.3506
9	40	9.8	13.78	15.98	3.0205
10	45	9.5	11.05	12.42	2.7640
11	50	9.2	8.15	8.87	2.5586
12	55	9.0	6.11	6.51	2.3689
13	60	8.9	5.06	5.53	2.1912
14	70	8.8	3.98	4.14	1.8951

**Lampiran 5. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap I pada  $t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	: 19.7 gram
Kadar air awal	: 51.0993 %bb
RH	: 40%
Kecepatan aliran udara	: 4 m/detik
Ulangan	: 1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	126.8	51.10	104.50	0.0000
2	10	124.8	50.36	101.45	0.3050
3	20	124.0	50.04	100.16	0.2170
4	30	123.0	49.63	98.53	0.1990
5	40	122.5	49.43	97.75	0.1688
6	50	121.6	49.05	96.27	0.1646
7	60	120.7	48.67	94.82	0.1613
8	70	120.0	48.38	93.72	0.1540
9	80	119.3	48.07	92.57	0.1491
10	90	118.8	47.85	91.75	0.1417
11	100	117.9	47.46	90.33	0.1417
12	110	117.4	47.23	89.50	0.1364
13	120	116.8	46.96	88.54	0.1330
14	140	115.9	46.55	87.09	0.1244
15	160	114.6	45.94	84.98	0.1220
16	180	113.6	45.47	83.39	0.1173
17	200	112.6	44.98	81.75	0.1138
18	220	111.4	44.39	79.82	0.1122
19	240	110.8	44.09	78.86	0.1068
20	260	110.2	43.78	77.87	0.1024
21	280	109.5	43.42	76.74	0.0991
22	300	108.8	43.06	75.62	0.0963

### Lampiran 5. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	51.1396 %bb
RH	:	40%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	126.8	51.14	104.67	0.0000
2	10	124.8	50.36	101.45	0.3220
3	20	124.0	50.04	100.16	0.2255
4	30	123.1	49.68	98.73	0.1980
5	40	122.5	49.43	97.75	0.1730
6	50	121.6	49.05	96.27	0.1680
7	60	120.7	48.67	94.82	0.1642
8	70	119.9	48.33	93.54	0.1590
9	80	119.3	48.07	92.57	0.1513
10	90	118.7	47.81	91.61	0.1451
11	100	117.8	47.41	90.15	0.1452
12	110	117.3	47.19	89.36	0.1392
13	120	116.6	46.87	88.22	0.1371
14	140	115.4	46.32	86.29	0.1313
15	160	114.3	45.80	84.50	0.1261
16	180	113.1	45.23	82.58	0.1227
17	200	112.1	44.74	80.96	0.1186
18	220	111.0	44.19	79.18	0.1159
19	240	110.3	43.83	78.03	0.1110
20	260	109.6	43.48	76.93	0.1067
21	280	108.8	43.06	75.62	0.1038
22	300	108.3	42.80	74.83	0.0995

**Lampiran 6. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap I pada  $t=45\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	49.8754 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	132.3	49.88	99.52	0.0000
2	10	131.0	49.38	97.55	0.1970
3	20	130.3	49.11	96.50	0.1510
4	30	129.2	48.68	94.86	0.1573
5	40	128.3	48.32	93.50	0.1505
6	50	127.3	47.91	91.98	0.1508
7	60	126.8	47.71	91.24	0.1380
8	70	125.8	47.29	89.72	0.1400
9	80	124.8	46.87	88.22	0.1413
10	90	124.1	46.57	87.16	0.1373
11	100	123.3	46.22	85.94	0.1358
12	110	122.5	45.87	94.74	0.1344
13	120	121.5	45.42	83.22	0.1358
14	140	120.3	44.88	81.22	0.1293
15	160	119.3	44.42	97.92	0.225
16	180	118.1	43.85	78.09	0.1191
17	200	117.5	43.57	77.21	0.1116
18	220	116.5	43.08	75.69	0.1083
19	240	115.7	42.69	74.49	0.1043
20	260	115.1	42.39	73.58	0.0998
21	280	114.3	41.99	72.38	0.0969
22	300	113.8	41.73	71.61	0.0930

## Lampiran 6. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	49.8754 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	132.3	49.88	99.52	0.0000
2	10	131.0	49.38	97.55	0.1970
3	20	130.1	49.03	96.19	0.1665
4	30	128.9	48.56	94.40	0.1707
5	40	128.0	48.20	93.05	0.1618
6	50	127.3	47.91	91.98	0.1508
7	60	126.4	47.54	90.62	0.1483
8	70	125.5	47.16	89.25	0.1467
9	80	124.5	46.74	87.76	0.1470
10	90	123.6	46.35	86.39	0.1459
11	100	122.7	45.96	85.05	0.1447
12	110	122.0	45.65	83.99	0.1412
13	120	120.9	45.15	82.32	0.1433
14	140	119.6	44.56	80.38	0.1367
15	160	118.4	43.99	78.54	0.1311
16	180	117.1	43.37	76.58	0.1274
17	200	116.3	42.98	75.38	0.1207
18	220	115.3	42.49	73.88	0.1165
19	240	114.5	42.09	72.68	0.1118
20	260	113.7	41.68	71.47	0.1079
21	280	113.1	41.37	70.56	0.1034
22	300	112.5	41.06	69.66	0.0995

Lampiran 7. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap I pada  $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$

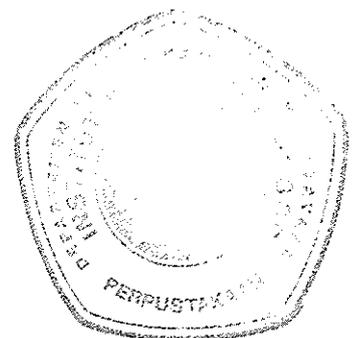
Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	51.6983 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	116.7	51.70	107.04	0.0000
2	10	115.2	51.07	104.37	0.2670
3	20	114.2	50.64	102.59	0.2225
4	30	112.8	50.03	100.12	0.2307
5	40	112.0	49.67	98.69	0.2088
6	50	110.8	49.12	96.54	0.2100
7	60	109.7	48.61	94.59	0.2075
8	70	108.8	48.19	93.01	0.2004
9	80	108.1	47.85	91.75	0.1911
10	90	107.3	47.47	90.37	0.1852
11	100	106.7	47.17	89.29	0.1775
12	110	106.0	46.82	88.04	0.1727
13	120	105.5	46.57	87.16	0.1657
14	140	104.6	46.11	85.56	0.1534
15	160	103.8	45.69	84.13	0.1432
16	180	102.9	45.22	82.55	0.1361
17	200	102.1	44.79	81.13	0.1296
18	220	101.7	44.57	80.41	0.1210
19	240	101.1	44.24	79.34	0.1154
20	260	100.2	43.74	77.75	0.1127
21	280	99.7	43.46	76.87	0.1078
22	300	99.2	43.18	75.99	0.1035

## Lampiran 7. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	51.9781 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	116.7	51.98	108.25	0.0000
2	10	115.2	51.35	105.55	0.1513
3	20	114.0	50.84	103.42	0.1353
4	30	112.5	50.19	100.76	0.1399
5	40	111.7	49.83	99.32	0.1251
6	50	110.2	49.15	96.66	0.1299
7	60	109.1	48.63	94.67	0.1268
8	70	108.4	48.30	93.42	0.1202
9	80	107.5	47.87	91.83	0.1150
10	90	106.8	47.53	90.59	0.1100
11	100	106.0	47.13	89.14	0.1071
12	110	105.4	46.83	88.08	0.1028
13	120	104.8	46.53	87.02	0.0991
14	140	103.8	46.01	85.22	0.0922
15	160	102.7	45.43	83.25	0.0876
16	180	101.9	45.00	81.82	0.0823
17	200	101.1	44.57	80.41	0.0780
18	220	100.5	44.24	79.34	0.0736
19	240	100.0	43.96	78.44	0.0696
20	260	98.9	43.34	76.49	0.0685
21	280	98.3	42.99	75.41	0.0657
22	300	97.8	42.70	74.52	0.0630



**Lampiran 8.** Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap I pada  $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	53.9286 %bb
RH	:	21%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	121.8	53.93	117.06	0.0000
2	10	120.3	53.36	114.41	0.2650
3	20	118.6	52.69	111.37	0.2845
4	30	116.8	51.96	108.16	0.2967
5	40	115.0	51.21	104.96	0.3025
6	50	113.5	50.56	102.27	0.2958
7	60	112.0	49.90	99.60	0.2910
8	70	110.7	49.59	98.37	0.2670
9	80	109.8	48.90	95.69	0.2671
10	90	108.7	48.38	93.72	0.2593
11	100	107.7	47.90	91.94	0.2512
12	110	107.0	47.56	90.69	0.2397
13	120	106.3	47.22	89.47	0.2299
14	140	105.1	46.61	87.30	0.2126
15	160	103.9	46.00	85.19	0.1992
16	180	102.8	45.42	83.22	0.1880
17	200	101.8	44.88	81.42	0.1782
18	220	100.8	44.34	79.66	0.1700
19	240	100.2	44.00	78.57	0.1604
20	260	99.4	43.55	77.17	0.1534
21	280	98.7	43.15	75.90	0.1470
22	300	98.2	42.86	75.01	0.1402

## Lampiran 8. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	53.9382 %bb
RH	:	21%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	121.8	53.94	117.11	0.0000
2	10	120.2	53.33	114.27	0.2840
3	20	118.5	52.66	111.24	0.2935
4	30	116.8	51.97	108.20	0.2970
5	40	115.1	51.26	105.17	0.2985
6	50	113.7	50.66	102.68	0.2886
7	60	112.0	49.91	99.64	0.2912
8	70	111.0	49.46	97.86	0.2750
9	80	109.9	48.95	95.89	0.2653
10	90	109.1	48.58	94.48	0.2514
11	100	108.2	48.15	92.86	0.2425
12	110	107.6	47.86	91.79	0.2302
13	120	106.8	47.47	90.37	0.2228
14	140	105.6	46.88	88.25	0.2094
15	160	104.6	46.37	86.46	0.1954
16	180	103.1	45.59	83.79	0.1851
17	200	102.5	45.27	82.72	0.1720
18	220	100.7	44.29	79.50	0.1710
19	240	100.1	43.69	78.44	0.1611
20	260	99.3	43.50	76.99	0.1543
21	280	98.6	43.10	75.75	0.1477
22	300	98.0	42.76	74.70	0.1414

**Lampiran 9. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap II pada  $t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	43.3393 %bb
RH	:	40%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	75.7	43.34	76.49	0.0000
2	30	73.0	41.25	70.21	0.2093
3	60	71.7	40.18	67.17	0.1553
4	90	70.4	39.08	64.15	0.1371
5	120	69.7	38.46	62.50	0.1166
6	150	69.0	37.84	60.88	0.1041
7	180	68.2	37.11	59.01	0.0971
8	210	67.6	36.55	57.60	0.0900
9	240	67.1	36.08	56.45	0.0835
10	270	66.4	35.41	54.82	0.0803
11	330	65.5	34.52	52.72	0.0720
12	390	64.4	33.40	50.15	0.0675
13	450	63.6	32.56	48.28	0.0627
14	510	62.8	31.70	46.41	0.0590
15	570	61.9	30.71	44.32	0.0564
16	630	61.3	30.03	42.92	0.0533
17	690	60.3	28.87	40.59	0.0520
18	750	59.8	28.28	39.43	0.0494
19	810	59.0	27.31	37.57	0.0480
20	870	58.4	26.56	36.17	0.0463
21	990	57.3	25.15	33.60	0.0433
22	1110	56.3	23.82	31.27	0.0407
23	1230	55.8	23.14	30.11	0.0377
24	1350	54.9	21.88	28.01	0.0359
25	1470	54.3	21.01	26.60	0.0339
26	1590	53.7	20.13	25.20	0.0323
27	1830	52.2	17.84	21.71	0.0299
28	2070	51.4	16.56	19.85	0.0274
29	2310	50.3	14.73	17.27	0.0256
30	2550	49.5	13.35	15.41	0.0240
31	2790	49.0	12.47	14.25	0.0223
32	3030	48.4	11.59	13.11	0.0209
33	3270	47.8	10.48	11.71	0.0198



## Lampiran 9. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	42.4489 %bb
RH	:	40%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	75.3	42.45	73.76	0.0000
2	30	72.5	40.22	67.28	0.2160
3	60	71.3	39.21	64.50	0.1543
4	90	70.4	38.44	62.44	0.1258
5	120	69.7	37.82	60.82	0.1078
6	150	69.0	37.19	59.21	0.0970
7	180	68.2	36.45	57.36	0.0911
8	210	67.8	36.08	56.45	0.0824
9	240	67.3	35.60	55.28	0.0770
10	270	66.8	35.12	54.13	0.0727
11	330	65.8	34.13	51.81	0.0665
12	390	64.9	33.22	49.75	0.0616
13	450	64.4	32.70	48.59	0.0559
14	510	63.6	31.86	46.76	0.0529
15	570	62.8	30.99	44.91	0.0506
16	630	62.2	30.32	43.51	0.0480
17	690	61.5	29.53	41.90	0.0462
18	750	60.8	28.72	40.29	0.0446
19	810	60.2	28.01	38.91	0.0430
20	870	59.6	27.28	37.51	0.0417
21	990	58.6	26.04	35.21	0.0389
22	1110	57.8	25.02	33.37	0.0364
23	1230	57.0	23.96	31.51	0.0343
24	1350	56.4	23.16	30.14	0.0323
25	1470	55.7	22.19	28.52	0.0308
26	1590	54.9	21.06	26.68	0.0296
27	1830	53.4	18.84	23.21	0.0276
28	2070	52.5	17.45	21.14	0.0254
29	2310	51.2	15.35	18.22	0.0240
30	2550	50.3	13.84	16.06	0.0226
31	2790	49.7	12.80	14.68	0.0212
32	3030	49.1	11.73	13.29	0.0200
33	3270	48.5	10.64	11.91	0.0189



**Lampiran 10.** Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap II pada  $t=45\text{ }^{\circ}\text{C}$

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	43.5522 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	82.1	43.55	77.15	0.0000
2	30	79.5	41.71	71.56	0.1863
3	60	78.2	40.74	68.75	0.1400
4	90	77.0	39.82	66.17	0.1220
5	120	76.0	39.03	64.02	0.1094
6	150	75.3	38.46	62.50	0.0977
7	180	74.5	37.80	60.77	0.0910
8	210	73.8	37.21	59.26	0.0852
9	240	73.3	36.78	58.18	0.0790
10	270	72.8	36.35	57.11	0.0742
11	330	71.9	35.55	55.16	0.0666
12	390	70.9	34.64	53.00	0.0619
13	450	70.0	33.80	51.06	0.0580
14	510	69.1	32.94	49.12	0.0550
15	570	68.1	31.95	46.95	0.0530
16	630	67.3	31.14	45.22	0.0507
17	690	66.5	30.32	43.51	0.0488
18	750	65.8	29.57	41.98	0.0460
19	810	65.1	28.82	40.49	0.0453
20	870	64.5	28.16	39.20	0.0436
21	990	63.3	26.79	36.59	0.0410
22	1110	62.5	25.86	34.88	0.0381
23	1230	61.5	24.65	32.71	0.0361
24	1350	60.6	23.53	30.77	0.0344
25	1470	59.6	22.25	28.62	0.0330
26	1590	58.8	21.19	26.89	0.0316
27	1830	57.3	19.13	23.66	0.0292
28	2070	55.8	16.95	20.41	0.0274
29	2310	54.3	14.66	17.18	0.0260
30	2550	53.3	13.06	15.02	0.0244
31	2790	52.4	11.056	13.07	0.0230
32	3030	51.6	10.19	11.35	0.017
33	3270	50.8	8.78	9.63	0.0206
34	3510	50.0	7.32	7.90	0.0197

## Lampiran 10. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	43.2534 %bb
RH	:	35%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	80.8	43.25	76.21	0.0000
2	30	78.1	41.29	70.33	0.1960
3	60	76.9	40.38	67.73	0.1413
4	90	75.9	39.59	65.54	0.1186
5	120	75.0	38.87	63.59	0.1052
6	150	74.2	38.21	61.84	0.0958
7	180	73.4	37.53	60.08	0.0896
8	210	72.7	36.93	58.55	0.0841
9	240	72.2	36.50	57.48	0.0780
10	270	71.7	36.05	56.37	0.0735
11	330	70.8	35.24	54.42	0.0660
12	390	69.8	34.31	52.23	0.0615
13	450	68.8	33.36	50.06	0.0581
14	510	67.8	32.37	47.86	0.0556
15	570	66.9	31.46	45.90	0.0532
16	630	66.1	30.64	44.18	0.0508
17	690	65.3	29.79	42.43	0.0490
18	750	64.5	28.91	40.67	0.0470
19	810	63.8	28.13	39.14	0.0458
20	870	63.1	27.34	37.63	0.0443
21	990	62.1	26.17	35.45	0.0412
22	1110	61.1	24.96	33.26	0.0387
23	1230	62.2	23.84	31.30	0.0365
24	1350	59.3	22.68	29.33	0.0347
25	1470	58.4	21.49	27.37	0.0332
26	1590	57.6	20.40	25.63	0.0318
27	1830	56.1	18.27	22.35	0.0294
28	2070	54.6	16.03	19.09	0.0276
29	2310	53.1	13.65	15.81	0.0261
30	2550	52.1	12.00	13.64	0.0245
31	2790	51.2	10.45	11.47	0.0231
32	3030	50.4	9.03	9.93	0.0219
33	3270	49.7	7.75	8.40	0.0207
34	3510	49.0	6.43	6.87	0.0198

**Lampiran 11. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap II pada  $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	44.1683 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	69.0	44.17	79.12	0.0000
2	30	67.6	43.02	75.50	0.1207
3	60	66.4	41.99	72.38	0.1123
4	90	65.7	41.37	70.56	0.0951
5	120	65.0	40.74	68.75	0.0864
6	150	64.3	40.09	66.92	0.0813
7	180	63.7	39.53	65.37	0.0764
8	210	63.0	38.86	63.56	0.0741
9	240	62.4	38.27	62.00	0.0713
10	270	61.7	37.57	60.18	0.0701
11	330	60.7	36.54	57.58	0.0653
12	390	59.8	35.59	55.26	0.0612
13	450	58.8	34.49	52.65	0.0588
14	510	57.8	33.36	50.06	0.0570
15	570	57.2	32.66	48.50	0.0537
16	630	56.4	31.70	46.41	0.0519
17	690	55.8	30.97	44.86	0.0497
18	750	55.0	29.96	42.78	0.0485
19	810	54.1	28.80	40.45	0.0477
20	870	53.0	27.32	37.59	0.0477
21	990	51.8	25.64	34.48	0.0451
22	1110	50.9	24.32	32.14	0.0423
23	1230	50.3	23.42	30.58	0.0395
24	1350	49.5	22.18	28.50	0.0375
25	1470	48.7	20.90	26.42	0.0359
26	1590	47.9	19.58	24.35	0.0344
27	1830	46.6	17.34	20.98	0.0318
28	2070	45.5	15.34	18.12	0.0295
29	2310	44.4	13.24	15.26	0.0276
30	2550	43.4	11.24	12.66	0.0261
31	2790	42.5	9.36	10.33	0.0247
32	3030	41.6	7.4	7.99	0.0235

## Lampiran 11. (lanjutan)

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	46.4670 %bb
RH	:	27.5%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	2

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	67.3	46.46	86.81	0.0000
2	30	65.1	44.65	80.67	0.2047
3	60	63.9	43.62	77.37	0.1573
4	90	63.0	42.81	74.86	0.1334
5	120	62.5	42.35	73.46	0.1113
6	150	61.6	41.51	70.97	0.1056
7	180	60.8	40.74	68.75	0.1003
8	210	60.0	39.95	66.53	0.0966
9	240	59.3	39.24	64.58	0.0926
10	270	58.5	38.41	62.36	0.0906
11	330	57.3	37.12	59.03	0.0842
12	390	56.1	35.78	55.71	0.0797
13	450	55.1	34.61	52.93	0.0753
14	510	54.0	32.94	49.12	0.0739
15	570	53.3	32.40	47.93	0.0682
16	630	52.3	31.11	45.16	0.0661
17	690	51.6	30.17	43.20	0.0632
18	750	50.8	29.07	40.98	0.0611
19	810	50.1	28.08	39.04	0.0590
20	870	49.3	26.92	36.84	0.0574
21	990	48.2	25.25	33.78	0.0536
22	1110	47.2	23.67	31.01	0.0503
23	1230	46.3	22.18	28.50	0.0474
24	1350	45.5	20.81	26.28	0.0448
25	1470	44.7	19.40	24.07	0.0427
26	1590	44.2	18.48	22.67	0.0403
27	1830	43.0	16.21	19.35	0.0369
28	2070	42.0	14.21	16.56	0.0339
29	2310	41.1	12.34	14.08	0.0315
30	2550	40.3	10.60	11.86	0.0294
31	2790	39.5	8.78	9.63	0.0278
32	3030	38.8	7.14	7.69	0.0261

**Lampiran 12. Data hasil percobaan pengeringan biji pala tahap II pada  $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Massa wadah	:	19.7 gram
Kadar air awal	:	45.2561 %bb
RH	:	21%
Kecepatan aliran udara	:	4 m/detik
Ulangan	:	1

No	Waktu (menit)	Massa bahan (gram)	KA (%bb)	KA (%bk)	Laju Pengeringan (%bk/menit)
1	0	68.5	45.26	82.68	0.0000
2	30	66.3	43.44	76.80	0.1960
3	60	64.5	41.86	72.00	0.1780
4	90	63.0	40.48	68.01	0.1630
5	120	61.7	39.22	64.53	0.1513
6	150	60.3	37.81	60.80	0.1459
7	180	59.3	36.76	58.13	0.1364
8	210	58.1	35.46	54.94	0.1321
9	240	57.1	34.33	52.28	0.1267
10	270	56.1	33.16	49.61	0.1225
11	330	54.2	30.81	46.65	0.1092
12	390	52.3	28.30	39.47	0.1108
13	450	51.0	26.47	36.00	0.1037
14	510	49.8	24.70	32.80	0.0978
15	570	48.7	23.00	29.87	0.0926
16	630	47.6	21.22	26.94	0.0885
17	690	46.8	19.87	24.80	0.0839
18	750	45.8	18.12	22.13	0.0807
19	810	45.4	17.40	21.07	0.0761
20	870	44.8	16.29	19.46	0.0727
21	990	43.8	14.38	16.80	0.0665
22	1110	43.3	13.39	15.46	0.0606
23	1230	42.8	12.38	14.13	0.0557
24	1350	42.3	11.35	12.80	0.0518
25	1470	41.9	10.50	11.73	0.0483
26	1590	41.5	9.64	10.67	0.0453
27	1830	40.1	8.98	9.87	0.0398
28	2070	39.7	8.06	8.77	0.0357
29	2310	39.4	7.36	7.94	0.0324



## DAFTAR PUSTAKA

Agus Siswantoro, 1992. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Tipis Salak (*Salacca edulis*, Reinw). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Aluisius Arisubagijo. 1990. Model Matematik Pengeringan Lapisan Tipis Coklat (*Theobroma cacao* L.). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Fannywaty. 1994. Ekstraksi Oleoresin Fuli Pala (*Myristica fragrans* HOUTT) Menggunakan Metode Super Critical Fluid Extraction. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Fina Indira. 1990. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Biji Pala. Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Heldman, D. R. dan R. Paul Singh. 1981. Food Process Engineering. 2nd edition. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Henderson. S. M. dan R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. 3rd edition. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Noor Rochman. 1996. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) dengan Alat Pengering Tipe Rak. Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Nora Azmi. 1991. Pengaruh Ukuran Bahan dan Nisbah Pelarut dengan Bahan terhadap Rendemen dan Mutu Oleoresin dari Fuli Pala (*Myristica fragrans* HOUTT). Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Pardomuan. 1993. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Jenis Upper Amazone Hybrid. Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.

Rismunandar. 1990. Budidaya dan Tata Niaga Pala. PT. Penebar Swadaya. Jakarta, Indonesia.

Soehari Boehidayat. 1973. Pala Indonesia dan Pengolahannya untuk Ekspor. Warta Pertanian III (27).

Sudjana. 1984. Metoda Statistika. Edisi 3. Tarsito. Bandung, Indonesia.

Yang Dewi Mustika. 1993. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Bawang Daun Rajangan (*Allium porrum* L.). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.