



# MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN KENTANG GORENG



Oleh  
**DJAJA HALIM**  
**F 26. 0160**



**1 9 9 3**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**B O G O R**

Halaman ini adalah...  
1. Diambil dari...  
2. Diambil dari...  
3. Diambil dari...  
4. Diambil dari...  
5. Diambil dari...  
6. Diambil dari...  
7. Diambil dari...  
8. Diambil dari...  
9. Diambil dari...  
10. Diambil dari...

Djaja Halim. F.26.0160. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Kentang Goreng. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Hadi K. Purwadaria.

## RINGKASAN

Konsumsi kentang goreng dalam industri pengolahan kentang menduduki prosentasi tertinggi. Penyimpanan kentang goreng untuk tujuan komersial dilakukan dengan proses pembekuan. Kentang goreng beku dalam sistem eceran memiliki biaya pengoperasian yang tinggi karena memerlukan kapasitas pembekuan yang tinggi untuk menjaga produk dalam keadaan beku pada penyimpanan terbuka. Kentang goreng yang dikeringkan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi biaya pengolahan dan penyimpanan. Hasil pengeringan kentang goreng ini dapat disimpan tanpa pendinginan dan saat akan dikonsumsi produk dapat direhidrasi dan dipanaskan di dalam oven. Kentang goreng rehidrasi dari hasil pengeringan berbeda dengan kentang beku standard dalam proses penggorengan. Kentang beku standard mengalami penggorengan setengah matang sebelum dibekukan dan penggorengan lanjutan pada saat akan dikonsumsi.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik pengeringan kentang goreng, menentukan koefisien pengeringan dan kadar air kesetimbangan pada

berbagai tingkat suhu dan kecepatan aliran udara pengering, serta membandingkan mutu kentang goreng rehidrasi dari hasil pengeringan dengan kentang hasil penggorengan kentang beku standard.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat tray drier merk Armfield tipe UOP 8 yang dilengkapi dengan termometer bola basah dan bola kering serta pengukur kecepatan aliran udara. Bahan yang dikeringkan adalah kentang goreng dan jenis kentang yang dipergunakan adalah vaietas Herta yang diperoleh dari PT. Kemchick, Jakarta. Pengeringan kentang goreng dilakukan pada kadar air awal rata-rata 49.817 % bk sampai kadar air mendekati kadar air kesetimbangan yaitu antara 8.841 % bk sampai 1.312 % bk. Perlakuan yang diberikan merupakan kombinasi dari empat taraf suhu dan empat taraf kecepatan udara yaitu suhu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan kecepatan udara 1.0 m/det, 1.5 m/det, 2.0 m/det serta 2.5 m/det.

Pengamatan yang dilakukan meliputi berat awal, kecepatan aliran udara pengering, suhu udara pengering, kadar air awal bahan, penurunan berat selama pengeringan, dan koefisien K dan  $M_e$  dengan teori pengeringan lapisan tipis dan geometri berbentuk lempeng tak terbatas.

Persamaan regresi  $M_e$  berdasarkan model lempeng tak terbatas untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det, 1.5 m/det, 2.0 m/det dan 2.5 m/det berturut-turut adalah :



UIN Ar-Raniry  
Penerbitan IPB University

$$Me = 24.103875 - 1.897027 Z + 0.093797 Z^2$$

untuk  $10.5 \leq Z \leq 20$  dimana  $R^2 = 0.9790$

$$Me = 14.104389 - 0.582111 Z + 0.003337 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 20$  dimana  $R^2 = 0.9988$

$$Me = 16.081924 - 0.620936 Z + 0.007175 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 19.5$  dimana  $R^2 = 0.9999$

$$Me = 8.272770 - 0.414579 Z + 0.005882 Z^2$$

untuk  $10 \leq Z \leq 21$  dimana  $R^2 = 0.9995$

dimana  $Z$  = selisih suhu bola basah dan bola kering ( $^{\circ}\text{C}$ )

Persamaan regresi  $K$  berdasarkan model lempeng tak terbatas untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det, 1.5 m/det, 2.0 m/det dan 2.5 m/det berturut-turut sebagai berikut :

$$K = \exp ( 3.525187 + 1548.809448/T ), \text{ dimana } R^2 = 0.6470$$

$$K = \exp ( 4.736864 + 1930.243395/T ), \text{ dimana } R^2 = 0.8584$$

$$K = \exp ( 8.766998 + 3206.278932/T ), \text{ dimana } R^2 = 0.7577$$

$$K = \exp ( 3.036207 + 1382.439112/T ), \text{ dimana } R^2 = 0.7761$$

untuk selang  $T$  antara  $313^{\circ}\text{C}$  sampai  $328^{\circ}\text{C}$ .

Keabsahan model pengeringan ditentukan dengan uji kebaikan suai. Nilai koefisien determinasi  $R^2$  terhadap uji keabsahan model berkisar antara 0.83 sampai 0.98.

Hasil analisis mutu kentang goreng kering dan kentang beku standard menunjukkan bahwa kentang goreng kering memiliki kadar air jauh lebih rendah (9.96% bb) dari kentang beku standard (61.87% bb), kadar lemak lebih

tinggi (19.91%) dari kentang beku standard (5.24%), kandungan vitamin C lebih rendah (4.38g/100g) dari kentang beku standard (7.14g/100g) dan asam lemak bebas lebih tinggi (0.919 % FFA) dari kentang beku standard (0.839 % FFA).

Analisis mutu lanjutan terhadap kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan dan kentang penggorengan kentang beku standard menunjukkan bahwa kentang goreng rehidrasi memiliki kadar air lebih tinggi (45.68% bb - 54.72% bb) dari kentang goreng beku standard (33.84 % bb), kadar lemak lebih rendah (8.48% - 12.67%) dari kentang goreng beku standard (20.68%), kandungan vitamin C lebih rendah (3.17g/100g - 3.74g/100g) dari kentang goreng beku standard (5.55g/100g) dan kadar asam lemak bebas kentang goreng beku standard (1.917% FFA) berada dalam kisaran asam lemak bebas kentang goreng rehidrasi (1.570% FFA - 2.139% FFA).

Hasil uji perbandingan jamak menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan kecepatan aliran udara pengering memberikan perbedaan yang nyata untuk faktor warna dengan skor rata-rata sebesar 5.62. Nilai ini menunjukkan bahwa kentang goreng rehidrasi dari hasil pengeringan memiliki warna dari sama sampai agak lebih buruk dari kentang hasil penggorengan kentang beku standard. Interaksi suhu dan kecepatan aliran udara pengering tidak memberikan beda yang nyata untuk faktor



aroma, tekstur dan rasa. Berdasarkan penilaian panelis pengeringan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 2.0 m/det memberikan skor warna paling tinggi (6.333). Uji BNT untuk interaksi suhu dan kecepatan aliran udara terhadap faktor warna menunjukkan beda nyata terkecil antar perlakuan sebesar 0.8514.

Pengeringan kentang goreng akan memberikan hasil yang baik jika dilakukan pada suhu pengeringan  $40^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan aliran udara pengeringan 2.0 m/det.

Untuk menghindari ketengikan perlu dipelajari bentuk dan jenis kemasan yang cocok untuk tujuan penyimpanan dan pemberian antioksidan yang tepat. Di samping itu perlu pula diteliti lebih lanjut kombinasi suhu dan lama penggorengan untuk memperoleh perbandingan kerak dan isi yang optimum sehingga proses pengeringann dapat berjalan dengan baik.

# MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN KENTANG GORENG

## SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada Jurusan Mekanisasi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh

DJAJA HALIM

F. 26.0160

1993

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

ISTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN  
KENTANG GORENG**

**SKRIPSI**

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
pada Jurusan Mekanisasi Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

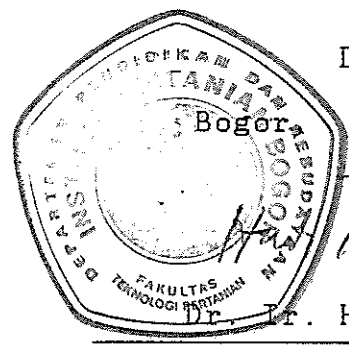
Oleh

DJAJA HALIM

F. 26.0160

Disetujui,

September 1993



*Hadi K Purwadaria*

Dr. Hadi K. Purwadaria

Dosen Pembimbing



### KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkatNya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Hadi K. Purwadaria selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan petunjuk selama penelitian dan penyelesaian tulisan.
2. Ir. Putiati Mahdar, MAppSc. dan Ir. I Wayan Budiastra, MAgr yang bersedia menjadi dosen penguji.
3. Pimpinan dan staf Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian.
4. Ayah, Ibu dan kakak-kakak yang banyak memberikan dorongan moril dan materil selama melaksanakan studi.
5. Rekan - rekan dan semua pihak yang telah banyak membantu.

Akhir kata semoga tulisan ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bogor, September 1993

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. TUJUAN PENELITIAN .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. BOTANI KENTANG .....	5
B. KOMPOSISI GIZI .....	5
C. PENGERINGAN .....	8
1. Definisi dan Tujuan Pengeringan .....	8
2. Proses Pengeringan .....	9
3. Persamaan pada Model Pengeringan Lapisan Tipis .....	10
3.1. Model Teoritis Pengeringan Lapisan Tipis .....	12
3.2. Model Semiteoritis Pengeringan Lapisan Tipis .....	16



3.3. Konstanta Pengeringan dan Kadar Air Kesetimbangan .....	18
D. KOMODITI KENTANG GORENG.....	21
1. Industri Pengolahan Kentang .....	21
2. Kentang Goreng .....	21
3. Metode Penggorengan Kentang .....	22
4. Vitamin C dalam Kentang Goreng .....	23
5. Pengeringan Kentang Goreng .....	24
6. Rehidrasi .....	25
IV. PENDEKATAN TEORITIS .....	27
A. MODEL PENGERINGAN .....	27
B. UJI KEABSAHAN MODEL .....	36
C. MODEL PENURUNAN MUTU .....	36
III. METODE PENELITIAN .....	38
A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN .....	38
B. BAHAN DAN ALAT .....	38
C. METODOLOGI .....	39
1. Prosedur Penelitian .....	39
2. Pengukuran dan Pengamatan .....	43
D. PERLAKUAN .....	51

	Halaman
V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	52
A. KARAKTERISTIK PENGERINGAN LAPISAN TIPIS .....	52
1. Perubahan Kadar Air terhadap Waktu ...	52
2. Laju Pengeringan terhadap Waktu .....	61
3. Laju Pengeringan terhadap Kadar Air ..	72
B. PENGUJIAN MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS .....	82
C. KADAR AIR KESETIMBANGAN DAN KONSTANTA PENGERINGAN .....	87
1. Kadar Air Kesetimbangan .....	87
2. Konstanta Pengeringan .....	91
D. UJI KEABSAHAN MODEL .....	95
E. KOEFISIEN PENGERINGAN .....	97
F. ANALISA MUTU .....	101
1. Kadar Lemak .....	105
2. Asam Askorbat (Vitamin C) .....	108
3. Asam Lemak Bebas .....	110
G. PENILAIAN ORGANOLEPTIK .....	112
1. Aroma .....	112
2. Tekstur .....	113
3. Warna .....	114
4. Rasa .....	117



	Halaman
IV. KESIMPULAN DAN SARAN .....	119
A. KESIMPULAN .....	119
B. SARAN .....	121
LAMPIRAN .....	123
DAFTAR PUSTAKA .....	160

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang telah diproses secara otomatis oleh sistem IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web kami di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).  
 IPB University  
 Bogor, Indonesia

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel	1. Kandungan mineral dalam kentang .....	7
Tabel	2. Komposisi kimia buah kentang .....	8
Tabel	3. Nilai c dan n beberapa komoditi .....	19
Tabel	4. Skala perbandingan dan skala numerik uji organoleptik perbandingan jamak .....	50
Tabel	5. Laju pengeringan rata-rata kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det ...	62
Tabel	6. Laju pengeringan rata-rata kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det ...	63
Tabel	7. Laju pengeringan rata-rata kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det ...	63
Tabel	8. Laju pengeringan rata-rata kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det ...	63
Tabel	9. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	83
Tabel	10. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	84
Tabel	11. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	84
Tabel	12. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	84
Tabel	13. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det ...	88
Tabel	14. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det ...	88

Tabel 15.	Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det ...	88
Tabel 16.	Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det ...	89
Tabel 17.	Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	92
Tabel 18.	Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	92
Tabel 19.	Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	92
Tabel 20.	Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	93
Tabel 21.	Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	95
Tabel 22.	Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	95
Tabel 23.	Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	96
Tabel 24.	Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	96
Tabel 25.	Koefisien rehidrasi kentang goreng hasil pengeringan .....	99
Tabel 26.	Nilai mutu kentang goreng pada 4 tingkat suhu pengeringan .....	100

Tabel 27.	Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	106
Tabel 28.	Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	106
Tabel 29.	Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	106
Tabel 30.	Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	107
Tabel 31.	Kandungan Vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	108
Tabel 32.	Kandungan Vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	108
Tabel 33.	Kandungan Vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	109
Tabel 34.	Kandungan Vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	109
Tabel 35.	Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	110
Tabel 36.	Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	111
Tabel 37.	Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	111
Tabel 38.	Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	111



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kurva laju pengeringan (Heldman dan Singh, 1981) .....	11
Gambar 2. Bagan alir program komputer untuk menentukan nilai K dan Me .....	34
Gambar 3. Tray drier tipe UOP 8 .....	40
Gambar 4. Pengukur kecepatan aliran udara .....	40
Gambar 5. Termometer suhu bola basah dan bola kering .....	41
Gambar 6. Alat blansir .....	41
Gambar 7. Bagan alir pengeringan kentang goreng .....	42
Gambar 8. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	53
Gambar 9. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	54
Gambar 10. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	55
Gambar 11. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	56
Gambar 12. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada suhu pengering 40 <sup>o</sup> C .....	57
Gambar 13. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada suhu pengering 45 <sup>o</sup> C .....	58
Gambar 14. Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada suhu pengering 50 <sup>o</sup> C .....	59

Gambar 15.	Grafik kadar air basis kering terhadap waktu pada suhu pengering 55 <sup>o</sup> C .....	60
Gambar 16.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det	64
Gambar 17.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det	65
Gambar 18.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det	66
Gambar 19.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det	67
Gambar 20.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengering 40 <sup>o</sup> C .....	68
Gambar 21.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengering 45 <sup>o</sup> C .....	69
Gambar 22.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengering 50 <sup>o</sup> C .....	70
Gambar 23.	Grafik laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengering 55 <sup>o</sup> C .....	71
Gambar 24.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det .....	73
Gambar 25.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det .....	74
Gambar 26.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det .....	75
Gambar 27.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	76
Gambar 28.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengering 40 <sup>o</sup> C ...	77

Gambar 29.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengering 45 <sup>o</sup> C ...	78
Gambar 30.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengering 50 <sup>o</sup> C ...	79
Gambar 31.	Grafik laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengering 55 <sup>o</sup> C ...	80
Gambar 32.	Kurva perbandingan hasil pendugaan dengan data percobaan hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu 40 <sup>o</sup> C dan kecepatan aliran udara 2.5 m/det .....	86
Gambar 33.	Kentang goreng hasil pengeringan .....	116
Gambar 34.	Perbandingan kentang goreng hasil pengeringan dan kentang goreng standard .....	116
Gambar 35.	Perbandingan kentang rehidrasi hasil pengeringan dengan kentang goreng standard .....	117

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Daftar nilai akar positif fungsi Bessel ordo nol jenis pertama .....	124
Lampiran 2. Program komputer penentuan nilai $M_e$ dan $K$ .....	125
Lampiran 3. Data percobaan pengeringan kentang goreng .....	139
Lampiran 4. Data nilai rata-rata organoleptik uji perbandingan ganda terhadap aroma, tekstur, warna dan rasa .....	155
Lampiran 5. Uji sidik ragam skor aroma .....	156
Lampiran 6. Uji sidik ragam skor tekstur .....	157
Lampiran 7. Uji sidik ragam skor warna .....	158
Lampiran 8. Uji sidik ragam skor rasa .....	159

Halaman ini merupakan bagian dari karya tulis yang dihasilkan oleh mahasiswa dan dosen IPB University. Seluruh isi dan gambar yang terdapat di dalamnya adalah hak cipta IPB University. Tidak diperbolehkan untuk menyalin, mendistribusikan, atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta IPB University.

1. Diketahui: ...  
 2. Ditanyakan: ...  
 3. Diketahui: ...  
 4. Ditanyakan: ...  
 5. Diketahui: ...  
 6. Ditanyakan: ...  
 7. Diketahui: ...  
 8. Ditanyakan: ...  
 9. Diketahui: ...  
 10. Ditanyakan: ...

DAFTAR SIMBOL

- a : Ketebalan bahan (m)
- A : Luas permukaan ( $m^2$ )
- $A_o$  : Massa air awal (gram)
- $A_i$  : Massa air pengamatan ke-i (gram)
- $dW/d\theta$  : Laju pengeringan (kg/jam)
- D : Koefisien difusivitas ( $m^2/jam$ )
- $E_a$  : Energi aktivasi
- f : Konduktivitas panas ( $J/jam\ m^2\ ^\circ C$ )
- $f_v$  : Koefisien pindah uap air ( $kg/(jam^2\ m\ kg/m^2)$ )
- $h_{fg}$  : Panas laten penguapan air (kJ/kg)
- K : Koefisien pengeringan (1/jam)
- $K_{A_o}$  : Kadar air awal (% bb)
- $K_{A_i}$  : Kadar air pengamatan ke-i (% bb)
- $K_{A(i-1)}$  : Kadar air pengamatan ke-(i-1) (% bb)
- l : Setengah panjang atau ketebalan (m)
- $LP_b$  : Laju pengeringan basis basah (%bb/menit)
- $LP_k$  : Laju pengeringan basis kering (%bk/menit)
- $MB_i$  : Massa bahan pengamatan ke-i (gram)
- $MB_o$  : Massa bahan awal (gram)
- $Me$  : Kadar air kesetimbangan (% bk)
- $M_i$  : Kadar air basis kering pengamatan ke-i (% bk)
- $M_{(i-1)}$  : Kadar air basis kering pengamatan ke-(i-1) (% bk)

- $Mk_i$  : Massa kotor pengamatan ke- $i$  (gram)
- $M_n$  : Kadar air basis kering (% bk)
- $M_o$  : Kadar air awal basis kering (% bk)
- MR : Rasio kadar air
- $M_w$  : Massa wadah (gram)
- $n$  : Jumlah deret
- P : Massa padatan (gram)
- Pa : Tekanan uap air bola kering ( $kg/m^2$ )
- Ps : Tekanan uap air bola basah ( $kg/m^2$ )
- R : Konstanta gas
- r : Koordinat partikel (m)
- t : Waktu (jam)
- ta : Suhu bola kering ( $^{\circ}C$ )
- $t_i$  : Waktu pengamatan ke- $i$  (menit)
- $t_{(i-1)}$  : Waktu pengamatan ke- $(i-1)$  (menit)
- ts : Suhu bola basah ( $^{\circ}C$ )
- v : Derajat bebas
- T : Suhu mutlak (K)
- Z : Selisih suhu bola kering dan bola basah ( $^{\circ}C$ )
- $\tau_n$  : Akar positif fungsi Bessel
- $\theta$  : Suhu ( $^{\circ}C$ )

1. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 2. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 3. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 4. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 5. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 6. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 7. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 8. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 9. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 10. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 11. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 12. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 13. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 14. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 15. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 16. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 17. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 18. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 19. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 20. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 21. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 22. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 23. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 24. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 25. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 26. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 27. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 28. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 29. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 30. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 31. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 32. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 33. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 34. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 35. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 36. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 37. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 38. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 39. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 40. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 41. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 42. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 43. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 44. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 45. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 46. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 47. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 48. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 49. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 50. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 51. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 52. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 53. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 54. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 55. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 56. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 57. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 58. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 59. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 60. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 61. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 62. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 63. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 64. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 65. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 66. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 67. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 68. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 69. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 70. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 71. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 72. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 73. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 74. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 75. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 76. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 77. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 78. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 79. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 80. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 81. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 82. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 83. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 84. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 85. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 86. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 87. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 88. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 89. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 90. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 91. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 92. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 93. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 94. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 95. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 96. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 97. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 98. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 99. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>  
 100. Diakses melalui <http://www.ipb.ac.id>

## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Kentang berasal dari daerah Amerika Selatan dan dibawa oleh orang Spanyol masuk ke Eropa. Di Eropa kentang mengalami adaptasi genetik terhadap cuaca sedang dan kemudian menjadi makanan pokok di sana. Dari Eropa budidaya kentang berkembang ke seluruh dunia sampai ke daerah tropik dan penelitian mengenai kentang telah menjadi bagian dari penelitian di negara berkembang. Pada saat sekarang kentang telah menjadi tanaman pangan yang memiliki nilai ekonomi tinggi di negara-negara berkembang.

Faktor utama pembudidayaan kentang dikarenakan nutrisi yang dikandung, pertumbuhan yang cepat dan produktivitas yang tinggi. Menurut data FAO (1982) jumlah produksi kentang di negara-negara berkembang ( 91.1 juta ton ) menduduki urutan keempat setelah tanaman padi (382.6 juta ton), gandum (162.4 juta ton) dan jagung (153.9 juta ton).

Menurut BPS (1989) hasil produksi kentang di seluruh Indonesia mencapai 14.26 ton/Ha dengan luas panen 39229 Ha dan jumlah produksi sebesar 559396 ton. Harga perdagangan besar untuk komoditi kentang di

Indonesia sampai triwulan ketiga tahun 1989 adalah sebesar Rp 40.212.- per kwintal.

Menilik perkembangan budidaya dan produksi serta nutrisi yang tinggi maka industri pengolahan kentang memiliki prospek yang cerah. Menurut Smith (1977) konsumsi produk kentang dari industri pengolahan mencapai 48.1% dari keseluruhan produksi kentang. Dari 48.1% konsumsi kentang olahan 20.2% diantaranya berupa kentang goreng beku (frozen french fries), 11.5% berupa keripik kentang (chips and shoestrings), 10.5% berupa kentang hasil pengeringan (dehydration) dan 5.9% berupa kentang olah lainnya.

Karena konsumsi kentang goreng menduduki prosentasi tertinggi dalam industri pengolahan kentang maka penyimpanan kentang goreng untuk tujuan komersial dilakukan dengan proses pembekuan (frozen french fries) agar produk yang sampai di tangan konsumen berada dalam keadaan segar. Biasanya produk ini dilakukan dua kali penggorengan yaitu penggorengan setengah matang untuk pembekuan sebelum dipasarkan dan penggorengan matang pada saat akan dikonsumsi.

Produk kentang goreng beku dalam pemasarannya disimpan dengan sistem eceran dimana proses pembekuan terus dilakukan selama produk dipasarkan. Alat pembekuan ini terdapat di pasar swalayan di kota-kota



besar yang memerlukan biaya pengoperasian yang tinggi karena diperlukan kapasitas pembekuan yang tinggi untuk mempertahankan produk dalam keadaan beku pada sistem penyimpanan yang terbuka. Di samping itu harus dijaga kondisi kelembaban udara pendingin yang tinggi untuk menghindari hilangnya air pada permukaan produk. Hal-hal tersebut di atas perlu dijaga terus dan terutama selama pengiriman produk untuk ke restoran-restoran dan konsumen.

Dari segi ekonomi pembekuan sistem terbuka merupakan suatu proses yang mahal karena biaya pengoperasian yang tinggi. Untuk mengantisipasi keadaan tersebut maka kentang goreng yang dikeringkan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi biaya pengolahan dan penyimpanan. Produk kentang goreng yang dikeringkan ini telah dikembangkan oleh A.C.Capossela, Jr., J.F.Halligan dan L.S.Makaron pada tahun 1975. Hasil pengeringan kentang goreng ini dapat disimpan tanpa pendinginan dan ketika akan dikonsumsi produk direhidrasi dan dipanaskan dalam oven.

Pada saat penggorengan terjadi proses pengambilan sebagian kadar air dari bahan. Hal ini mengurangi waktu pengeringan produk dan dengan demikian dapat menurunkan biaya operasi dan diharapkan kerusakan penampakan produk dapat dikurangi. Produk kentang goreng kering



akan aman dari kerusakan mikrobiologis selama penyimpanan karena telah mencapai kadar air kesetimbangan.

Rehidrasi produk kentang goreng kering akan mengembalikan kandungan air mendekati produk sebelum dilakukan pengeringan. Untuk tujuan konsumsi dilakukan pemanasan kentang goreng hasil rehidrasi dengan oven.

## B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah (1) mempelajari karakteristik pengeringan kentang goreng, (2) menentukan koefisien pengeringan dan kadar air keseimbangan pada berbagai tingkat suhu dan kecepatan udara pengering, (3) membandingkan analisis mutu akhir antara kentang goreng rehidrasi dari hasil pengeringan dengan kentang hasil penggorengan kentang beku standard.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### A. BOTANI KENTANG

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan tanaman dikotil tahunan dalam famili Solanaceae yang berkembang biak secara vegetatif dengan umbi. Umbi ini tumbuh pada batang bawah tanah dan pucuk-pucuk baru akan dihasilkan dari umbi tersebut. Secara umum umbi terbentuk kira-kira pada akhir periode dari perkembangan kuncup bunga. Benih kentang berbentuk bola dengan ukuran diameter 1/2 sampai 3/4 inci berwarna hijau atau hijau keungu-unguan, terdiri dari dua bagian dan berisi banyak benih-benih kecil yang melekat pada plasenta dan tertanam dalam daging buah. Benih ini bisa berjumlah 0 sampai 300 butir. Umbi mulai tumbuh pada saat pertumbuhan rizoma terhenti dan mulainya perkembangbiakan lateral dari jaringan simpan. Bagian utama pada kentang dewasa adalah periderm, cortek, silinder vascular, zona perimedular, dan inti sentral (Smith, 1977).

### B. KOMPOSISI GIZI

Kentang memiliki kandungan protein kualitas tinggi dan sejumlah besar zat esensial yaitu mineral dan vitamin. Kandungan protein dalam kentang setara dengan

ubi rambat dan mencapai dua kali kandungan protein dalam ubi jalar dan ubi kayu, bahkan dalam basis matang (cooked basis) dapat setara dengan makanan pokok seperti nasi dan bubur sereal (CIP, 1984).

Protein dalam umbi kentang terdiri dari 60-70% globulin dan 20-40% glutelin dan tidak terdapat albumin dan prolamin. Jumlah protein dalam kentang berkisar 1-1.5% dengan kandungan nitrogen 13.5% (Smith, 1977).

Kentang memiliki ratio yang seimbang antara protein dan kalori, dengan demikian dengan mengkonsumsi kentang untuk pemenuhan keperluan energi juga akan terpenuhi keperluan akan protein (CIP, 1984). Janicki et al. (1967) melaporkan bahwa kandungan kanji dalam 15 varietas kentang berkisar 13.7-22.2% dan amilasa dalam kanji berkisar 18.5-32.0%. Sedangkan menurut Schwimmer et al. (1954) gula-gula utama dalam kentang adalah sukrosa, glukosa, dan fruktosa.

Kentang juga merupakan sumber asam askorbat (vitamin C) dan beberapa jenis vitamin B terutama tiamin, niasin, dan B<sub>6</sub> (CIP, 1984). Kandungan asam askorbat dalam berbagai varietas kentang berkisar 19-29.1 mg per 100 gram (Enachescu, 1960). Rata-rata kandungan protein dalam kentang kaleng adalah 12.5 mg/100gram, 11.5-13.5 mg untuk kentang masak, 1.7-2.9 mg untuk kentang masak yang disimpan dan untuk kentang

hasil pengeringan 2.4-20.4 mg per 100 gram (Hanning, 1962). Dari analisis kentang mentah menunjukkan kandungan niasin sebesar 1.54 mg/100g dan untuk vitamin B<sub>6</sub> 0.26 mg/100g. Kandungan tiamin dalam kentang kaleng adalah 0.036 mg/100g, untuk kentang rebus 0.082 mg dan berkisar 0.001-0.073 mg/25 g untuk kentang hasil pengeringan (Hanning, 1962). Menurut Zimmermann (1965) tiamin, riboflavin (B<sub>2</sub>) dan niasin akan stabil pada kentang hasil pengeringan untuk penyimpanan selama 3 tahun dalam nitrogen pada suhu 5-28°C.

Kandungan mineral dalam kentang juga merupakan sumber untuk keperluan zat besi, fosfor dan magnesium serta potasium. Dengan rendahnya kandungan sodium di dalam kentang menjadikan kentang suatu bahan pokok yang cocok untuk diet garam (CIP,1984). Komposisi mineral dalam kentang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Mineral Dalam Kentang \*)

Unsur	Basis Kering (mg/100g)
P	43.0 - 605
Ca	10.0 - 120
Mg	46.0 - 216
Na	6.0 - 332
K	1394.0 - 2825
Fe	3.0 - 18.5

\*) Smith (1977)

Kandungan lemak dalam kentang sebesar 0.1% untuk basis berat segar pada kisaran 0.02-0.2%. Kandungan lemak ini banyak terdapat pada periderm (Schwimmer, 1967). Komposisi kimia komoditi kentang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Buah Kentang \*)

Unsur	Rata-rata(%)	Kisaran (%)
Air	77.5	63.2 - 86.9
Protein	2.0	0.7 - 4.6
Lemak	0.1	0.02 - 0.46
Karbohidrat	19.4	13.3 - 30.53
Abu	1.0	0.44 - 1.9

\*) Smith (1977)

## C. PENGERINGAN

### 1. Definisi dan Tujuan Pengeringan

Menurut Heldman (1981) pengeringan pangan secara umum adalah pengambilan uap air dari suatu produk pangan sampai pada suatu tingkatan dimana mampu membatasi pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi lainnya. Pengambilan uap air untuk menghasilkan pangan yang kering dilaksanakan dengan dehidrasi termal yaitu suatu proses yang menggunakan panas untuk memindahkan uap air dalam suatu bahan.

Pengeringan merupakan suatu operasi dimana aktivitas air dalam bahan diturunkan dengan mengambil sebagian besar air yang secara normal ada dalam bahan dengan penguapan atau sublimasi. Pengeringan merupakan gabungan antara pindah panas dan pindah massa dimana melibatkan perpindahan panas dari luar ke dalam bahan serta perpindahan air dari dalam ke luar bahan (Karel, 1975).

Menurut Henderson dan Perry (1976) pengeringan untuk bahan-bahan hasil pertanian akan memperpanjang masa simpan, dengan volume yang lebih kecil dan berat berkurang sehingga menghemat biaya pengangkutan dan penyimpanan.

## 2. Proses Pengeringan

Proses pengeringan menurut Brooker et al., (1974) dan Hall. (1957) adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air bahan sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktifitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan.

Dua proses yang terjadi selama pengeringan adalah : (1). proses pindah panas (2). proses pindah massa. Brooker et al., (1974) dan Henderson dan Perry, (1976) membagi proses pengeringan menjadi



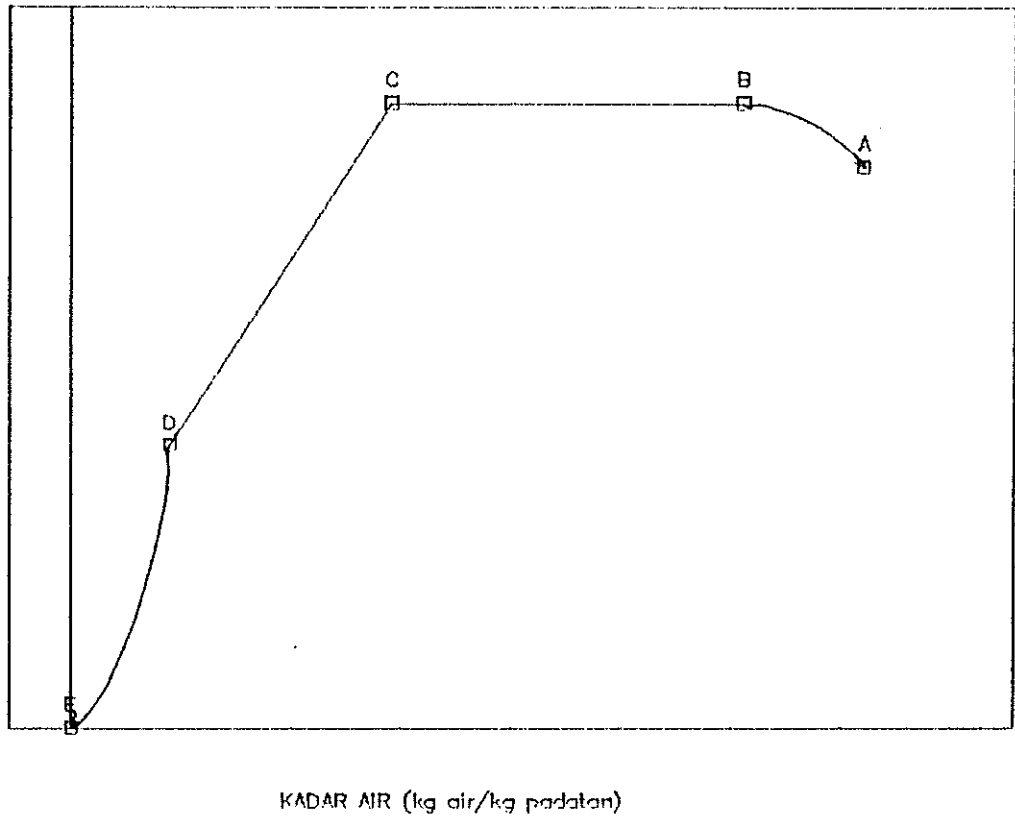
dua periode : (1) periode laju pengeringan konstan dan (2) periode laju pengeringan menurun. Kedua periode utama ini dibatasi oleh kadar air kritis yaitu kadar air terendah saat mana laju air bebas dari dalam ke permukaan sama dan laju pengambilan uap air maksimum dari bahan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pengeringan konstan menurut Brooker (1979) adalah kecepatan aliran udara, suhu udara dan kelembaban udara. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju pengeringan menurun menurut Hall (1957) adalah : (1) difusi air dari bahan ke permukaan (2) pengambilan uap air dari permukaan.

### 3. Persamaan pada Model Pengeringan Lapisan Tipis

Proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh suhu di sekitar bahan, perubahan suhu udara pengeringan mengakibatkan penampilan pengeringan juga berubah. Penampilan pengeringan dapat diketahui melalui pengeringan lapisan tipis yaitu pengeringan terhadap satu lapis biji dimana semua biji-biji dalam lapisan tersebut mendapat lingkungan udara pengering yang sama dan konstan (Henderson dan Perry, 1976).





Keterangan :

- A - B : Periode pemanasan atau pendinginan
- B - C : Periode laju pengeringan tetap
- C - D : Periode laju pengeringan menurun secara kapiler
- D - E : Periode laju pengeringan menurun secara difusi

Gambar 1. Kurva laju pengeringan (Heldman dan Singh, 1981)

Pada periode laju pengeringan konstan, maka perubahan kadar air biji-bijian yang berada di dalam lapisan tipis dapat dihitung dengan persamaan (Brooker et al., 1974 ; Hall, 1980 ; Henderson dan Perry, 1976)

$$\frac{dW}{d\theta} = f_v A (P_e - P_a) = \frac{f A (t_a - t_e)}{h_{fg}} \quad (1)$$

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 semi teoritis empiris bertitik tolak dari anggapan bahwa pengeringan lapisan tipis beranalogi pada proses pindah panas pada benda dengan bentuk geometri beraturan tertentu.

### 3.1 Model Teoritis Pengeringan Lapisan Tipis

Brooker et al (1974), menyebutkan enam mekanisme untuk menjelaskan gerakan air di dalam bahan yang berpori :

1. Gerakan cairan karena gaya permukaan
2. Gerakan cairan karena perbedaan konsentrasi

3. Gerakan cairan karena difusi pada permukaan pori-pori
4. Gerakan uap karena perbedaan konsentrasi kelembaban
5. Gerakan uap karena perbedaan suhu
6. Gerakan uap dan air karena perbedaan tekanan total

Luikov di dalam Brooker et al (1974) mengembangkan model matematik untuk menjelaskan pengeringan dari bahan yang berpori dalam bentuk persamaan differensial :

$$\begin{aligned} \frac{\delta M}{\delta t} &= \nabla^2 K_{11} M + \nabla^2 K_{12} \theta + \nabla^2 K_{13} P \\ \frac{\delta \theta}{\delta t} &= \nabla^2 K_{21} M + \nabla^2 K_{22} \theta + \nabla^2 K_{23} P \\ \frac{\delta P}{\delta t} &= \nabla^2 K_{31} M + \nabla^2 K_{32} \theta + \nabla^2 K_{33} P \end{aligned} \quad (2)$$

Menurut Brooker et al. (1974) di dalam praktek pengeringan, gradien suhu dan tekanan total dalam persamaan (2) dapat diabaikan, sehingga persamaan (2) dapat disederhanakan menjadi :

$$\frac{\delta M}{\delta t} = \nabla^2 K_{11} M \quad (3)$$



Karena pada umumnya dapat dianggap bahwa pergerakan air di dalam bahan terjadi dengan proses difusi (cairan atau uap), maka koefisien  $K_{11}$  disebut juga dengan koefisien difusi  $D$ .

Untuk nilai  $D$  yang konstan, persamaan (3) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\frac{\delta H}{\delta t} = D \left[ \frac{\delta^2 H}{\delta r^2} + \frac{c}{r} \frac{\delta H}{\delta r} \right] \quad (4)$$

dimana  $c = 0$  untuk benda berbentuk lempeng tak terbatas,  $c = 1$  untuk benda berbentuk silinder dan  $c = 2$  untuk benda berbentuk bola, dan  $r$  adalah besar jari-jari atau setengah ketebalan bahan (Brooker et al., 1974).

Beberapa penyelesaian dari persamaan (4) untuk berbagai bentuk bahan yang beraturan telah banyak dipergunakan sebagai persamaan pengeringan untuk komoditi hasil pertanian. Whitsker dan Young (1972) menyelesaikan persamaan (4) dengan mengambil kondisi awal dan kondisi batas sebagai berikut :

- (a) Bahan yang dikeringkan mempunyai kadar air awal yang seragam.
- (b) Pada saat  $t = 0$ , permukaan bahan telah mencapai kesetimbangan dengan kondisi udara pengering.



(c) Untuk waktu  $t \geq 0$ , kondisi udara pengering selalu dijaga konstan.

Asumsi yang dipergunakan pada penyelesaian persamaan (4) adalah sebagai berikut :

- (a) Bahan yang dikeringkan dianggap homogen
- (b) Koefisien difusi massa bahan konstan.

Penyelesaian persamaan difusi yang menggambarkan pergerakan air dalam bahan dengan bentuk geometris lempeng tak terbatas, silinder tak terbatas, silinder terbatas dan bola adalah sebagai berikut :

(a) Untuk bentuk lempeng tak terbatas (LTT)<sup>a</sup>

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp(-(2n+1)^2 K t) \tag{5}$$

(b) Untuk bentuk silinder tak terbatas (STT)

$$MR = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\tau_n} \exp(-\tau_n^2 K t / \pi^2) \tag{6}$$

(c) Untuk bentuk silinder terbatas (ST)

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \left[ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\tau_n} d \exp(-\tau_n^2 K t / \pi^2) \right] x$$

<sup>a</sup> Singkatan di dalam tanda kurung akan digunakan untuk seterusnya.

Hal ini menunjukkan bahwa...  
 1. Diketahui...  
 2. Ditanyakan...  
 3. Diketahui...  
 4. Ditanyakan...  
 5. Diketahui...  
 6. Ditanyakan...  
 7. Diketahui...  
 8. Ditanyakan...  
 9. Diketahui...  
 10. Ditanyakan...

$$\left[ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left( -(2n+1)^2 K t \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right) \right] \quad (7)$$

(d) Untuk bentuk Bola

$$MR = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left( -n^2 K t \right) \quad (8)$$

dimana MR adalah rasio kadar air dan nilainya adalah :

$$MR = \frac{M_n - M_e}{M_o - M_e} \quad (9)$$

K adalah konstanta pengeringan yang dalam hal ini merupakan fungsi difusivitas dan geometris bahan ; Untuk bentuk geometris bahan LTT

$$K = \frac{D \pi^2}{l^2} \quad (10)$$

Untuk bentuk geometris STT, ST dan Bola

$$K = \frac{D \pi^2}{a^2} \quad (11)$$

$\tau_n$  adalah akar positif fungsi Bessel ordo nol jenis pertama. (Lampiran 1)

### 3.2 Model Semiteoritis Pengeringan Lapisan Tipis

Untuk menyederhanakan penyelesaian persamaan difusi pada pengeringan, para peneliti

telah berhasil menurunkan persamaan pengeringan lapisan tipis secara semiteoritis dan empiris.

Henderson dan Perry (1976) menggunakan model semiteoritis sebagai berikut :

$$\frac{M - M_e}{M_o - M_e} = A e^{k\theta} \quad (12)$$

dimana A adalah koefisien yang tergantung bentuk partikel yang besarnya :

$$\text{untuk lempeng} = 8\pi^2 = 0.810569$$

$$\text{untuk silinder} = (8\pi^{-2})^3 = 0.532527$$

$$\text{untuk bola} = (6\pi^{-2}) = 0.607927$$

Thompson (1967) menyarankan persamaan berikut untuk digunakan dalam pengeringan jagung pada selang suhu 60 - 149°C :

$$t = A \ln(MR) + B (\ln(MR))^2 \quad (13)$$

dimana  $A = 1.86178 + 0.00488 \theta$

$$B = 427.3640 \exp(-0.0330 \theta)$$

Menurut Thahir (1986) untuk pengeringan lapisan tipis gabah dengan menganggap migrasi air mengikuti pola difusi cairan pada bahan dengan bentuk geometris silindris.

- Untuk silinder tak terbatas

$$MR = 0.1969 \exp(-61.0808 X) + 0.7214$$

$$\exp(-5.9597) + 0.0817 \exp(-1340.68 X)$$

- Untuk bentuk silinder terbatas

$$MR = 0.1058 \exp(-1577.96 X) + 0.2633 \exp(-77.4943 X) + 0.6308 \exp(-8.9396 X)$$

### 3.3 Konstanta pengeringan dan kadar air kesetimbangan

Kadar air kesetimbangan suatu bahan dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang dapat dikeringkan di bawah kondisi pengeringan yang tetap atau pada suhu dan kelembaban nisbi yang tetap. Suatu bahan berada dalam keadaan setimbang dengan kondisi sekelilingnya bila laju kehilangan air dari bahan menuju udara sekeliling sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya. Bahan higroskopis akan melepaskan dan menyerap air untuk mencapai kadar air kesetimbangan ini.

Brooker et al. (1974) dan Hall (1980) menyatakan bahwa ada dua macam kadar air kesetimbangan yaitu kadar air kesetimbangan statis dan kadar air kesetimbangan dinamis.

Kadar air kesetimbangan statis menurut Henderson dan Perry (1976) merupakan fungsi dari kelembaban dan suhu, dengan persamaan sebagai berikut :



$$1 - RH = e^{-cTH} e^{-n} \quad (14)$$

dimana c dan n tergantung jenis komoditi yang dikeringkan. Harga c dan n untuk beberapa komoditi pertanian tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai c dan n beberapa komoditi\*)

Jenis komoditi	c	n
Kapas	$4.91 \times 10^{-5}$	1.70
Jagung pipil	$1.10 \times 10^{-5}$	1.90
Sorgum	$3.40 \times 10^{-5}$	2.31
Kedelai	$3.20 \times 10^{-5}$	1.52

\*) Hall (1957)

Nishimaya (1983) menyatakan bahwa kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) dapat dinyatakan sebagai fungsi dari selisih tekanan uap jenuh adiabatik dan tekanan uap dari udara, yaitu :

$$M_e = f(\Delta P) \quad (15)$$

dimana tekanan uap air (P) sebanding dengan selisih suhu termometer bola basah dan bola kering.

Supriyono (1989) menggunakan persamaan (15) untuk meregresikan nilai  $M_e$  dari kopi dan gabah. Supriyono mendapatkan nilai regresi  $M_e$  untuk kopi robusta berdasarkan bentuk lempeng tak terbatas dan bola sebagai berikut :

$$M_e = 11.1144 - 0.1412064 Z + 0.009892 Z^2$$

untuk  $9.3 \leq Z \leq 22.6$  dan

$$M_e = 3.37045 + 0.118716 Z - 0.007679 Z^2$$

untuk  $9.3 \leq Z \leq 22.6$

Thahir (1985) meregresikan nilai  $M_e$  untuk gabah berdasarkan bentuk silinder terbatas dan tak terbatas dan memperoleh nilai  $M_e$  sebagai berikut :

$$M_e = 18.619771 \exp(-0.0509853 \Delta T) \text{ dan}$$

$$M_e = 17.88875 \exp(-0.06061 \Delta T).$$

Konstanta pengeringan adalah fungsi difusivitas bahan dan merupakan penyederhanaan dalam memecahkan persamaan difusi. Banyak peneliti melaporkan bahwa konstanta pengeringan bervariasi terhadap suhu mengikuti persamaan Arrhenius (Brooker et al., 1974; Henderson dan Pabis, 1961). Asumsi yang digunakan untuk menduga nilai  $K$  adalah perubahan suhu bahan terhadap waktu dan suhu udara pengering adalah eksponensial.

$$K = C_1 \exp^{-(C_2)/T} \quad (16)$$

dimana  $C_1$  dan  $C_2$  merupakan konstanta yang nilainya tergantung dari jenis biji-bijian.

Supriyono (1989) mendapatkan nilai regresi  $K$  berdasarkan persamaan (16) untuk kopi robusta

berdasarkan bentuk lempeng tak terhingga dan bola sebagai berikut :

$$K = \exp (23.3242 - 8441.25/T) \text{ dan}$$

$$K = \exp (15.4323 - 5976.37/T)$$

Aluisius (1990) mendapatkan nilai  $K$  untuk coklat berdasarkan bentuk silinder tak terbatas dan bola sebagai berikut :

$$K = \exp (19.4800 - 6689.2026/T) \text{ dan}$$

$$K = \exp (19.4472 - 6911.8539/T).$$

#### D. KOMODITI KENTANG GORENG

##### 1. Industri Pengolahan Kentang

Sebagian besar komoditi kentang yang diperoleh di ladang disimpan dalam jangka waktu beberapa minggu sampai beberapa bulan. Produk akhir kentang yang mencapai konsumen adalah keripik, kentang goreng (*french fries*) dan *flake* dengan suhu penyimpanan berkisar  $4-7^{\circ}\text{C}$  (Woodroof, 1988).

Bentuk kentang hasil pengolahan yang paling populer adalah kentang goreng yang digoreng dalam bentuk potongan-potongan memanjang dan dipasarkan sebagai makanan kecil atau makanan pesanan di restoran-restoran swalayan. (Greenfield, 1984).



## 2. Kentang Goreng

Kentang goreng merupakan produk kentang beku yang penting dengan jumlah 85% dari total produksi. Prosentasi terbesar dari kentang goreng beku untuk pasar adalah pengemasan kentang goreng setengah matang untuk restoran dan institusi dagang dan siap untuk penggorengan akhir. Kentang yang digunakan untuk penggorengan harus memiliki kualitas setara dengan kualitas kentang untuk pembuatan keripik. Pengurangan kadar gula harus cukup rendah untuk menghindari hasil penggorengan yang berwarna gelap. Gravitasi spesifik yang rendah dari bahan merupakan hal yang paling disukai dengan faktor bentuk juga ikut menentukan (Smith, 1977).

Menurut Markakis (1975) kentang goreng tidak mengurangi kandungan protein dalam jumlah yang besar karena memiliki kandungan lisin yang tinggi dan dapat menutupi kekurangan lisin pada sereal.

## 3. Metode Penggorengan Kentang

Menurut McKenna (1981) penggorengan celup (deep frying) merupakan suatu unit operasi yang paling banyak dipakai untuk penyimpanan makanan baik di industri maupun di rumah tangga. Penggorengan celup

dapat diartikan sebagai suatu proses pemasakan dan pengeringan lewat kontak dengan minyak sehingga dalam hal ini melibatkan prinsip pindah panas dan pindah massa.

Penyimpanan kentang goreng untuk tujuan komersial biasanya dibagi dalam dua kali penggorengan. Penggorengan setengah matang untuk mencegah perubahan metabolisme yang tidak diinginkan dan kemudian dilanjutkan penggorengan matang berkisar beberapa jam sampai beberapa hari setelah pembelian. Penggorengan jenis ini banyak dilakukan karena menghasilkan kentang goreng berkualitas tinggi dan kemudahan penggorengan karena produk berada dalam kondisi setengah matang. (Greenfield, 1984).

#### 4. Vitamin C dalam Kentang Goreng

Menurut Artz et al. (1983) proses pengolahan yang melibatkan suhu tinggi seperti blansir uap, blansir air panas dan penggorengan akan menurunkan kandungan Vitamin C dalam produk kentang olahan. Kentang goreng ukuran kecil (*fried shoestring potatoes*) dapat mempertahankan kandungan vitamin C pada tingkat 75.4% - 84.6% (Bring, 1966).

Pelletier (1977) melaporkan bahwa kentang kupas utuh yang diblansir dengan air mendidih selama 25 - 30 menit dapat menahan kandungan vitamin C pada tingkat 66 - 77% sementara untuk kentang goreng (french fries) vitamin C dapat dipertahankan pada tingkat 66 sampai 80%.

Berdasarkan hasil penelitian Rognerud (1972) bahwa penurunan kemampuan bahan sayur-sayuran mempertahankan kandungan vitamin C selama pemanasan terlihat nyata dikarenakan oleh peluluhan. Susut yang dikarenakan oleh peluluhan dapat mencapai dua sampai tiga kali susut yang disebabkan oleh degradasi termal.

##### 5. Pengeringan Kentang Goreng

Hanson (1975) melaporkan bahwa Capossela et al. telah mengembangkan suatu prosedur baru dalam pengolahan kentang goreng yang dapat dikeringkan. Teknik ini memungkinkan penyimpanan produk kentang goreng tanpa pendinginan. Pada saat konsumsi terlebih dahulu dilakukan proses rehidrasi dan dilanjutkan dengan pemanasan dalam oven.

Lebih lanjut Hanson (1975) menjelaskan bahwa proses penggorengan akan menurunkan kadar air dalam bahan sebesar 50 - 55% basis basah. Setelah proses

penggorengan produk dapat dikeringkan dengan teknik pengeringan konvensional untuk menurunkan kadar air sampai kadar air yang aman untuk penyimpanan. Teknik pengeringan konvensional yang menggunakan prinsip konduksi, konveksi atau radiasi dilaporkan memberikan hasil yang memuaskan. Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa penurunan kadar air pada proses pengeringan setelah penggorengan mencapai 10 - 20% basis basah.

## 6. Rehidrasi

Luh dan Woodroof (1975) menyatakan bahwa proses rehidrasi sayur-sayuran yang dikeringkan sering memberikan hasil yang kurang memuaskan karena prosesnya tidak sesederhana kebalikan mekanisme pengeringan sebab lapisan paling luar mengalami tekanan yang cukup besar. Struktur bahan yang mengerut dan menciut tidak dapat kembali ke bentuk semula dan padatan dalam jaringan terbawa keluar sehingga tidak tinggal dalam jaringan selnya lagi.

Lebih lanjut Luh dan Woodroof menyebutkan bahwa perubahan tidak balik pada komponen koloidal dalam jaringan sayuran terjadi apabila bahan tersebut mengalami kontak yang lama dengan suhu tinggi walaupun tidak sampai mengalami penggorengan atau

perubahan warna. Elastisitas dinding sel dan daya serap merupakan dua hal penting dalam rehidrasi yang dipengaruhi oleh proses pengeringan.



#### IV. PENDEKATAN TEORITIS

##### A. MODEL PENGERINGAN

Model yang akan ditentukan nilai  $M_e$  dan  $K$  adalah model LTT, STT dan ST yang masing-masing ditunjukkan dalam persamaan (5), (6) dan (7). Ketiga persamaan tersebut secara umum dapat dituliskan dengan :

$$M_n = M_e + (M_o - M_e) \psi(K) = f(M_e, K) \quad (17)$$

dimana,  $\psi(K)$  merupakan ruas kanan dari persamaan (5) sampai (7).

Persamaan (17) merupakan model non linier, karena pada tiap suku kedua dan seterusnya yang dibentuk oleh variabel bebas ( $t$ ), terdapat dua parameter yang tidak diketahui besarnya yaitu  $M_e$  dan  $K$ . Salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk memecahkan model non linier adalah Metode Gauss-Newton (Magar, 1972 ; Spiegel, 1971). Metode Gauss-Newton pada dasarnya adalah merubah model non linier menjadi model linier dengan ekspansi deret Taylor, sehingga pada setiap suku hanya terdapat satu parameter yang tidak diketahui. Pada persoalan di atas, ekspansi deret Taylor akan menghasilkan persamaan sebagai berikut. :

$$f(M_e + \Delta M_e, K + \Delta K) = f(M_e, K) + \Delta M_e \frac{\partial f(M_e, K)}{\partial M_e} + \Delta K \frac{\partial f(M_e, K)}{\partial K} +$$

Fakultas Ilmu Teknologi Pangan dan Pertanian  
 Departemen Teknologi Pengolahan Pangan  
 Institut Pertanian Bogor  
 Jl. Raya Pajadjaran No. 1, Bogor, Jawa Barat 16151  
 Telp. (0251) 8622100  
 Email: ipb@ipb.ac.id

$$\frac{1}{2!} (\Delta Me)^2 \frac{\partial^2 f(Me, K)}{\partial Me^2} + \Delta Me \Delta K \left[ \frac{\partial f(Me, K)}{\partial Me} \cdot \frac{\partial f(Me, K)}{\partial K} \right] + \frac{1}{2!} (\Delta K)^2 \frac{\partial^2 f(Me, K)}{\partial K^2} + \dots \quad (18)$$

Suku-suku  $\frac{1}{2!} (\Delta Me)^2 \frac{\partial^2 f(Me, K)}{\partial Me^2} + \dots$ , dihilangkan

karena turunan partial kedua dari fungsi terhadap Me

$\left( \frac{\partial^2 f(Me, K)}{\partial Me^2} \right)$  atau turunan yang lebih tinggi lagi tidak

ada, sehingga persamaan (18) dituliskan menjadi :

$$f(Me+\Delta Me, K+\Delta K) = f(Me, K) + \Delta Me \frac{\partial f(Me, K)}{\partial Me} + \Delta K \frac{\partial f(Me, K)}{\partial K} \quad (19)$$

Persamaan (19) telah menjadi bentuk linier dan untuk menyelesaikan persamaan tersebut digunakan Metode Kuadrat Terkecil (Chittenden dan Hustrulid, 1966; Stoecker, 1971). Prinsip dari Metode Kuadrat Terkecil adalah mencari jumlah kuadrat minimum dari selisih antara kadar air hasil percobaan terhadap kadar air hasil perhitungan dengan persamaan (19) sebanyak  $i$  kali pengukuran. Secara matematis hal ini dinotasikan sebagai berikut :

$$F(Me+\Delta Me, K+\Delta K) = \sum_{n=1}^i \left[ H_n - f_n(Me+\Delta Me, K+\Delta K) \right]^2$$



$$= \sum_{n=1}^i \left[ M_n - f_n(Me, K) - \Delta Me \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} - \Delta K \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial K} \right]^2 \quad (20)$$

-----> minimum

dimana :  $M_n$  adalah kadar air hasil percobaan (% bk)

$n$  adalah indeks perhitungan/pengukuran ke- $n$

Agar persamaan (20) minimum maka harus dipenuhi syarat:

$$\frac{\partial F(Me+\Delta Me, K+\Delta K)}{\partial \Delta Me} = \frac{\partial F(Me+\Delta Me, K+\Delta K)}{\partial \Delta K} = 0$$

dan nilai dari :

$$\frac{\partial F(Me+\Delta Me, K+\Delta K)}{\partial \Delta Me} = -2 \sum_{n=1}^i \left[ M_n - f_n(Me, K) - \Delta Me \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} - \Delta K \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial K} \right] \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} = 0$$

$$= \sum_{n=1}^i \left[ M_n - f_n(Me, K) \right] \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} - \sum_{n=1}^i \Delta Me \left[ \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} \right]^2$$

$$- \sum_{n=1}^i \Delta K \left[ \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial K} \cdot \frac{\partial f_n(Me, K)}{\partial Me} \right] = 0$$



$$\sum_{n=1}^i \left[ H_n - f_n(He, K) \right] \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial He} = \sum_{n=1}^i \Delta He \left[ \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial He} \right]^2 + \sum_{n=1}^i \Delta K \left[ \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} \cdot \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial He} \right] \quad (21)$$

$$\frac{\partial F(He + \Delta He, K + \Delta K)}{\partial \Delta K} = -2 \sum_{n=1}^i \left[ H_n - f_n(He, K) - \Delta He \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial He} - \Delta K \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} \right] \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} = 0$$

$$\sum_{n=1}^i \left[ H_n - f_n(He, K) \right] \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} = \sum_{n=1}^i \Delta K \left[ \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} \right]^2 + \sum_{n=1}^i \Delta He \left[ \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial He} \cdot \frac{\partial f_n(He, K)}{\partial K} \right] \quad (22)$$

dimana :

- Untuk model LTT

$$\frac{\partial F(He, K)}{\partial He} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[ -(2n+1)^2 Kt \right] \quad (23)$$

$$\frac{\partial F(He, K)}{\partial K} = -(H_0 - He) \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} t \exp \left[ -(2n+1)^2 K t \right] \quad (24)$$

- Untuk model STT

$$\frac{\partial f(M_e, K)}{\partial M_e} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\tau_n} \exp \left[ -\tau_n^2 K t / \pi^2 \right] \quad (25)$$

$$\frac{\partial f(M_e, K)}{\partial K} = - (M_0 - M_e) \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} t \exp \left[ -\tau_n^2 K t / \pi^2 \right] \quad (26)$$

- Untuk model ST

$$\frac{\partial f(M_e, K)}{\partial M_e} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[ -(2n+1)^2 K t \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right] - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\tau_n} \exp \left[ -\tau_n^2 K t / \pi^2 \right] \quad (27)$$

$$\frac{\partial f(M_e, K)}{\partial K} = - (M_0 - M_e) \frac{8}{\pi^2} \left[ \left( \frac{a}{l} \right)^2 \sum_{n=0}^{\infty} t \exp \left[ -(2n+1)^2 K t \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right] - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\tau_n} \exp \left[ -\tau_n^2 K t / \pi^2 \right] \right] - (M_0 - M_e) \frac{8}{\pi^2} \left[ \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} t \exp \left[ -\tau_n^2 K t / \right]$$



$$\pi^2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[ -(2n+1)^2 Kt \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right] \quad (28)$$

Untuk menyelesaikan persamaan (21) dan (22) digunakan metode penyapuan Gauss-Yordan. Persamaan (21) dan (22) dapat disederhanakan menjadi :

$$\begin{aligned} \Delta Me R_1 + \Delta K S_1 &= X_1 \\ \Delta Me R_2 + \Delta K S_2 &= X_2 \end{aligned} \quad (29)$$

Bila disusun dalam bentuk matriks menjadi :

$$\begin{bmatrix} S_1 & R_1 \\ S_2 & R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta K \\ \Delta Me \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (30)$$

Dilakukan pengolahan baris terhadap matriks (30), sehingga diperoleh :

$$\begin{bmatrix} 1 & R_1/S_1 \\ 0 & (R_2 - R_1/S_1 \times S_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta K \\ \Delta Me \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1/S_1 \\ (X_2 - X_1/S_1 \times S_2) \end{bmatrix} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} \text{Bila : } R_1' &= R_1/S_1 & R_2' &= (R_2 - R_1/S_1 \times S_2) \\ X_1' &= X_1/S_1 & X_2' &= (X_2 - X_1/S_1 \times S_2) \end{aligned}$$

maka matriks (31) dapat dituliskan sebagai matriks :

$$\begin{bmatrix} 1 & R_1' \\ 0 & R_2' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta K \\ \Delta Me \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1' \\ X_2' \end{bmatrix} \quad (32)$$

Dilakukan pengolahan baris kembali terhadap matriks (32), sehingga diperoleh :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta K \\ \Delta Me \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (X_1' - X_2'/R_2' - R_1') \\ X_2'/R_2' \end{bmatrix} \quad (33)$$

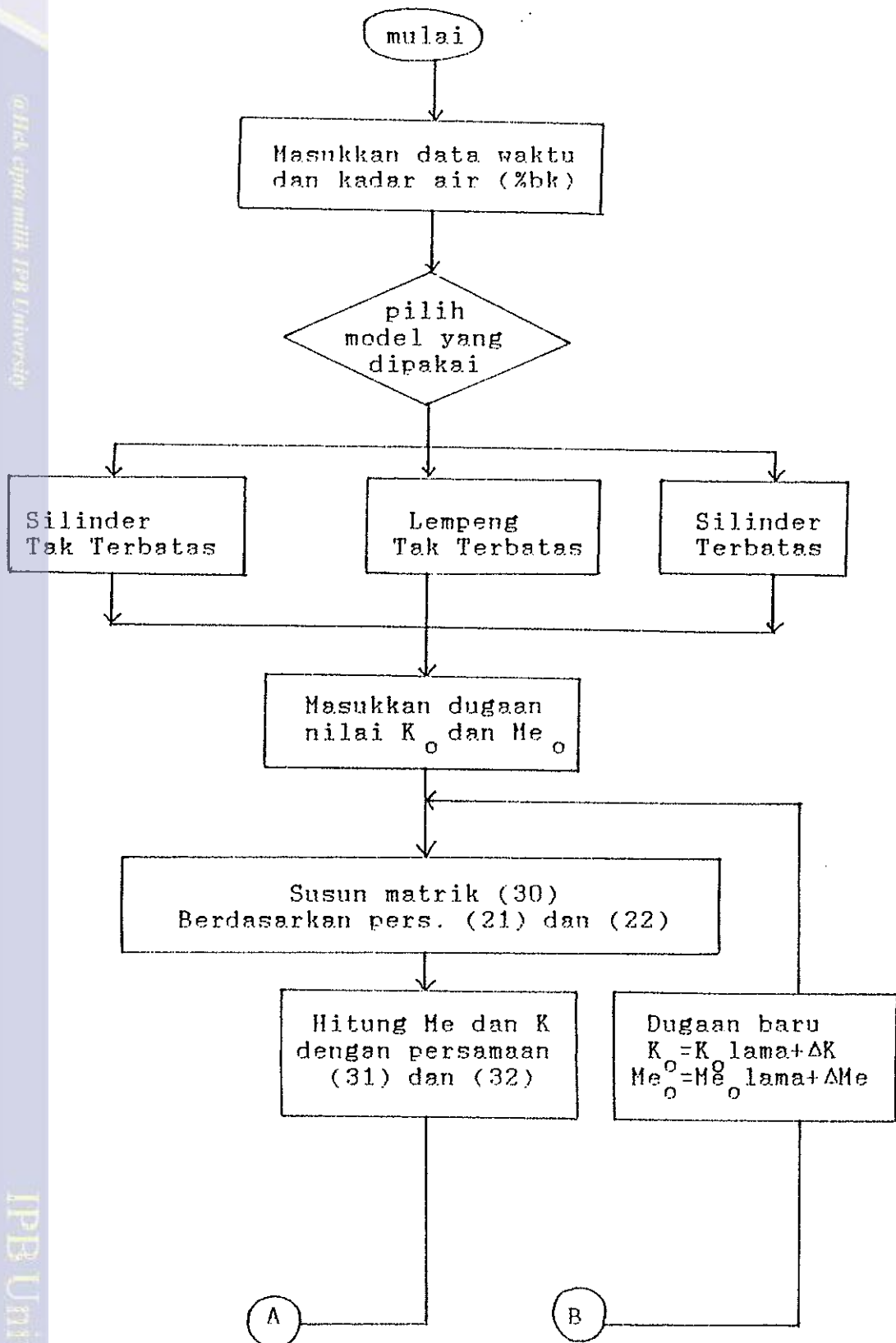
Tujuan dari metode Gauss-Yordan di atas adalah menghitung nilai  $\Delta Me$  dan  $\Delta K$ . Agar perhitungan dengan persamaan (29) dan (33) dapat dilaksanakan, maka diberi nilai dugaan awal  $K_0$  dan  $Me_0$  pada persamaan (17). Bila nilai dugaan awal sesuai maka nilai  $\Delta K$  dan  $\Delta Me$  akan konvergen ke nol. Bila nilai  $\Delta K/K_0$  dan  $\Delta Me/Me_0$  masih lebih besar dari  $1 \times 10^{-6}$ , maka diberi nilai dugaan  $K_0$  dan  $Me_0$  yang baru yaitu :

$$K_0 \text{ baru} = \Delta K + K_0 \text{ lama}$$

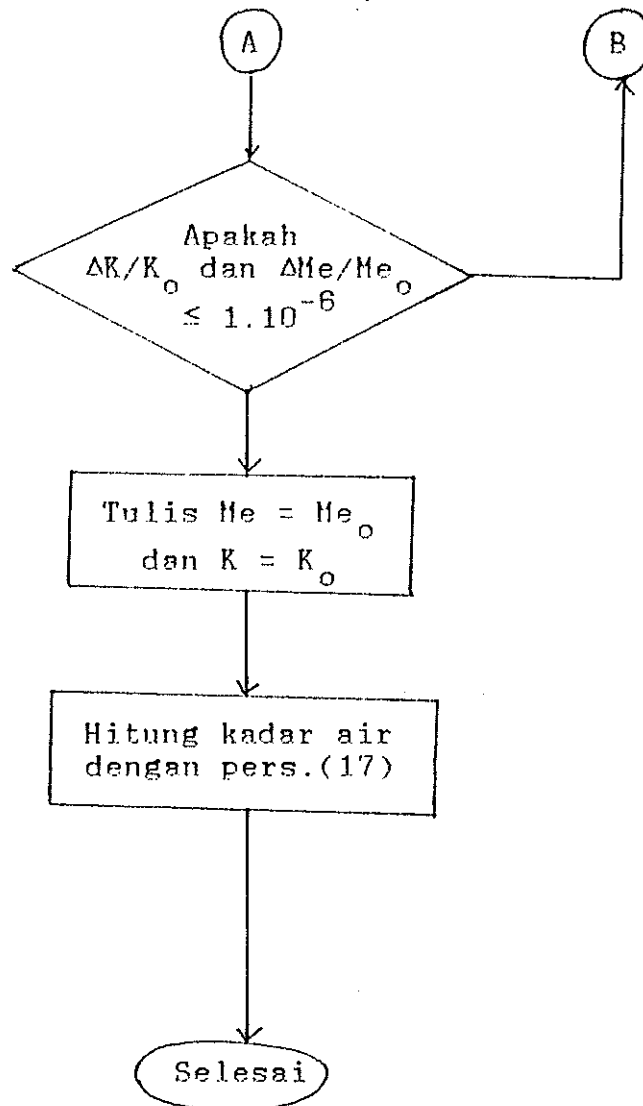
$$Me_0 \text{ baru} = \Delta Me + Me_0 \text{ lama}$$

Bila nilai  $\Delta K/K_0$  dan  $\Delta Me/Me_0$  sudah lebih kecil dari  $1 \times 10^{-6}$ , maka perhitungan berhenti dan nilai  $K = K_0$  serta  $Me = Me_0$ . Perhitungan dilakukan dengan program komputer Turbo Pascal. Bagan alir program komputer untuk menentukan nilai  $K$  dan  $Me$  dapat dilihat pada Gambar 2 sedangkan program selengkapnya disajikan pada Lampiran 2.









Gambar 2. Bagan alir program komputer untuk menentukan nilai K dan Me

## B. UJI KEABSAHAN MODEL

Dalam menentukan model pengeringan yang dipergunakan maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing model. Pengujian ini untuk mengetahui ketepatan model dalam menggambarkan penampilan pengeringan dengan membandingkan kurva pengeringan hasil percobaan dan hasil perhitungan dengan model tertentu.

Metode pengujian keabsahan model dilakukan dengan uji kebaikan suai. Secara berturut-turut pengujian data percobaan dengan hasil perhitungan diberikan sebagai berikut (Walpole, 1988) :

1.  $H_0 = o_i = e_i$
2. Taraf keberartian,  $\alpha = 0.005$
3. Khi-kuadrat, 
$$X^2 = \sum_{n=1}^n ((o_i - e_i)^2 / e_i)$$
4. Daerah penolakan  $H_0$  adalah :  

$$X^2 \geq X^2_{(0.005, v)}$$
 dengan derajat bebas  $v = n-1$

## C. MODEL PENURUNAN MUTU

Menurut Heldman dan Singh (1981) faktor terpenting dalam mempelajari laju reaksi selama pengolahan pangan adalah pengaruh suhu terhadap reaksi tersebut. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menggambarkan pengaruh suhu adalah persamaan Arrhenius. Persamaan

(34) menyatakan pengaruh suhu terhadap konstanta laju reaksi k :

$$\frac{d(\ln k)}{dT} = \frac{E_a}{RT^2} \quad (34)$$

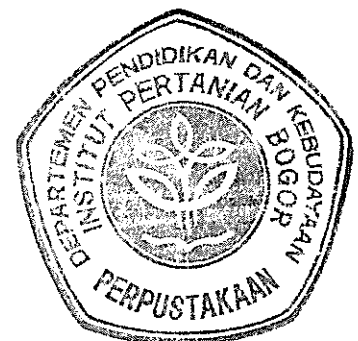
dimana T adalah suhu absolut ( $^{\circ}\text{K}$ ) dan  $E_a$  adalah energi aktivasi. Thijssen dan Kerkhof di dalam Hoyem dan Kvale (1977) merumuskan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$k_i = A_i \exp(-E_i/RT) \quad (35)$$

Lebih lanjut Heldman dan Singh (1981) mengintegrasikan persamaan (34) menjadi :

$$\ln k = - \frac{E_a}{RT} + \ln B \quad (36)$$

dimana B adalah konstanta integral dan biasa disebut faktor frekwensi dalam persamaan Arrhenius.



#### IV. METODE PENELITIAN

##### A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor dalam Laboratorium Pilot Plant dan Laboratorium Rekayasa Proses Pangan. Penelitian ini berlangsung selama 2 bulan yang dimulai pada bulan Mei 1993 hingga bulan Juni 1993.

##### B. BAHAN DAN ALAT

###### 1. Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kentang segar (*Solanum tuberosum*) varietas Herta yang diperoleh dari PT. Kemchick, Jakarta.
2. Kentang goreng siap konsumsi yang diperoleh dari restoran-restoran yang ada di Bogor dan Jakarta.
3. Minyak goreng kedelai merk Happy Salad Oil sebagai medium penggorengan celup
4. Bahan kimia untuk mencegah pencoklatan yaitu sodium bisulfat dan bahan kimia untuk mengokohkan bentuk yaitu calcium klorit yang diperoleh di toko bahan kimia di Bogor.

Hal yang diteliti dalam penelitian ini adalah pengaruh suhu, waktu, dan jenis minyak goreng terhadap kandungan gizi dan organoleptik kentang goreng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu, waktu, dan jenis minyak goreng terhadap kandungan gizi dan organoleptik kentang goreng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu, waktu, dan jenis minyak goreng terhadap kandungan gizi dan organoleptik kentang goreng.

## 2. Alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

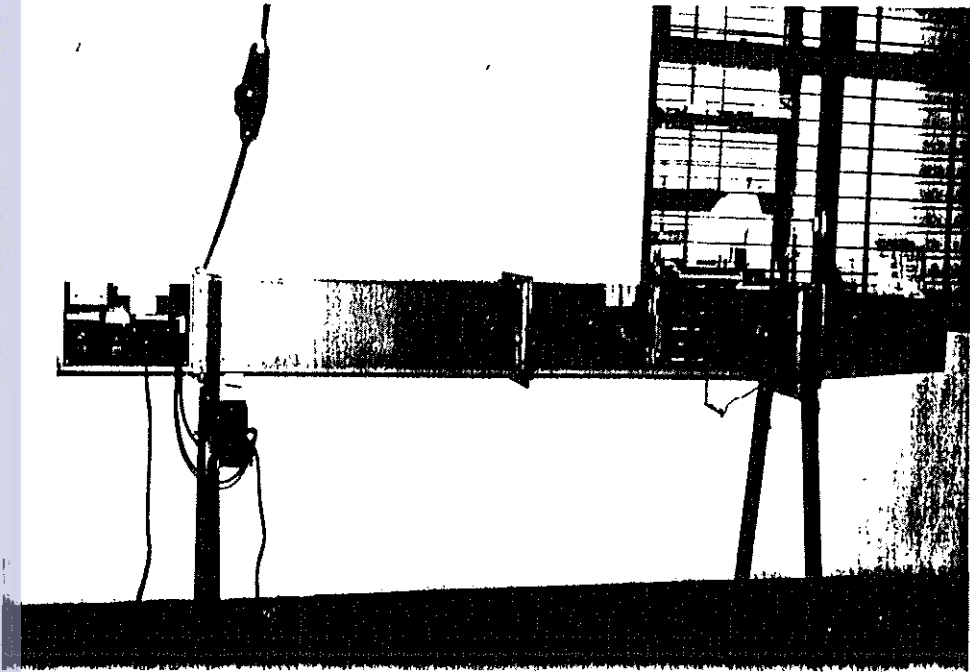
1. Tray Drier merk Armfield tipe HOP 8 (Gambar 3.) dengan airflow meter (Gambar 4.) dan termometer bola basah dan kering (Gambar 5.)
2. Unit penggorengan celup (deep fat frier)
3. Oven untuk pemanasan kentang goreng rehidrasi dan penentuan kadar air awal bahan.
4. Alat blansir (Gambar 6.)
5. Stopwatch
6. Neraca
7. Pisau, wadah plastik, penjepit, panci dan lain-lain

## C. METODOLOGI

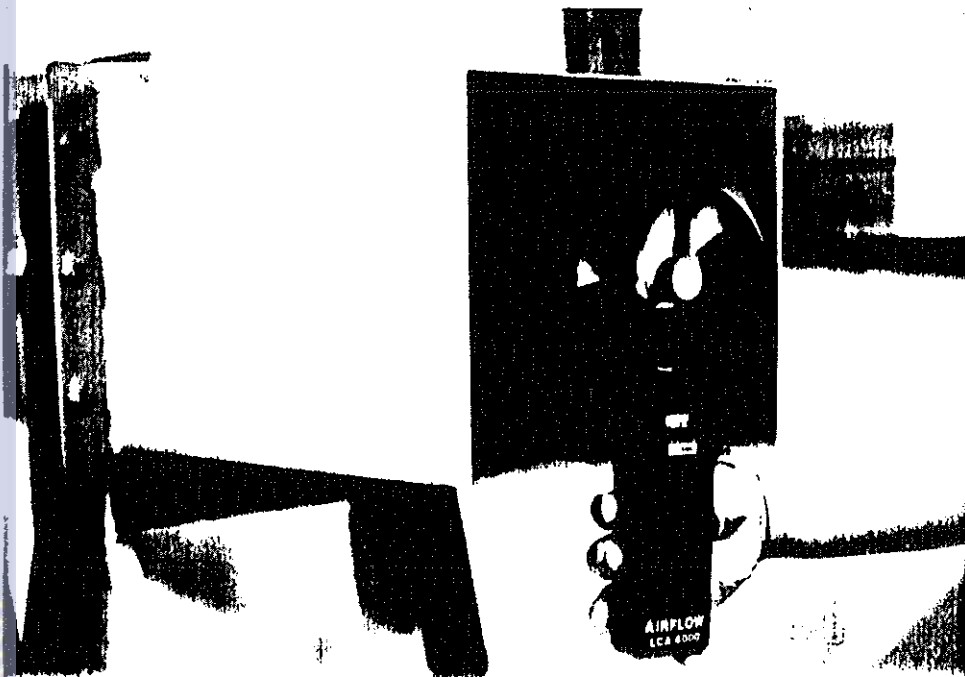
### 1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pengeringan kentang goreng dapat dilihat pada Gambar 7. Perbedaan pengolahan kentang goreng dengan proses pendahuluan pengeringan dan pembekuan terletak pada :

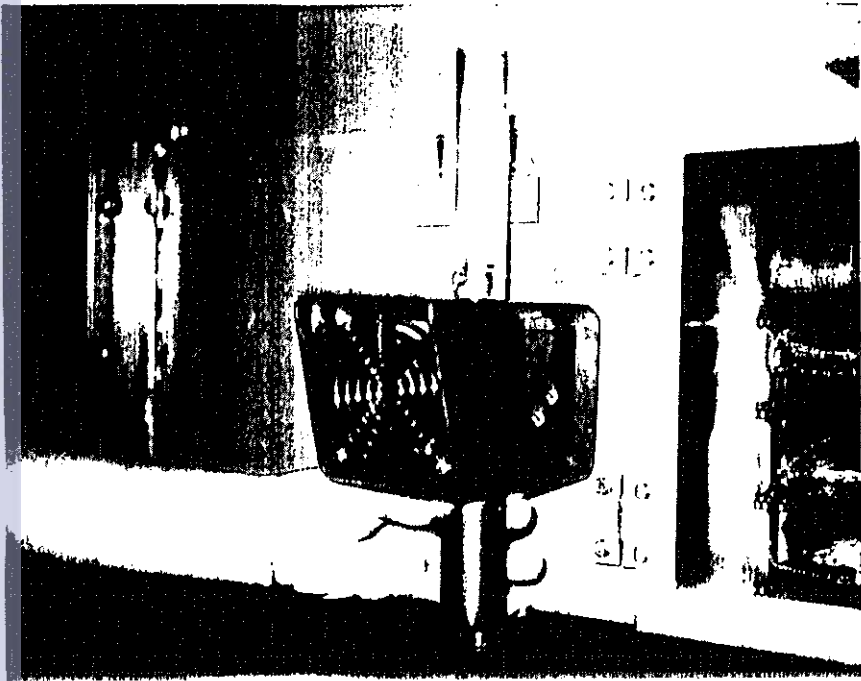
1. Penggorengan awal pada suhu  $175^{\circ}\text{C}$ , 3-4 menit.
2. Pembekuan.
3. Penggorengan akhir pada suhu  $190^{\circ}\text{C}$ , selama 2 - 3.5 menit pada saat akan dikonsumsi.



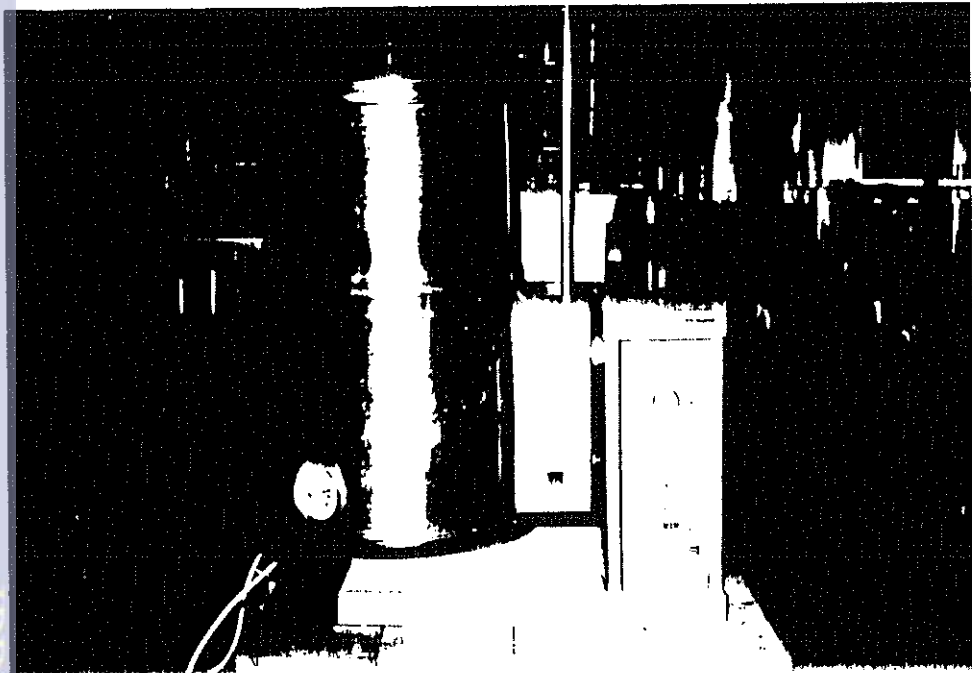
Gambar 3. Tray Drier Tipe UOP 8



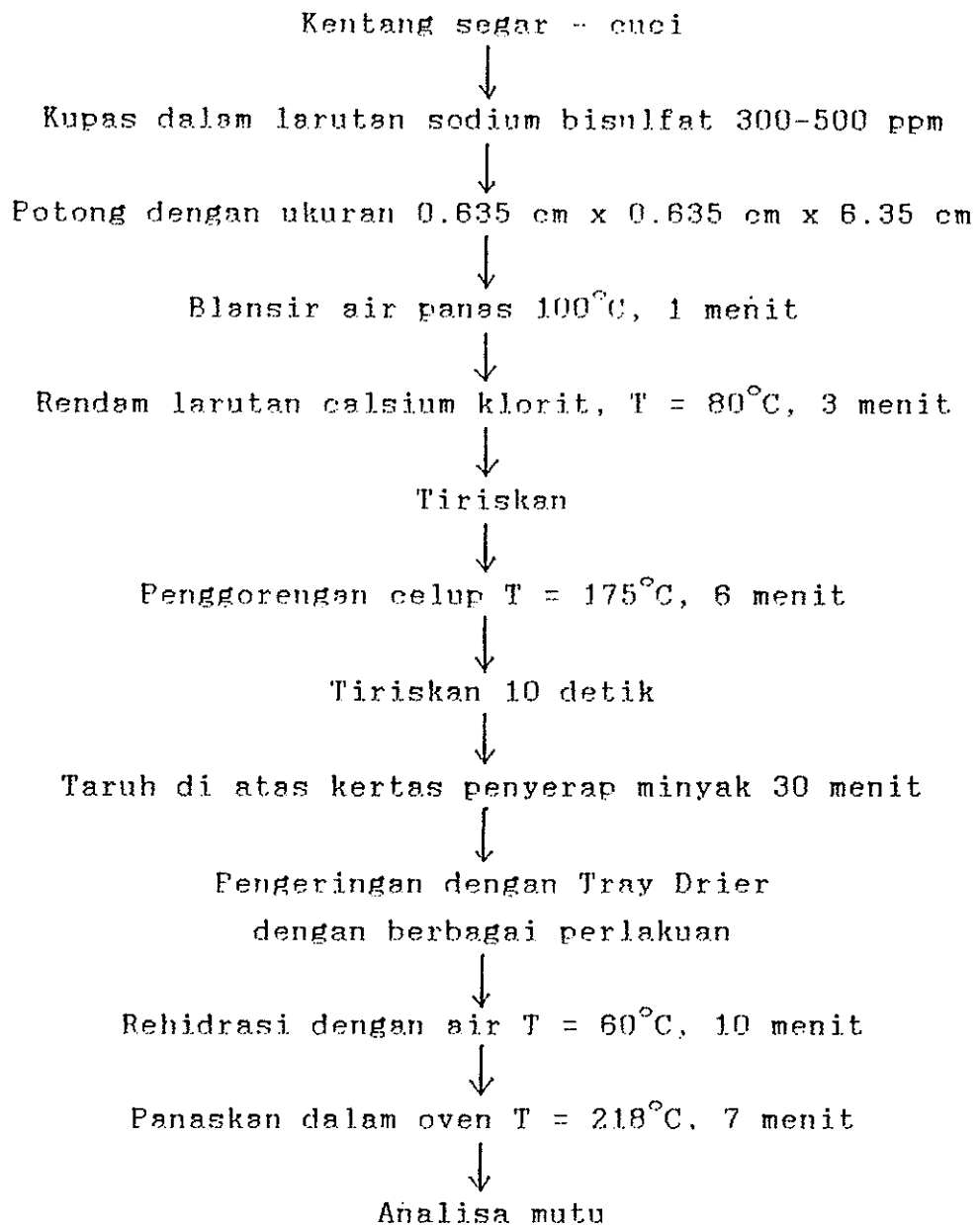
Gambar 4. Pengukur Kecepatan Aliran Udara



Gambar 5. Termometer Bola Basah dan Bola Kering



Gambar 6. Alat Blansir



Gambar 7. Bagan alir pengeringan kentang goreng



## 2. Pengukuran dan Pengamatan

### 1. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Penentuan laju pengeringan kentang goreng pada berbagai tingkat suhu dan kecepatan udara pengering dengan

1. Mengikuti penurunan berat bahan dengan penimbangan berat setiap 15 menit pada 2 jam pertama dan tiap 30 menit untuk jam berikutnya sampai kadar air sekitar 7-10 % basis basah.

2. Mengukur suhu udara pengering dan suhu udara keluar bahan setiap interval waktu 15 menit pada 2 jam pertama dan tiap 30 menit untuk 30 menit berikutnya.

3. Membuat grafik karakteristik pengeringan

a. Hubungan antara kadar air bahan (% basis kering) terhadap waktu pengeringan pada kecepatan aliran konstan dan pada suhu pengering konstan.

b. Hubungan antara laju pengeringan (% bk/menit) terhadap waktu pengeringan

pada kecepatan aliran udara konstan dan pada suhu pengering konstan.

- c. Hubungan antara laju pengeringan (% bk/menit) terhadap kadar air bahan (% basis kering) pada kecepatan aliran udara konstan dan pada suhu pengering konstan.

b. Kadar air

1. Kadar air awal bahan diukur dengan metode oven

$$\% \text{bb} = \frac{b - (c - a)}{b - a} \quad (37)$$

Ket : a = Berat cawan  
b = Berat cawan dan bahan awal  
c = Berat cawan dan bahan akhir

2. Kadar air akhir bahan ditentukan sebagai berikut:

$$\% \text{bb} = \frac{\{B_{ak} - (B_{aw} - (B_{aw} \times ka_{aw}))\}}{B_{ak}} \quad (38)$$

Ket :  $B_{ak}$  = Berat bahan akhir pengeringan  
 $B_{aw}$  = Berat bahan awal pengeringan  
 $ka_{aw}$  = Kadar air awal bahan

Perhitungan perubahan kadar air adalah sebagai berikut :

$$MB_i = MK_i - MW \quad (39)$$

$$A_o = KA_o \times MB_o / 100 \quad (40)$$

$$P = MB_o - A_o \quad (41)$$

$$A_i = MB_i - P \quad (42)$$

$$KA_i = A_i / MB_i \times 100 \quad (43)$$

$$M_i = A_i / P \times 100 \quad (44)$$

$$LP_B = (KA_{(i-1)} - KA_i) / (t_i - t_{(i-1)}) \quad (45)$$

$$LP_K = (M_{(i-1)} - M_i) / (t_i - t_{(i-1)}) \quad (46)$$

Dari hasil pengukuran laju pengeringan dan kadar air diteruskan penentuan kadar air keseimbangan ( $M_e$ ) dan koefisien pengeringan ( $K$ ) dengan menggunakan program komputer. Dari hasil tersebut dibentuk model pengeringan kentang goreng dengan persamaan -persamaan regresi.

#### c. Koefisien Rehidrasi

Koefisien rehidrasi ditentukan dengan cara sebagai berikut :

- Timbang sejumlah sampel kentang goreng hasil pengeringan.
- Sampel direhidrasi dengan air pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 10 menit.
- Angkat sampel dan tiriskan
- Panaskan sampel dalam oven dengan suhu  $218^{\circ}\text{C}$  selama 7 menit.
- Angkat sampel dari oven dan dinginkan.
- Timbang berat sampel setelah dikeluarkan dari oven.



$$\text{- Koef. rehidrasi} = \frac{\text{Berat setelah dari oven}}{\text{Berat sampel mula-mula}} \quad (47)$$

## 2. Analisa Mutu

Analisa mutu yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan menentukan persamaan regresi perubahan mutu kentang goreng sebagai fungsi dari suhu pengering ( $T$ ) pada berbagai kondisi pengeringan. Untuk mengetahui nilai mutu produk hasil penelitian ini maka dilakukan 2 perbandingan mutu

1. Mutu kentang goreng kering dengan kentang beku standar.
2. Mutu kentang rehidrasi dari kentang goreng kering dengan kentang hasil penggorengan kentang beku standar

Analisa mutu kentang goreng meliputi :

### a. Kadar Air (AOAC 1970, Rangana, 1979)

- Timbang contoh yang telah berupa serbuk atau bahan yang telah dihaluskan sebanyak 1-2 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
- Kemudian keringkan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 3-5 jam tergantung bahannya. Kemudian dinginkan dalam eksikator

dan ditimbang. Panaskan lagi dalam oven 30 menit, dinginkan dalam eksikator dan ditimbang; perlakuan ini diulangi sampai tercatat berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0.2 mg)

- Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan.

b. Kadar Lemak dengan Soxhlet (Woodman, 1941)

- Timbang dengan teliti 2 g bahan yang telah dihaluskan (sebaiknya kering dan lewat 40 mesh). Campur dengan pasir yang telah dipijarkan sebanyak 8 g dan masukkan ke dalam tabung ekstraksi soxhlet dalam *thimble*
- Alirkan air pendingin melalui kondensator
- Pasang tabung ekstraksi pada alat Soxhlet dengan pelarut petroleum ether secukupnya selama 4 jam. Setelah residu dalam tabung ekstraksi diaduk, ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama.
- Petroleum ether yang telah mengandung ekstrak lemak dan minyak dipindahkan ke dalam botol timbang yang bersih dan diketahui beratnya kemudian uapkan dengan pemanas air sampai agak pekat. Teruskan pengeringan oven  $100^{\circ}\text{C}$  sampai berat konstan.



- Berat residu dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak dan minyak.

c. Vitamin C. Cara titrasi Yodium (Jacobs).

- Timbang 200-300 g bahan dan hancurkan dalam *waring blender* sampai diperoleh *slurry*. Timbang 10-30 g *slurry* masukkan ke dalam labu takar 100 ml dan tambahkan aquades sampai tanda. Saring dengan *krus goach* atau dengan sentrifus untuk memisahkan filtratnya
- Ambil 5-25 ml filtrat dengan pipet dan masukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml. Tambah 2 ml larutan amilum 1% dan tambahkan 20 ml aquades kalau perlu
- Kemudian titrasi dengan 0.01 N standard yodium.

- Perhitungan :

$$1 \text{ ml } 0.01 \text{ N yodium} = 0.88 \text{ mg asam askorbat}$$

d. Penentuan Asam Lemak Bebas (FFA)

(Mehlenbacher, 1960)

- Bahan harus diaduk merata dan berada dalam keadaan cair pada waktu diambil contohnya. Timbang sebanyak  $28,2 \pm 0,2$  g contoh dalam erlenmeyer. Tambahkan 50 mg alkohol netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP).



- Titrasi dengan larutan 0.1 N NaOH yang telah distandardisasi sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik.
- Persen asam lemak bebas dinyatakan sebagai linoleat pada minyak kedelai dengan berat molekul 278.
- Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA :

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times \text{BH Linoleat}}{\text{berat contoh} \times 1000} \times 100 \quad (48)$$

Analisa vitamin C, kadar lemak dan asam lemak bebas (FFA) dilakukan di Laboratorium Bangsa1 Percontohan dan Pengolahan Hasil Pertanian (AP4) Institut Pertanian Bogor

#### e. Uji organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji perbandingan jamak, dengan prosedur berikut :

- Kentang goreng hasil pengeringan dari ke-16 sampel direhidrasi dan dipanaskan di dalam oven sesuai prosedur pada Gambar 7.
- Semua sampel disajikan secara bersamaan dengan satu sampel kentang goreng yang berasal dari rumah makan sebagai standar.
- Sebanyak 15 panelis diminta memberikan skor berdasarkan skala kelebihan yaitu lebih baik



atau lebih buruk dari standar.

- Untuk masing-masing sampel diberi skor terhadap 4 parameter yaitu : aroma, tekstur, warna dan rasa dengan skala perbandingan dan skala numerik seperti terlihat pada Tabel 4.
- Skor tersebut diisikan ke dalam kartu skor yang dibagikan bagi masing-masing panelis.
- Hasil uji organoleptik perbandingan jamak dianalisa secara statistik. Jika interaksi antar taraf perlakuan dalam kombinasi perlakuan memberikan hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) terhadap tiap perlakuan.

Tabel 4. Skala Perbandingan dan Skala Numerik Uji Organoleptik Perbandingan Jamak

Skala Perbandingan	Skala Numerik
Amat sangat lebih baik	1
Sangat lebih baik	2
Lebih baik	3
Agak lebih baik	4
Sama	5
Agak lebih buruk	6
Lebih buruk	7
Sangat lebih buruk	8
Amat sangat lebih buruk	9

\*)Soekarto (1981)



#### D. PERLAKUAN

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini terdiri dari perbedaan suhu udara pengering dan perbedaan kecepatan udara pengering. Faktor suhu terdiri dari 4 taraf dan faktor kecepatan udara juga terdiri dari 4 taraf. Masing-masing taraf suhu dan kecepatan udara dikombinasikan satu sama lain sehingga diperoleh 16 perlakuan.

##### 1. Suhu Udara Pengering

Perbedaan suhu yang diberikan pada penelitian ini adalah 4 yang masing-masing diberi kode  $A_1, A_2, A_3$  dan  $A_4$  yaitu :

$A_1$  = Suhu udara pengering  $40^\circ\text{C}$

$A_2$  = Suhu udara pengering  $45^\circ\text{C}$

$A_3$  = Suhu udara pengering  $50^\circ\text{C}$

$A_4$  = Suhu udara pengering  $55^\circ\text{C}$

##### 2. Kecepatan Aliran Udara Pengering

Perbedaan kecepatan udara pengering yang diberikan pada penelitian ini terdiri dari 4 yang masing-masing diberi kode  $B_1, B_2, B_3$  dan  $B_4$

$B_1$  = Kecepatan udara pengering 1.0 m/det

$B_2$  = Kecepatan udara pengering 1.5 m/det

$B_3$  = Kecepatan udara pengering 2.0 m/det

$B_4$  = Kecepatan udara pengering 2.5 m/det

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. KARAKTERISTIK PENGERINGAN LAPISAN TIPIS

#### 1. Perubahan Kadar Air terhadap Waktu

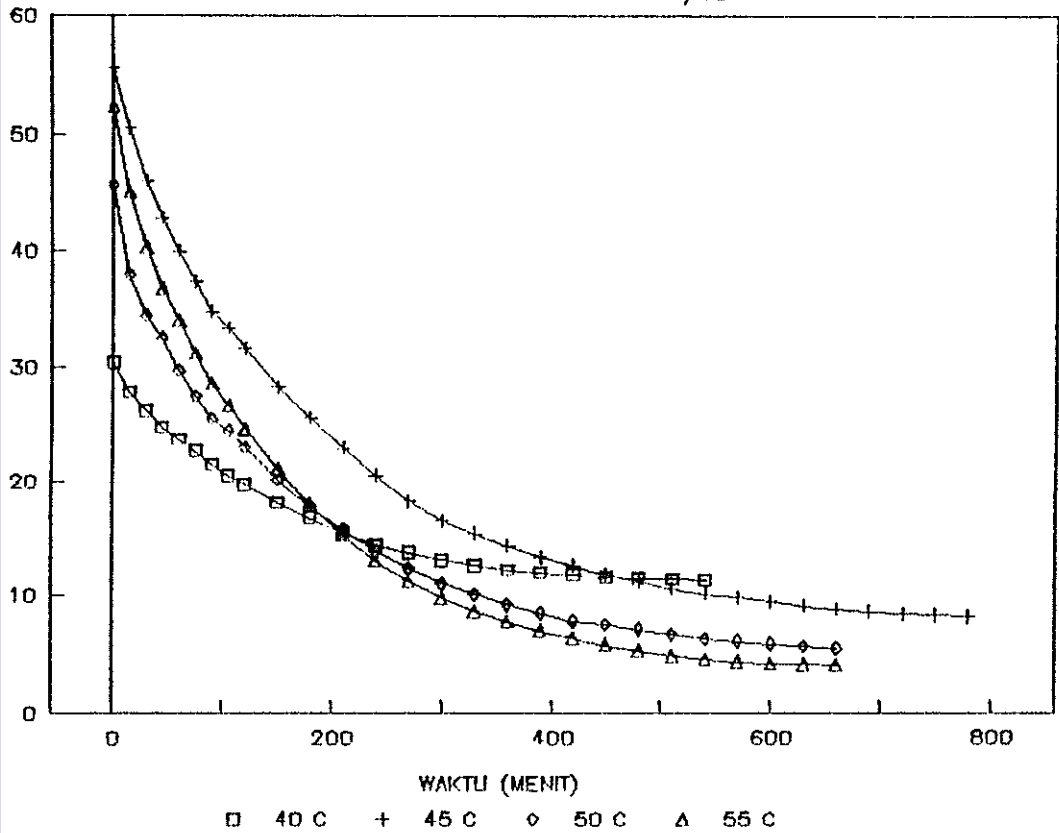
Dengan program komputer pada Lampiran 2. diperoleh perubahan kadar air (% bk) terhadap waktu (menit) untuk masing-masing kondisi pengeringan seperti terlihat pada Lampiran 3. Kurva penurunan kadar air kentang goreng selama proses pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara pengering konstan dapat dilihat pada Gambar 8. sampai Gambar 11., sedangkan Gambar 12. sampai Gambar 15. adalah kurva penurunan kadar air kentang goreng terhadap waktu pada suhu pengering konstan.

Secara umum kurva penurunan kadar air terhadap waktu berbentuk eksponensial baik pada kecepatan aliran udara konstan maupun suhu pengering konstan. Kurva penurunan kadar air terlihat curam pada awal pengeringan kemudian menjadi landai dan mendekati horizontal pada akhir pengeringan. Hal ini disebabkan karena pada awal pengeringan terdapat massa air yang cukup pada permukaan dan semakin berkurang sesuai dengan waktu pengeringan.

Pada kurva penurunan kadar air terhadap waktu tidak terlihat bagian kurva dengan kemiringan yang

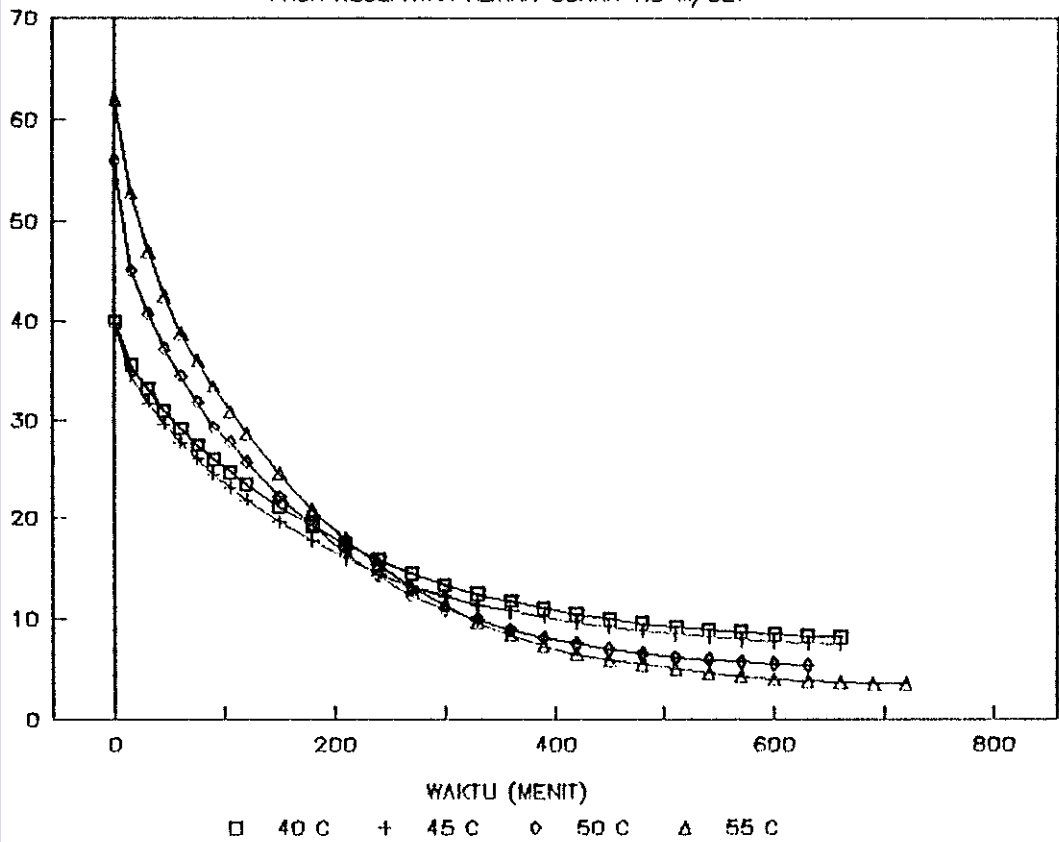
Hal ini disebabkan karena...  
1. Dilihat terhadap...  
2. Pengeringan...  
3. Perubahan...  
4. Dilihat...  
5. Pengeringan...  
6. Perubahan...  
7. Dilihat...  
8. Pengeringan...  
9. Perubahan...  
10. Dilihat...  
11. Pengeringan...  
12. Perubahan...  
13. Dilihat...  
14. Pengeringan...  
15. Perubahan...  
16. Dilihat...  
17. Pengeringan...  
18. Perubahan...  
19. Dilihat...  
20. Pengeringan...  
21. Perubahan...  
22. Dilihat...  
23. Pengeringan...  
24. Perubahan...  
25. Dilihat...  
26. Pengeringan...  
27. Perubahan...  
28. Dilihat...  
29. Pengeringan...  
30. Perubahan...

## GRAFIK KADAR BASIS KERING VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1.0 M/DEK



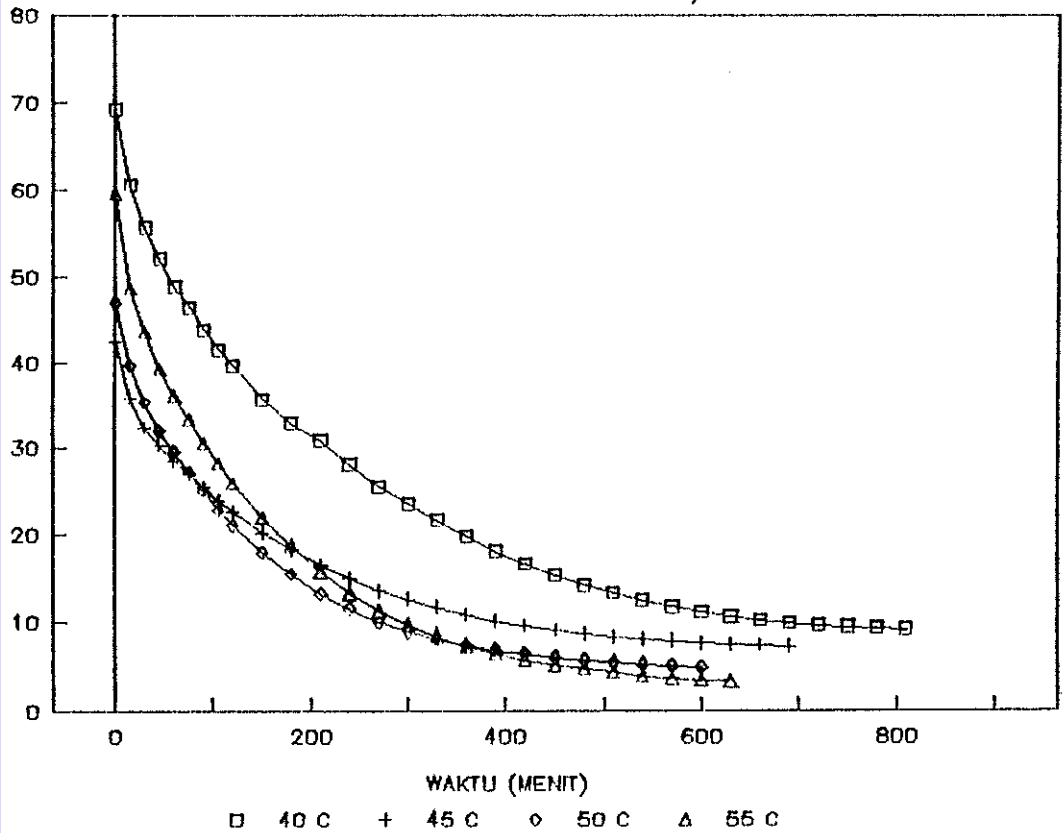
Gambar 8. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

## GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1.5 M/DET



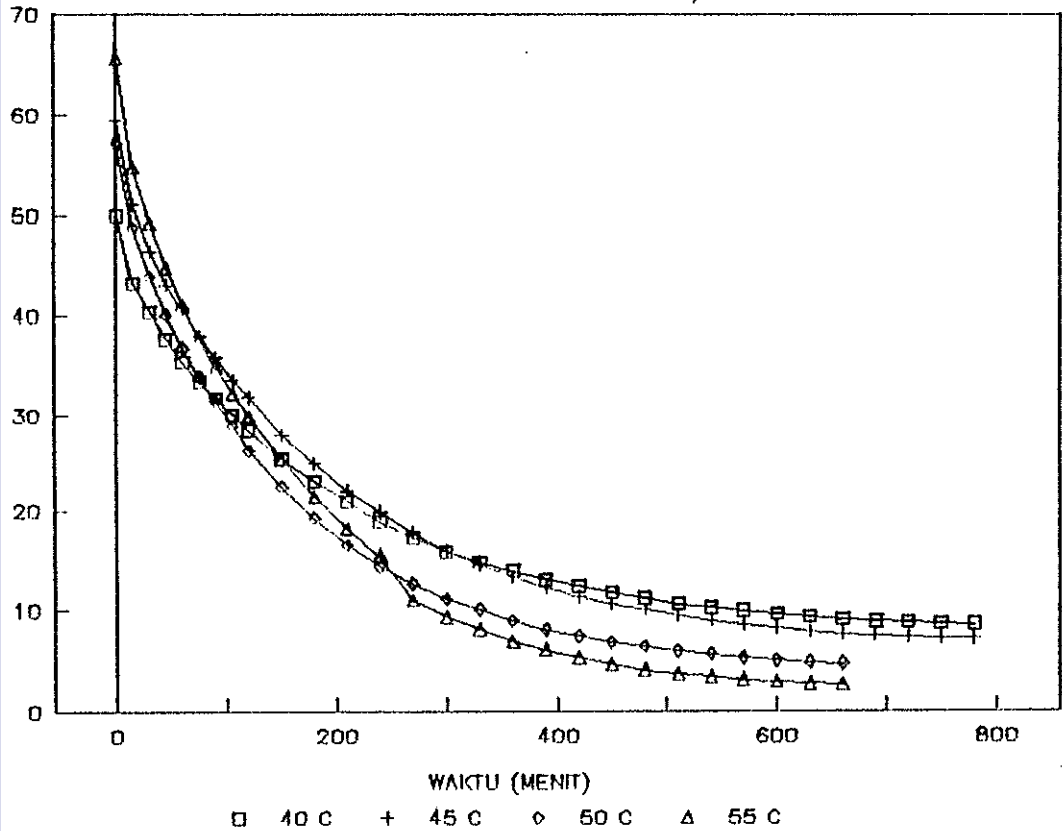
Gambar 9. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

## GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2.0 M/DET



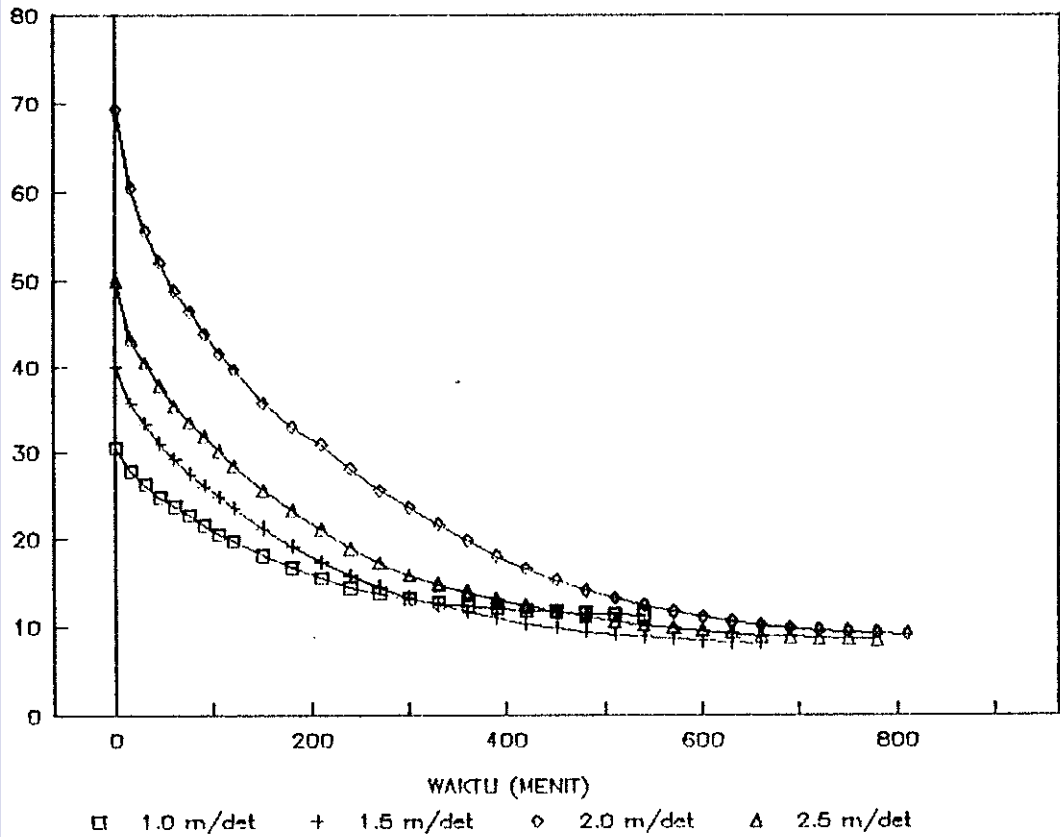
Gambar 10. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

## GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2.5 M/DET



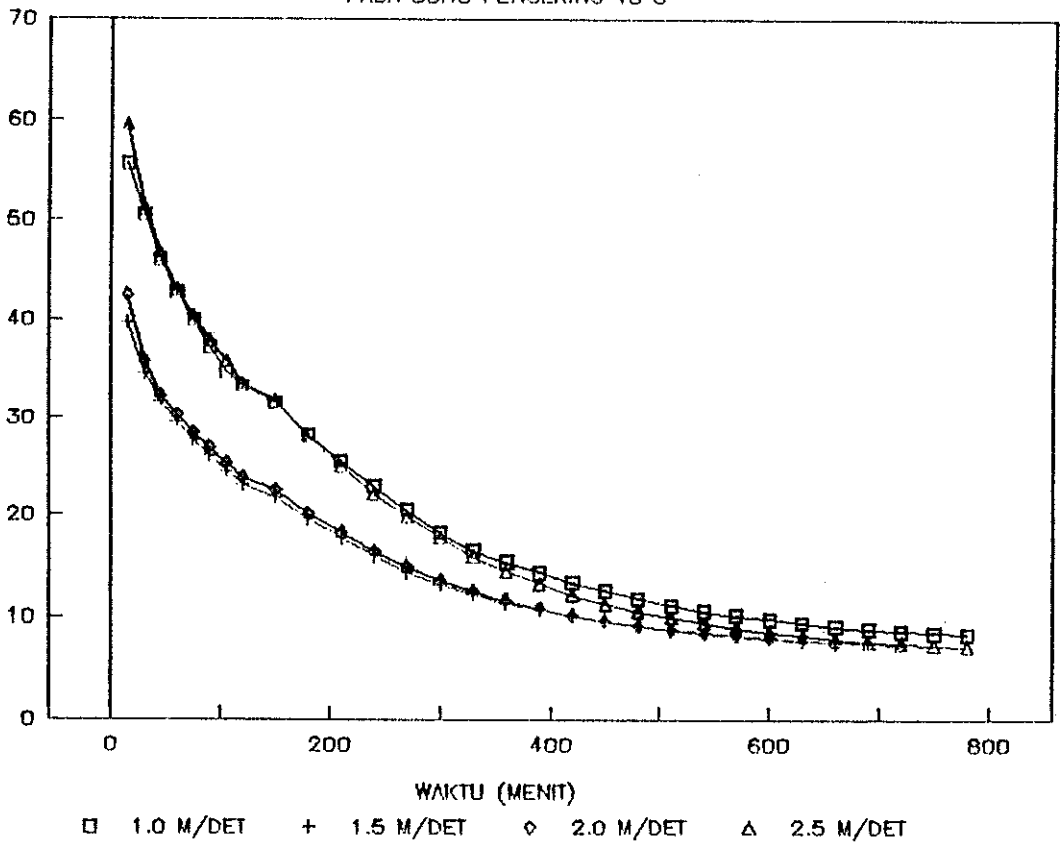
Gambar 11. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

## GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU PADA SUHU PENGERING 40 C



Gambar 12. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu pengeringan 40°C

GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU  
 PADA SUHU PENGERING 45 C

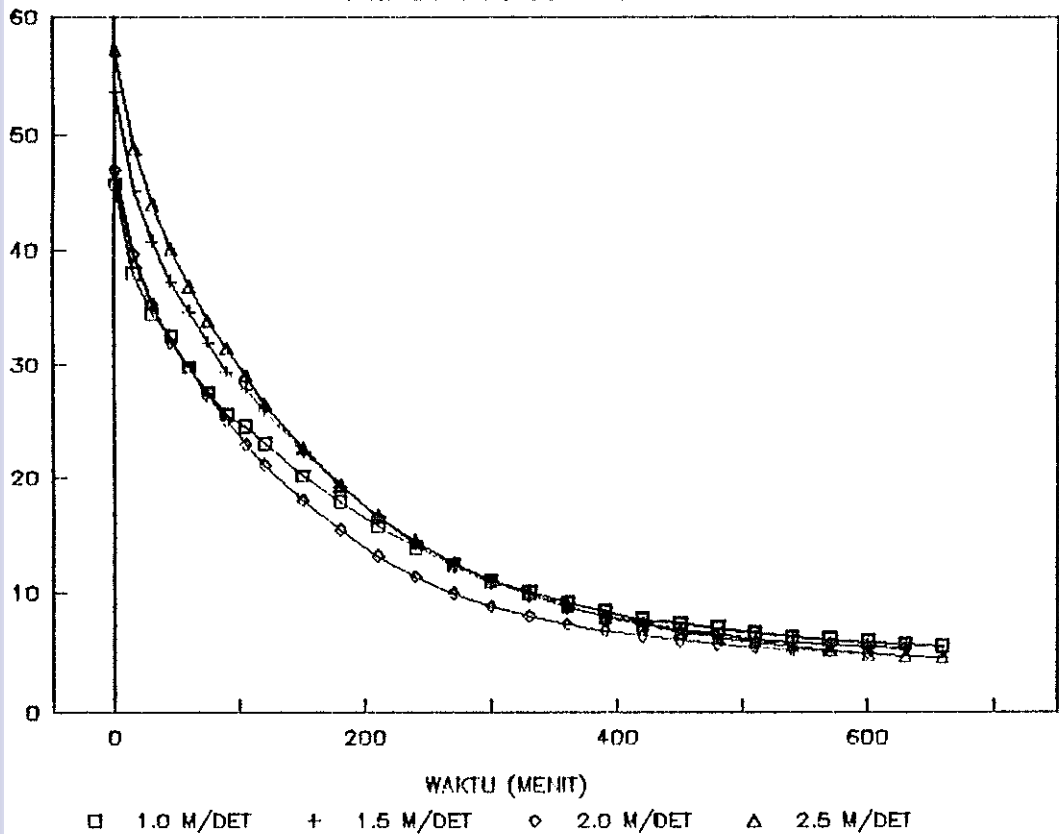


Gambar 13. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu pengeringan 45°C

Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, kadar air akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pengeringan, semakin banyak air yang akan menguap dari sampel. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, semakin banyak air yang akan menguap dari sampel. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, semakin banyak air yang akan menguap dari sampel.

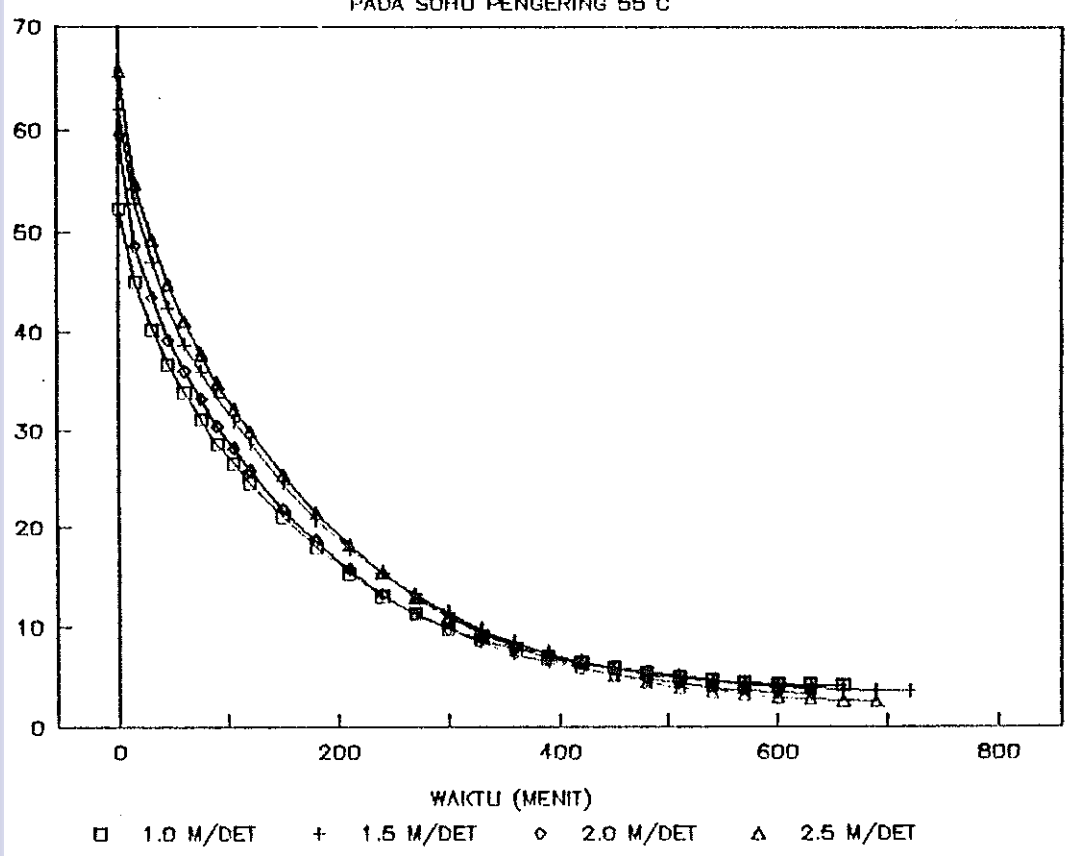


## GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU PADA SUHU PENDING 50 C



Gambar 14. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu pengeringan 50°C

GRAFIK KADAR AIR BASIS KERING VS WAKTU  
 PADA SUHU PENGERING 55 C



Gambar 15. Grafik hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu pengeringan 55°C

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, semakin rendah kadar air yang tersisa pada produk. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan, semakin tinggi energi panas yang diberikan, sehingga semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan produk. Selain itu, semakin tinggi suhu pengeringan, semakin tinggi laju pengeringan, sehingga semakin cepat produk akan kering.

sama yang menunjukkan laju pengeringan konstan seperti dinyatakan oleh Heldman dan Singh (1981). Kondisi ini dapat dimengerti karena kadar air kentang telah mengalami penurunan sebesar 50-55% basis basah dalam proses penggorengan (Hanson, 1975) dan kadar air bebas telah habis diuapkan sehingga kadar air awal pengeringan berkisar 25% - 40% basis basah.

Dari Gambar 8. sampai Gambar 15. terlihat bahwa pada pengeringan kentang goreng pengaruh suhu lebih nyata dibandingkan pengaruh kecepatan aliran udara dimana kadar air akhir pengeringan lebih bervariasi pada suhu pengeringan yang berbeda-beda.

Fenomena ini mendukung teori yang dinyatakan oleh Brooker et al. (1974) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan suhu, kelembaban udara pengering, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan serta laju aliran bahan. Henderson dan Pabis (1961) menyatakan bahwa proses pengeringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara tetapi hanya dipengaruhi oleh suhu udara pengering.

## 2. Laju Pengeringan terhadap Waktu

Kurva laju pengeringan kentang goreng terhadap waktu pengeringan pada kecepatan aliran udara

konstan dapat dilihat pada Gambar 16. sampai Gambar 19., sedangkan pada suhu udara pengering konstan ditunjukkan oleh Gambar 20. sampai Gambar 23. Pada Gambar 16. sampai Gambar 23. terlihat bahwa laju pengeringan pada tahap awal cukup tinggi dibandingkan tahap akhir. Hal ini dapat dijelaskan bahwa laju pengeringan akan menurun dengan semakin menurunnya kadar air karena semakin lama waktu pengeringan, maka jumlah air yang terdapat di dalam bahan semakin berkurang sampai terjadi kondisi setimbang.

Proses perpindahan massa air dalam bahan terjadi lapis per lapis, semakin jauh jarak yang ditempuh, semakin lama waktu yang diperlukan massa air tersebut sampai ke permukaan bahan.

Laju pengeringan rata-rata selama pengeringan kentang goreng dapat dilihat pada Tabel 5. sampai Tabel 8. di bawah ini :

Tabel 5. Laju pengeringan rata-rata untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det.

No.	Suhu ( $^{\circ}$ C)	RH (%)	Laju pengeringan rata-rata % bk/menit
1.	40	46	0.04525
2.	45	39	0.07949
3.	50	32	0.08058
4.	55	28	0.09730

Tabel 6. Laju pengeringan rata-rata untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det.

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan rata-rata % bk/menit
1.	40	44	0.05932
2.	45	37	0.06444
3.	50	33	0.10689
4.	55	27.5	0.10914

Tabel 7. Laju pengeringan rata-rata untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det.

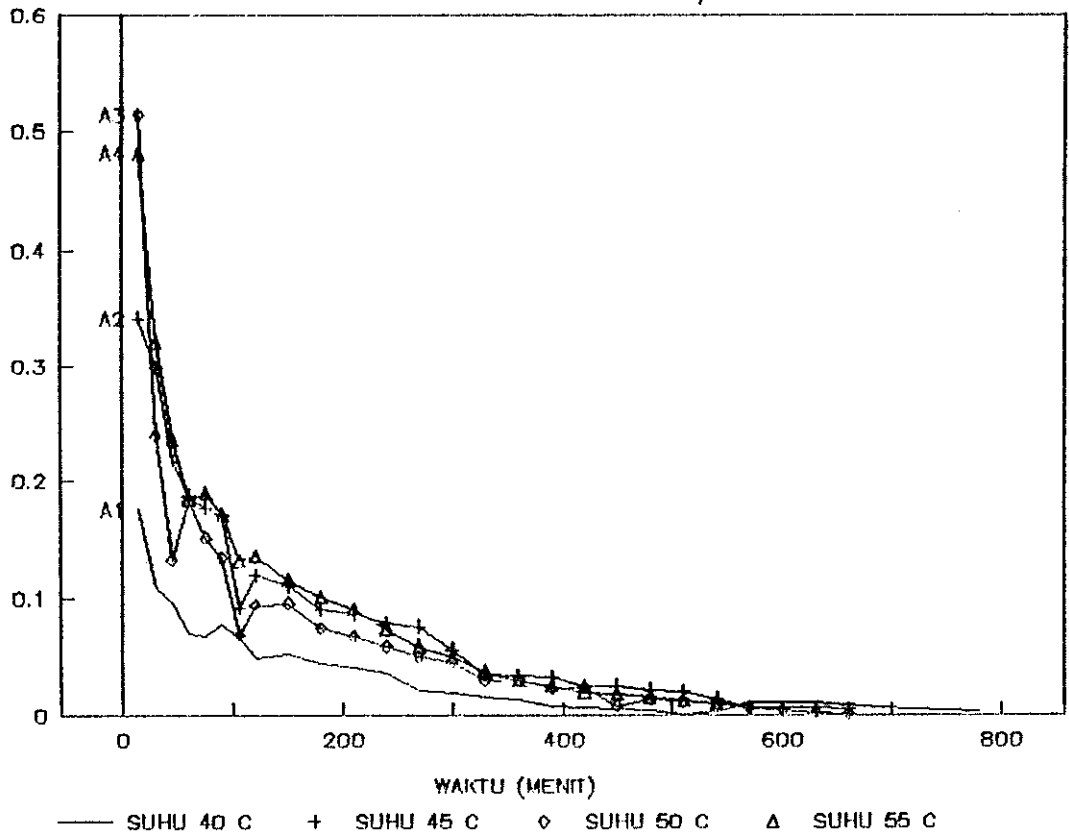
No.	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan rata-rata % bk/menit
1.	40	44	0.09636
2.	45	37	0.06813
3.	50	32	0.09421
4.	55	28.5	0.11946

Tabel 8. Laju pengeringan rata-rata untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det.

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Laju pengeringan rata-rata % bk/menit
1.	40	48	0.06996
2.	45	37	0.08884
3.	50	32	0.10682
4.	55	26	0.12683

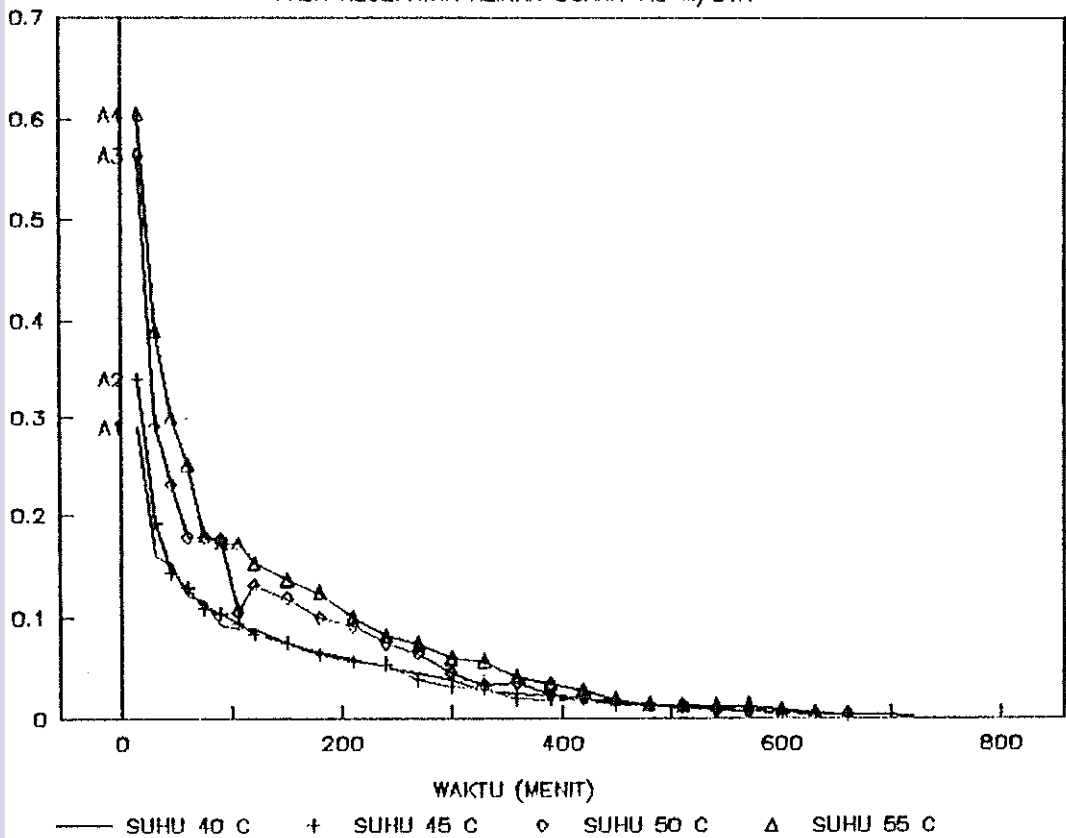
Pada Tabel 5., Tabel 6. dan tabel 8. terlihat bahwa laju pengeringan rata-rata berbanding lurus

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1.0 M/DTK



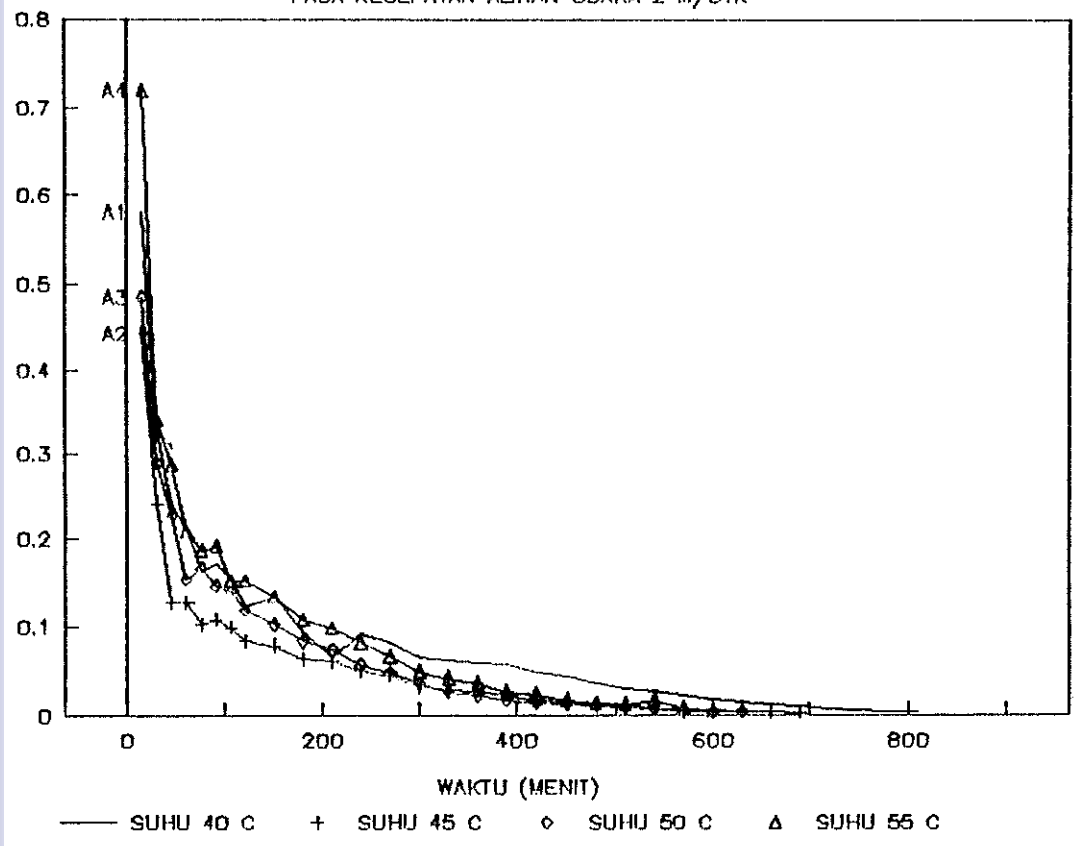
Gambar 16. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1.5 M/DTK



Gambar 17. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2 M/DTK

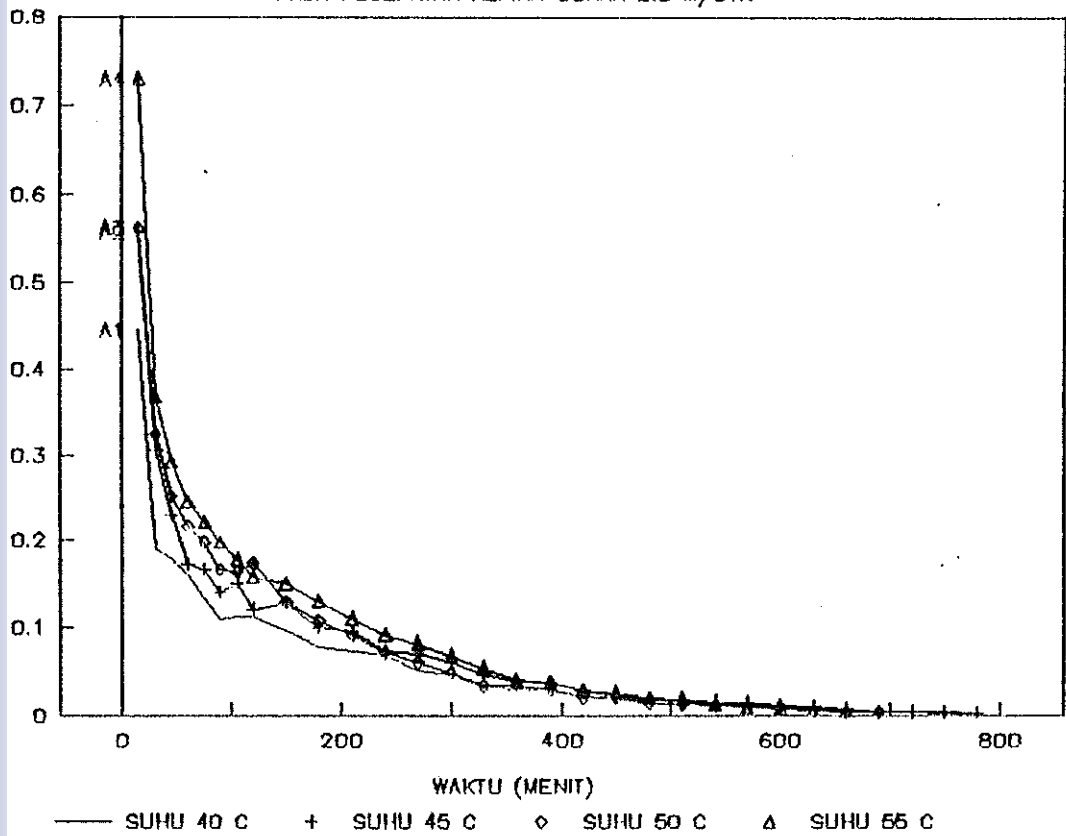


Gambar 18. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan kecepatan aliran udara. Semakin tinggi suhu, semakin rendah kelembapan, dan semakin tinggi kecepatan aliran udara, maka semakin tinggi laju pengeringan.

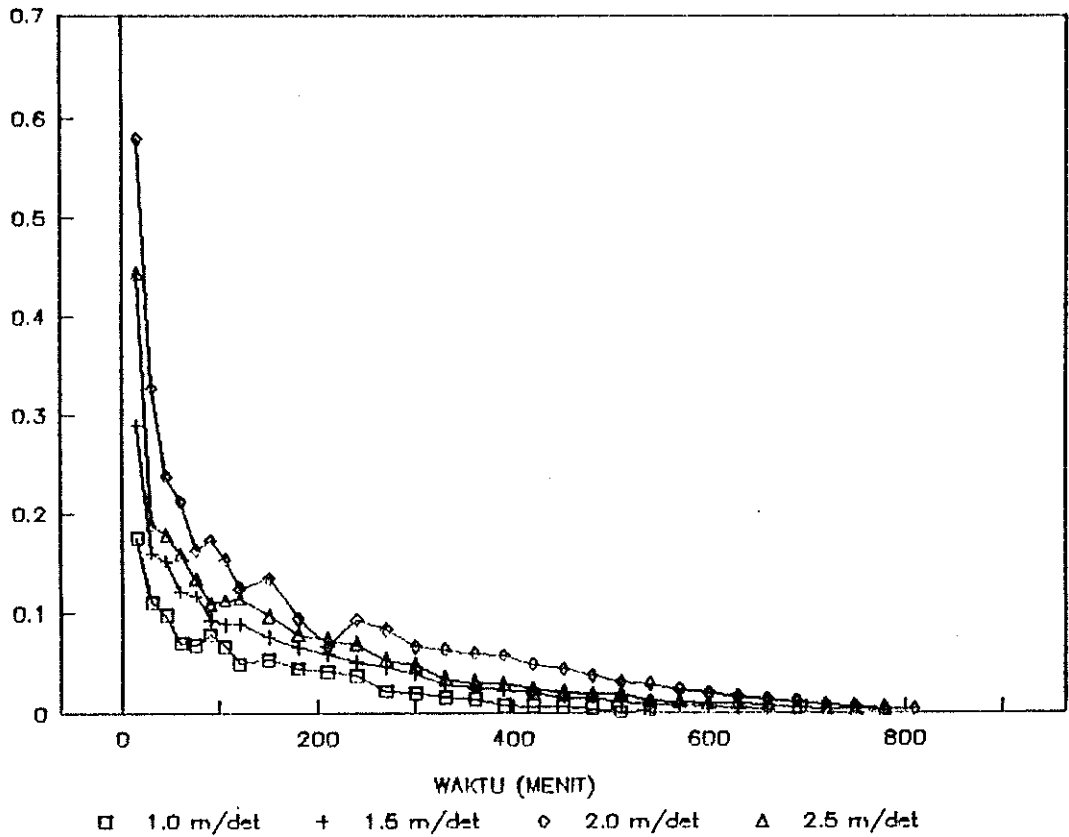


## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2.5 M/DTK



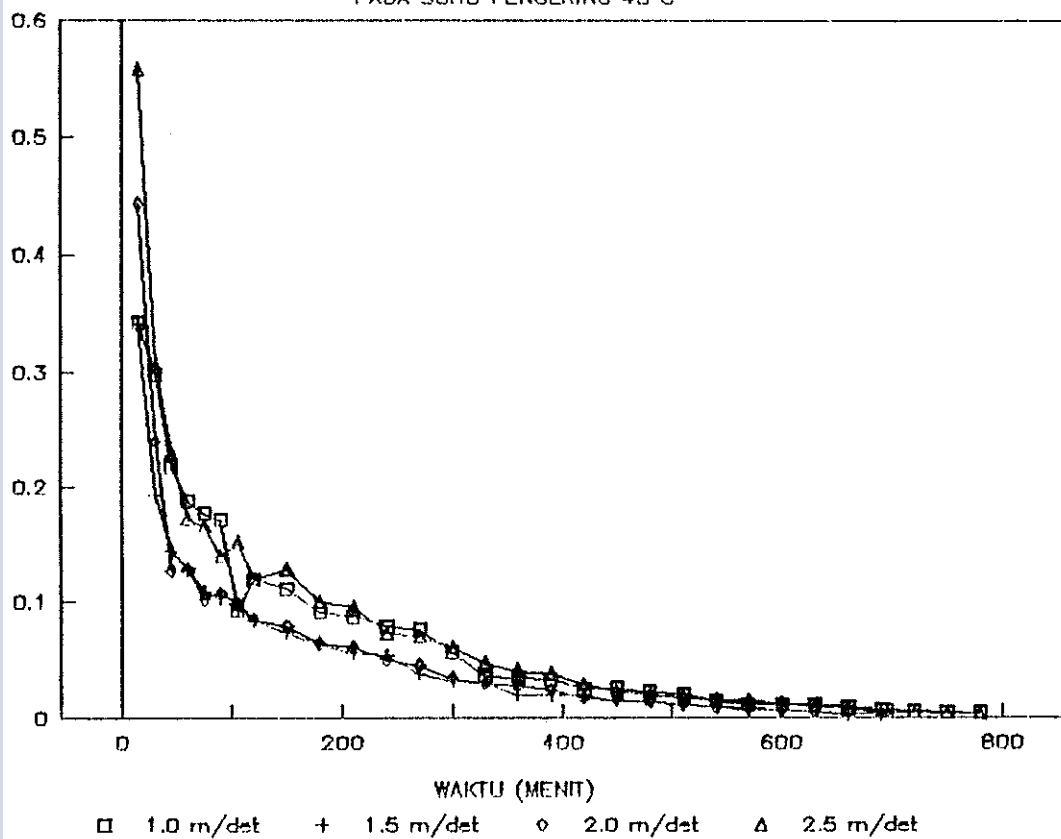
Gambar 19. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA SUHU PENGERING 40 C



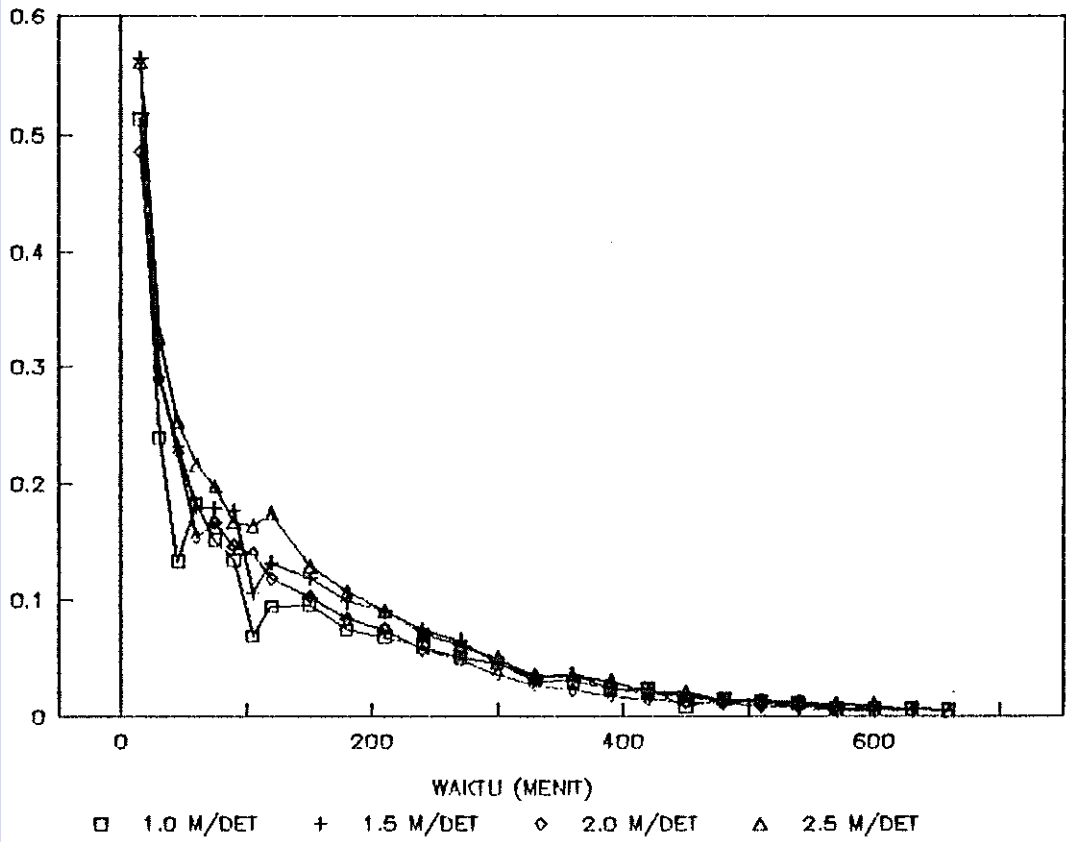
Gambar 20. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengeringan 40°C

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA SUHU PENGERING 45 C



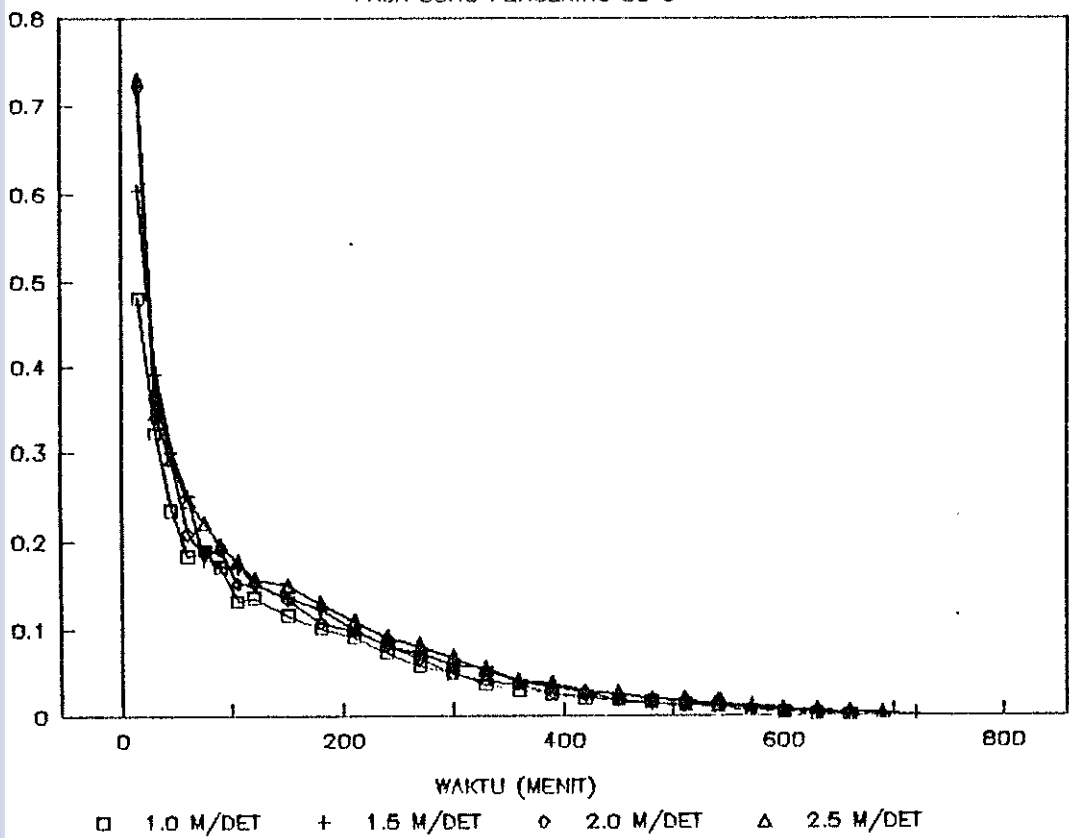
Gambar 21. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengeringan 45°C

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA SUHU PENGERING 50 C



Gambar 22. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengeringan 50°C

## GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS WAKTU PADA SUHU PENGERING 55 C



Gambar 23. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap waktu pada suhu pengeringan 55°C

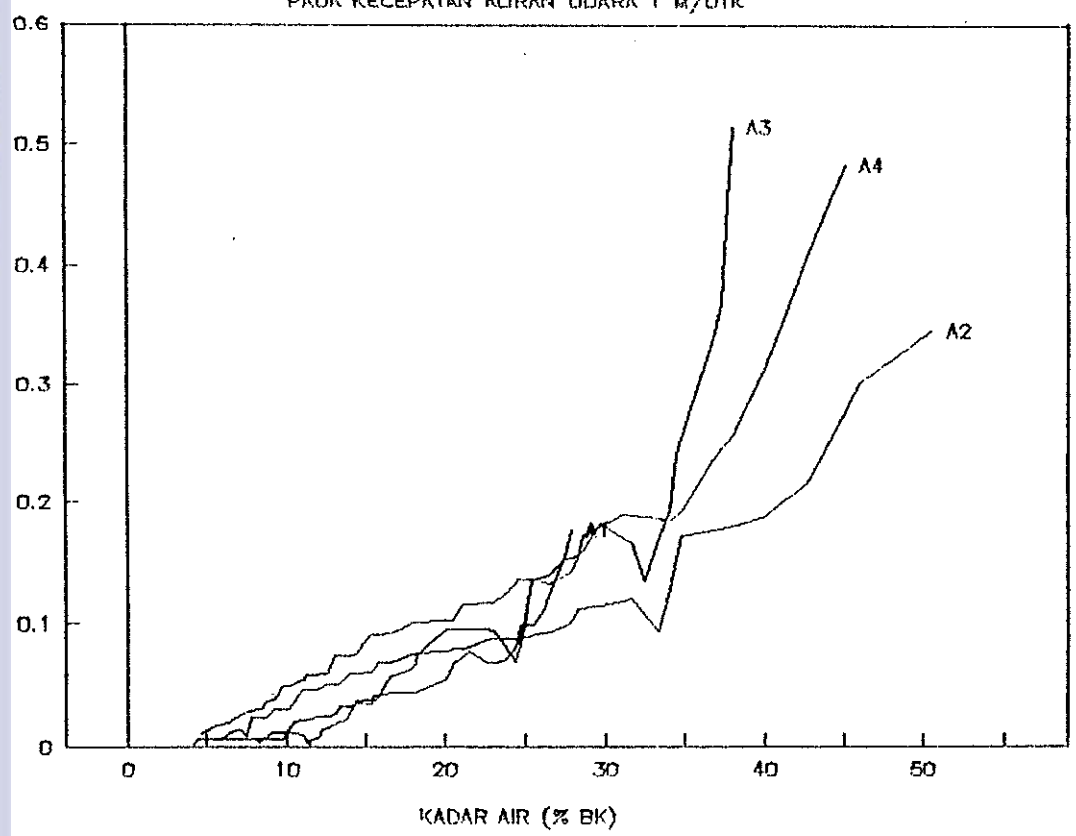
dengan suhu pengeringan dan berbanding terbalik dengan kelembaban relatif. Laju pengeringan rata-rata pada suhu pengeringan  $40^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan aliran udara 2.0 m/det mengalami penyimpangan. Penyimpangan ini dapat dijelaskan berdasarkan teori Brooker et al. (1974) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah suhu, kelembaban relatif udara pengering dan kadar air. Dari faktor-faktor tersebut faktor yang paling berpengaruh adalah kelembaban relatif udara pengering. Kelembaban relatif mengalami fluktuasi selama proses pengeringan. Nilai fluktuasi RH yang tercatat selama proses pengeringan berkisar antara 0.5% sampai 1%.

### 3. Laju Pengeringan terhadap Kadar Air

Gambar 24. sampai Gambar 27. menunjukkan kurva laju pengeringan kentang goreng terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara konstan sedangkan Gambar 28. sampai Gambar 31. memperlihatkan kurva laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengeringan konstan.

Kurva yang terdapat dalam Gambar 24. sampai Gambar 31. tidak memiliki bagian yang horizontal yang menunjukkan laju pengeringan konstan seperti

**GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR**  
 PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1 M/DTK

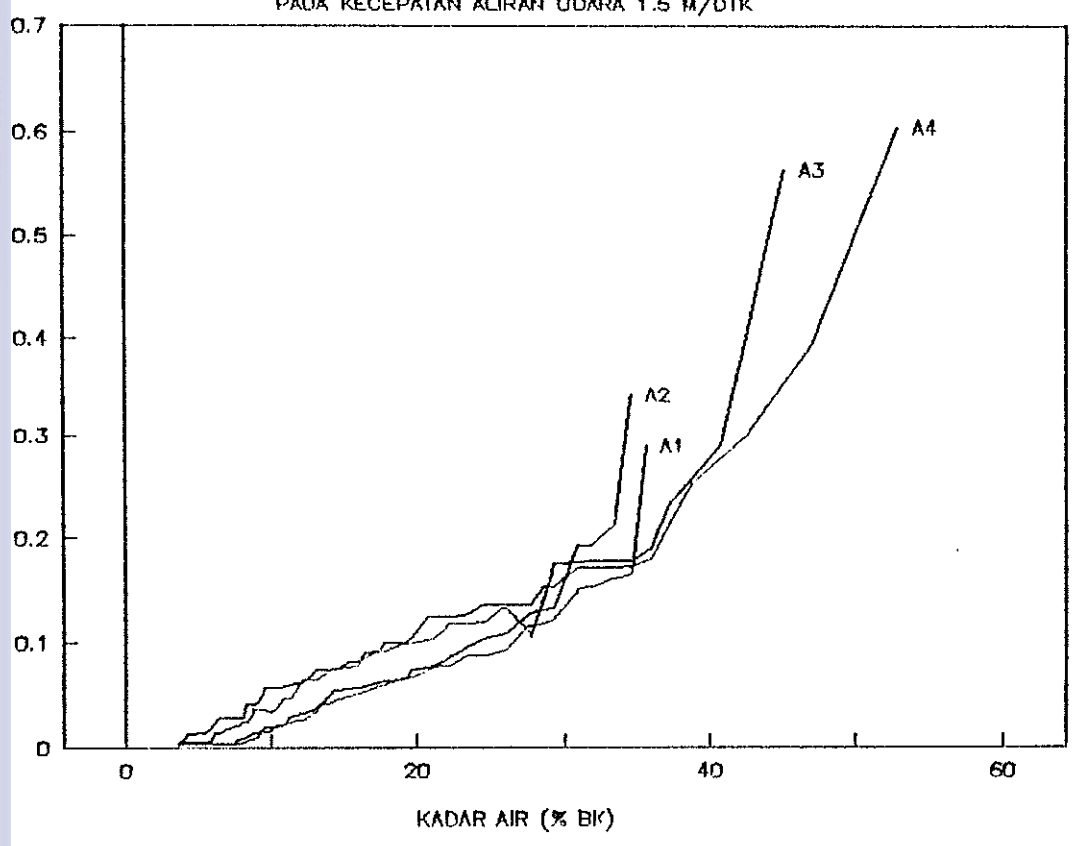


A1 Suhu 40°C    A2 Suhu 45°C    A3 Suhu 50°C    A4 Suhu 55°C

Gambar 24. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan kecepatan aliran udara. Semakin tinggi suhu, semakin rendah kelembapan, dan semakin tinggi kecepatan aliran udara, maka laju pengeringan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena pada suhu yang lebih tinggi, energi kinetik molekul air akan semakin besar, sehingga molekul air akan lebih mudah melepaskan diri dari permukaan bahan yang dikeringkan. Selain itu, semakin tinggi kecepatan aliran udara, maka semakin banyak molekul air yang akan terbawa oleh aliran udara tersebut, sehingga laju pengeringan akan semakin tinggi.

GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR  
 PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 1.5 M/DTK

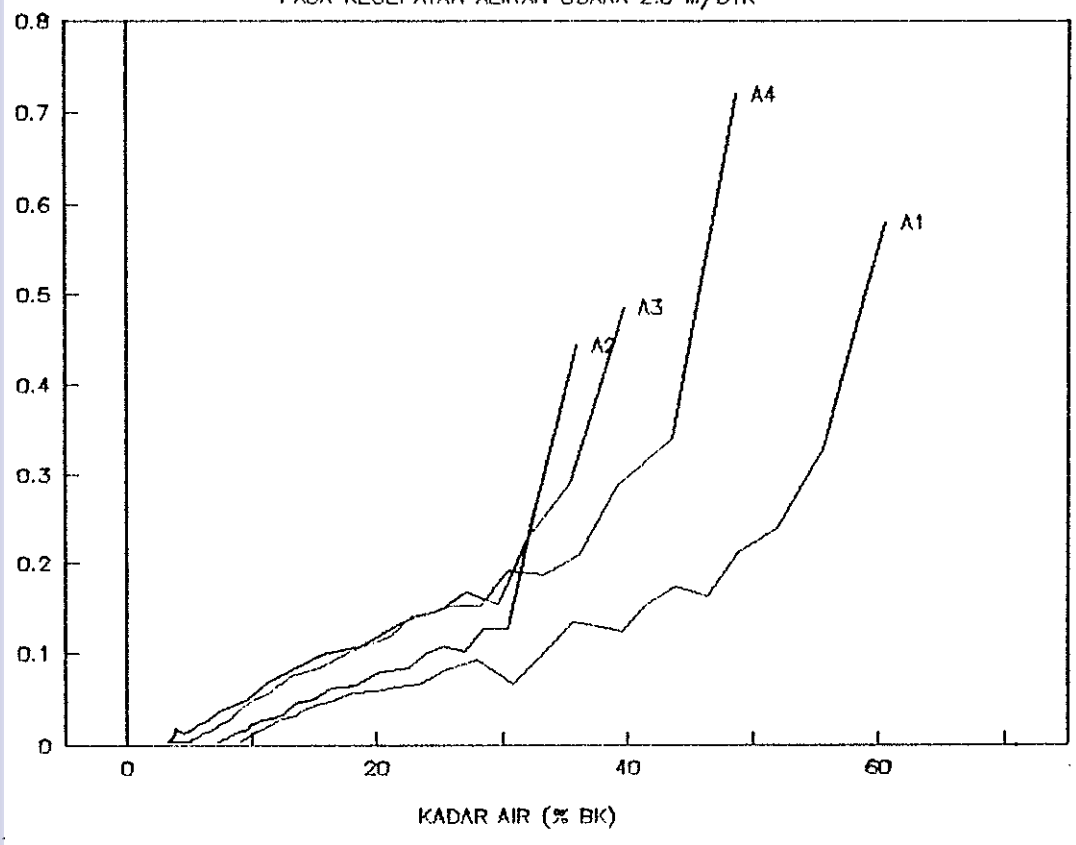


A1 Suhu 40°C    A2 Suhu 45°C    A3 Suhu 50°C    A4 Suhu 55°C

Gambar 25. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det



**GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR**  
 PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2.0 M/DTK

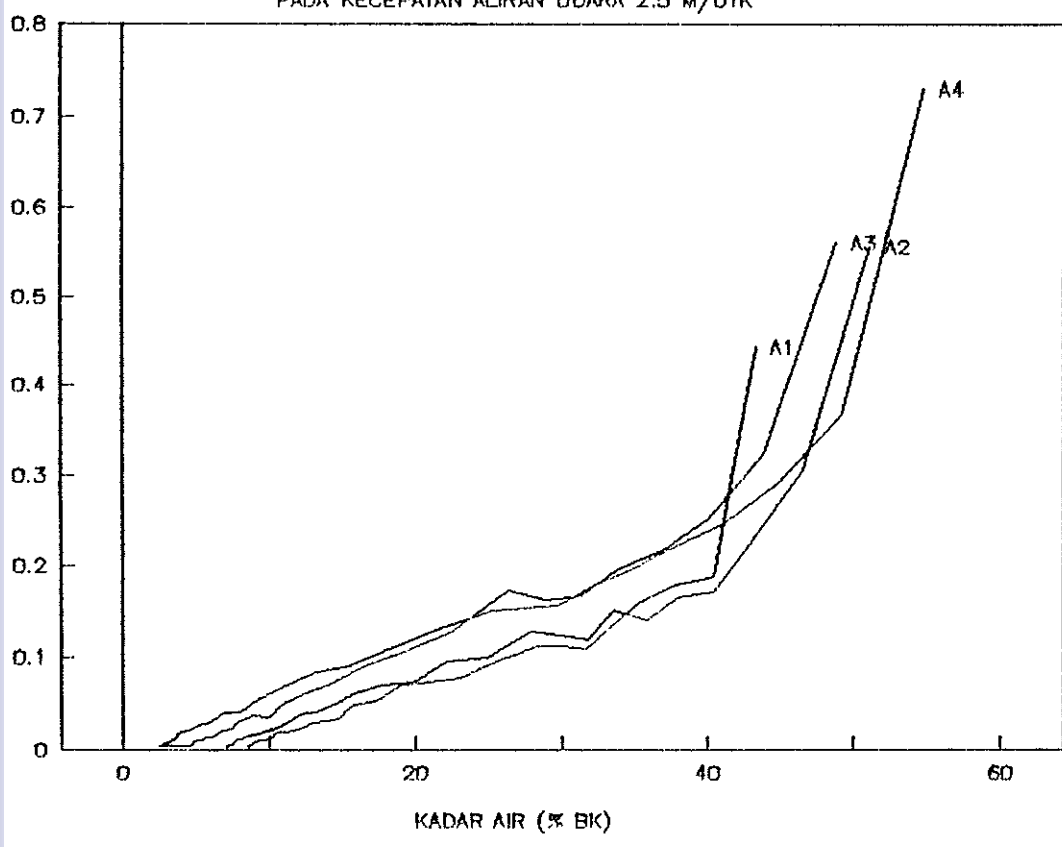


A1 Suhu 40°C    A2 Suhu 45°C    A3 Suhu 50°C    A4 Suhu 55°C

Gambar 26. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

Halo, saya mahasiswa UIN Ar-Raniry...  
 1. Diambil menggunakan berbagai cara...  
 2. Dengan menggunakan...

GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR  
 PADA KECEPATAN ALIRAN UDARA 2.5 M/DTK



A1 Suhu 40°C    A2 Suhu 45°C    A3 Suhu 50°C    A4 Suhu 55°C

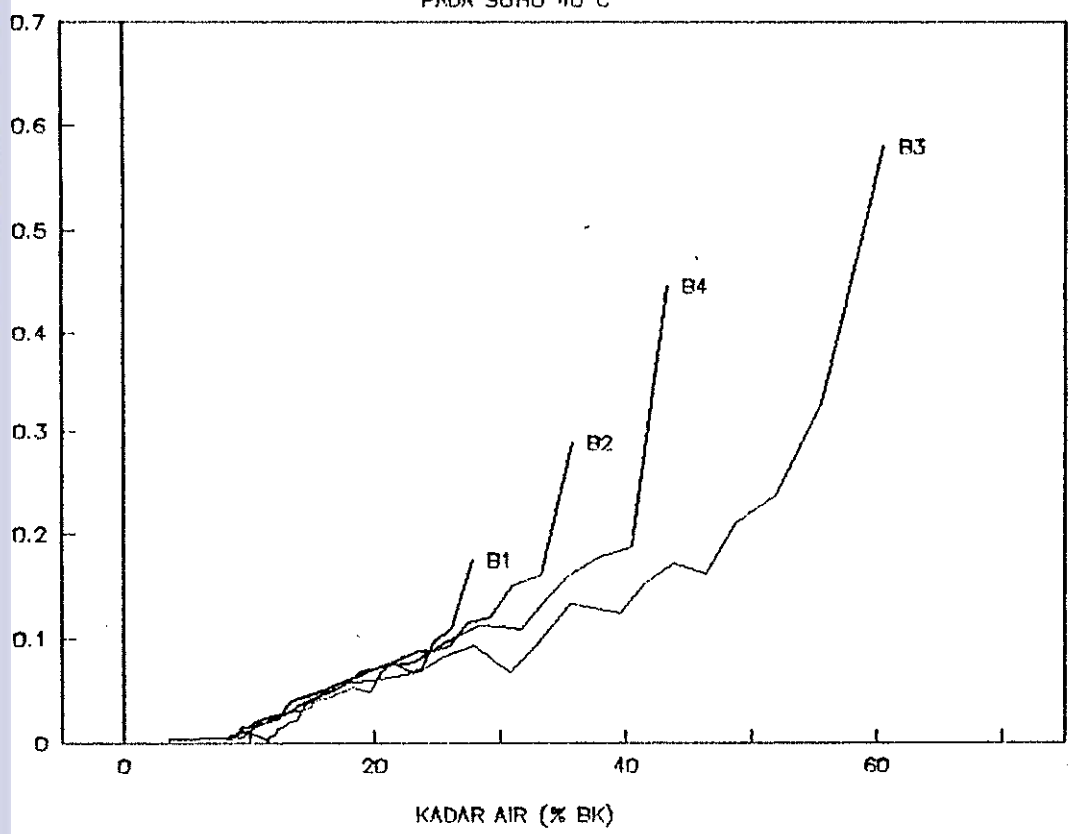
Gambar 27. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

1. Delineasi masalah yang dihadapi oleh perusahaan yang bersangkutan dan memprediksi sumber-sumber masalah yang dihadapi perusahaan tersebut. 2. Mengidentifikasi masalah yang dihadapi perusahaan yang bersangkutan. 3. Melakukan analisis masalah dan menentukan alternatif-alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

### GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR

PADA SUHU 40 C

o Hic cupa mite IPB University



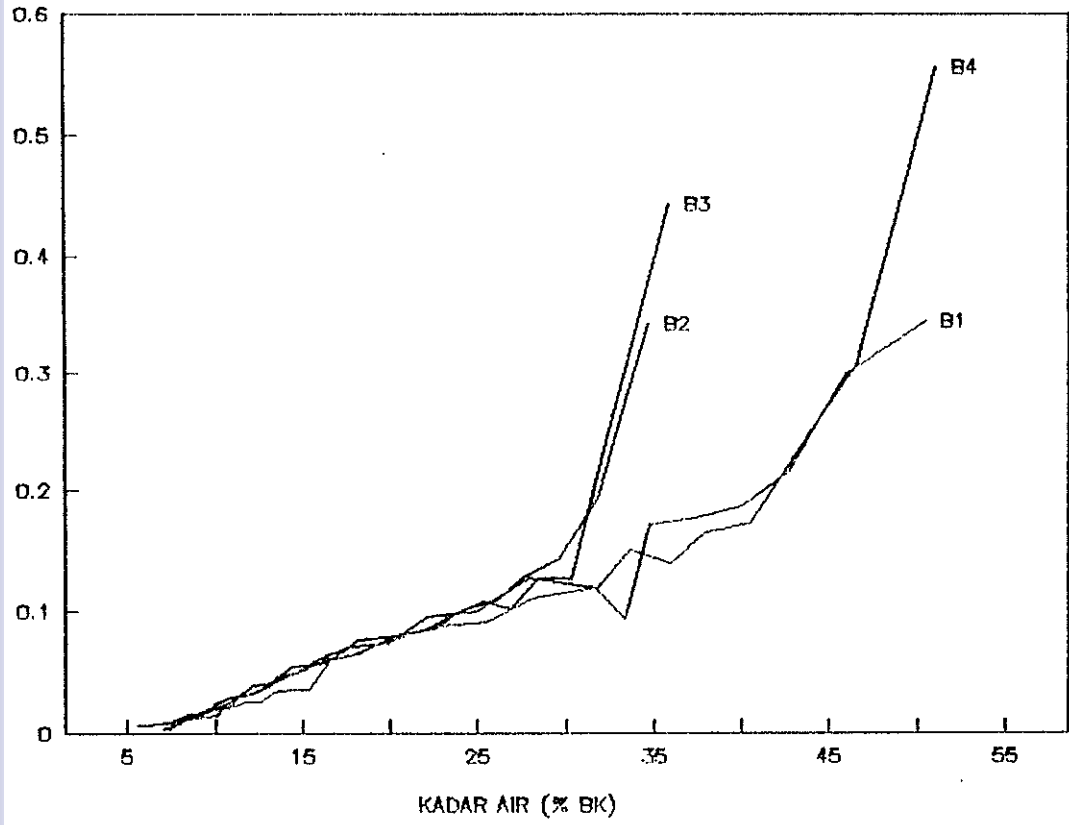
B1 KEC. UDARA 1.0 M/DET  
 B3 KEC. UDARA 2.0 M/DET

B2 KEC. UDARA 1.5 M/DET  
 B4 KEC. UDARA 2.5 M/DET

Gambar 28. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengeringan 40°C

### GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR

PADA SUHU 45 C



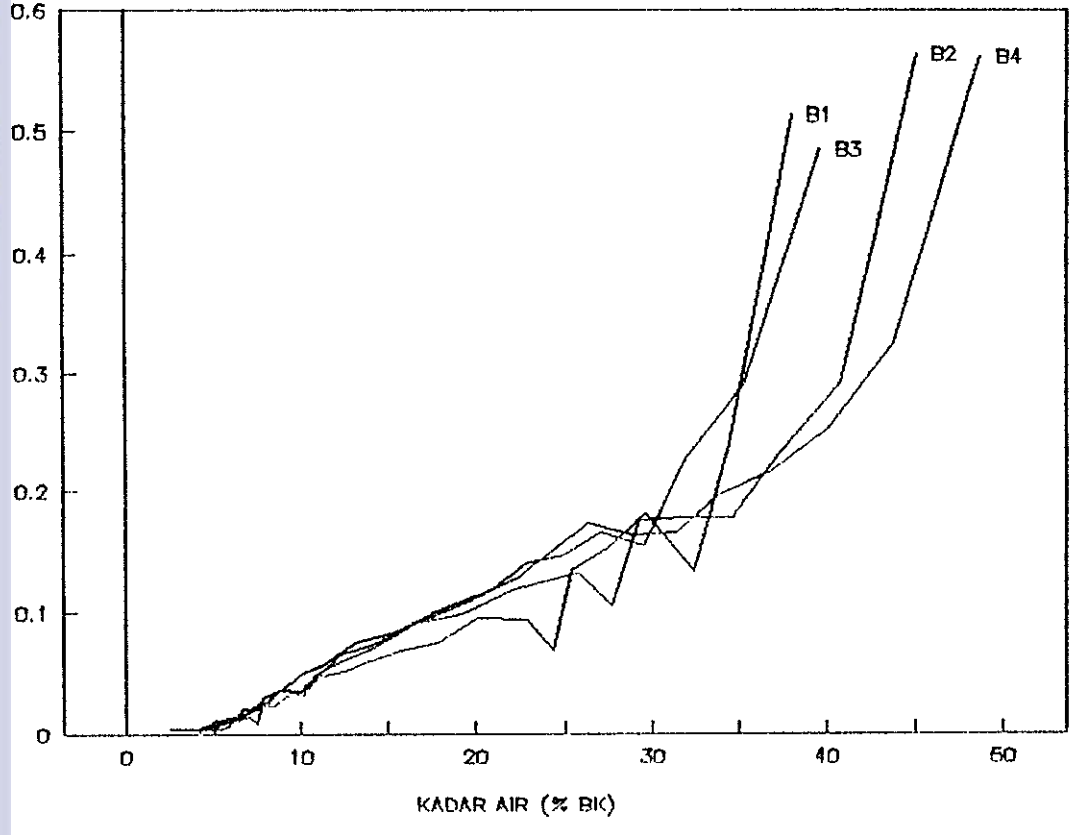
B1 KEC. UDARA 1.0 M/DET  
 B3 KEC. UDARA 2.0 M/DET

B2 KEC. UDARA 1.5 M/DET  
 B4 KEC. UDARA 2.5 M/DET

Gambar 29. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengeringan 45°C

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju pengeringan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan luas permukaan. Semakin tinggi suhu pengeringan, semakin cepat laju pengeringan. Selain itu, semakin tinggi kelembapan udara, semakin lambat laju pengeringan. Luas permukaan yang lebih besar akan mempercepat laju pengeringan.

GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR  
 PADA SUHU 50 C



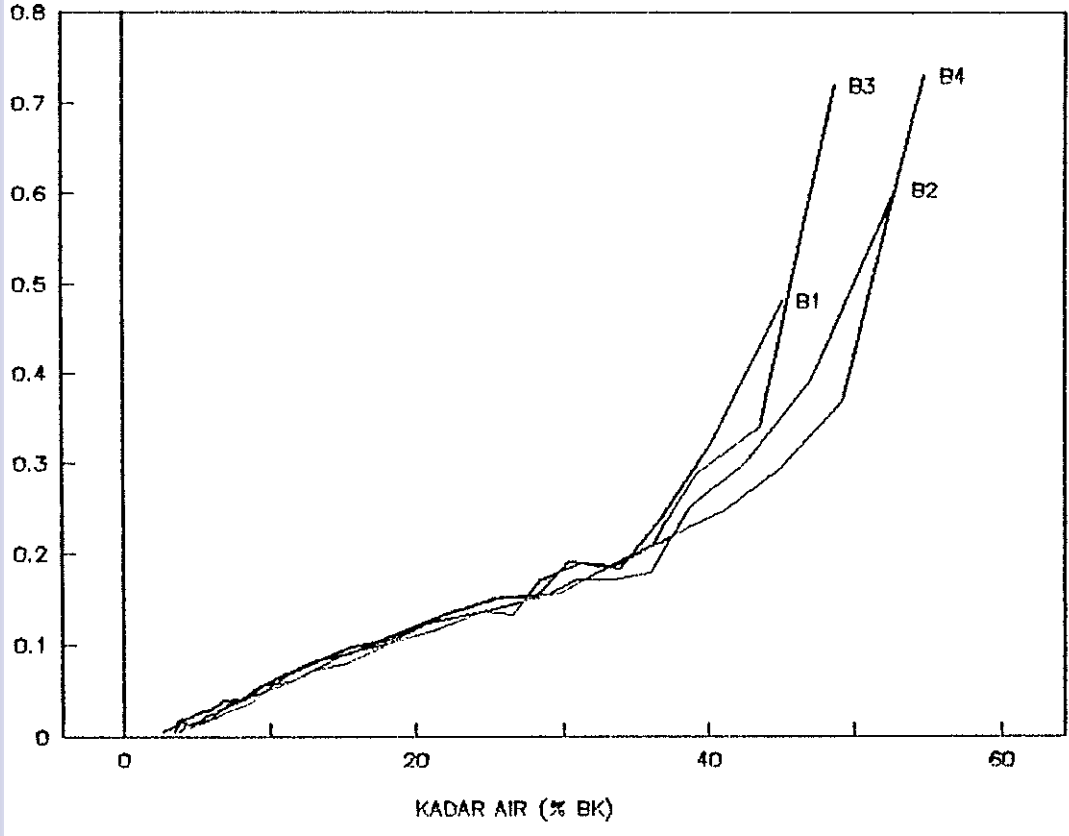
B1 KEC. UDARA 1.0 M/DET  
 B3 KEC. UDARA 2.0 M/DET

B2 KEC. UDARA 1.5 M/DET  
 B4 KEC. UDARA 2.5 M/DET

Gambar 30. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengeringan 50°C

Halo, saya mahasiswa UIN Ar-Raniry. Saya ingin bertanya mengenai...  
 1. Apakah...  
 2. Bagaimana...  
 3. Apakah...  
 4. Bagaimana...  
 5. Apakah...  
 6. Bagaimana...  
 7. Apakah...  
 8. Bagaimana...  
 9. Apakah...  
 10. Bagaimana...

GRAFIK LAJU PENGERINGAN VS KADAR AIR  
 PADA SUHU 55 C



B1 KEC. UDARA 1. 0 M/DET  
 B3 KEC. UDARA 2. 0 M/DET

B2 KEC. UDARA 1. 5 M/DET  
 B4 KEC. UDARA 2. 5 M/DET

Gambar 31. Grafik hubungan laju pengeringan terhadap kadar air pada suhu pengeringan 55°C

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju pengeringan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan luas permukaan. Semakin tinggi suhu pengeringan, semakin cepat laju pengeringan. Selain itu, semakin besar luas permukaan, semakin cepat laju pengeringan. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam merencanakan sistem pengeringan yang efisien.

ditunjukkan pada kurva pengeringan Heldman dan Singh (1981) pada Gambar 1.. Hal ini dikarenakan kadar air awal pengeringan kentang goreng berkisar 25% - 40% basis basah sedangkan menurut Henderson dan Perry (1974) untuk terjadinya laju pengeringan konstan perlu adanya air bebas yang cukup besar menyelimuti seluruh permukaan bahan dan kadar air awal yang tinggi.

Pada Gambar 24. sampai Gambar 31. terlihat bahwa laju pengeringan berbanding lurus terhadap kadar air. Pada saat kadar air bahan tinggi, maka laju pengeringan juga cepat. Dalam Gambar 24. sampai Gambar 27. juga terlihat bahwa laju pengeringan berbanding lurus dengan suhu pengering pada kondisi kecepatan aliran udara pengering konstan. Dengan meningkatnya suhu pengeringan, maka laju pengeringan juga berlangsung lebih cepat. Penyimpangan terjadi pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 1.0 m/det pada Gambar 24. serta suhu  $45^{\circ}\text{C}$  dan  $50^{\circ}\text{C}$  pada kecepatan udara 2.0 m/det dalam Gambar 26. Penyimpangan ini terjadi pada awal proses pengeringan. Hal ini dapat dimengerti karena bahan yang dikeringkan memerlukan waktu mencapai kesetimbangan dengan kondisi udara pengering.

Dalam Gambar 28. sampai Gambar 31. terlihat bahwa kecepatan aliran udara pengering mempengaruhi laju pengeringan dalam perbandingan lurus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Taib et.al. (1988) yang menyatakan bahwa laju pengeringan hasil pertanian yang dikeringkan alat pengering buatan dipengaruhi oleh faktor (a) Kecepatan aliran udara, (2) suhu dan kelembaban nisbi udara selama pengeringan, (3) Kadar air awal bahan, (4) Jenis bahan yang dikeringkan dan (5) suhu udara pengering waktu masuk dan keluar dari alat pengering. Penyimpangan terjadi pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 2.0 m/det pada Gambar 28. serta suhu  $45^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 2.5 m/det pada Gambar 29. Penyimpangan ini disamping dipengaruhi oleh faktor kadar air awal yang tinggi juga dipengaruhi oleh berfluktuasinya kelembaban udara selama pengeringan dimana faktor-faktor tersebut terjadi secara simultan selama waktu pengeringan.

#### B. PENGUJIAN MODEL PENDINGINAN LAPISAN TIPIS

Analisa pendinginan kentang goreng didasarkan pada model teoritis pendinginan lapisan tipis Whitaker dan Young (1972) yaitu model lempeng tak terbatas (LTT), silinder tak terbatas (STT) dan silinder terbatas (ST) seperti pada persamaan (5) sampai persamaan (7).



Untuk memilih salah satu dari ketiga model teoritis yang paling baik dalam menduga besarnya kadar air kentang goreng selama pengeringan, maka diuji nilai simpangan baku rasio kadar air MR dari model terhadap MR dari data percobaan. Model yang paling baik akan memberikan nilai simpangan baku yang paling kecil.

Simpangan baku MR dari model terhadap MR dari data percobaan didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{i-2} \sum_{n=1}^i (MR1_n - MR2_n)^2} \quad (49)$$

dimana MR1 = Rasio kadar air berdasarkan data percobaan

MR2 = Rasio kadar air berdasarkan perhitungan

i = Jumlah pengukuran/perhitungan

Nilai-nilai simpangan baku untuk masing-masing model dan kondisi udara pengering dapat dilihat pada Tabel 9. sampai Tabel 12.

Tabel 9. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara pengering 1.0 m/det.

Suhu (°C)	RH (%)	LTT	Model Teoritis STT	ST
40	46	0.68302	6.11023	3.16316
45	39	1.22779	20.20132	9.68588
50	32	0.35044	11.42639	9.09154
55	28	1.03846	18.00481	6.79860

Tabel 10. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara pengering 1.5 m/det.

Suhu (°C)	RH (%)	Model Teoritis		
		LTT	STT	ST
40	44	0.77993	10.36488	9.93384
45	37	0.50899	8.84143	4.83652
50	33	0.78552	16.72733	15.15440
55	27.5	0.96230	14.16243	7.96058

Tabel 11. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara pengering 2.0 m/det.

Suhu (°C)	RH (%)	Model Teoritis		
		LTT	STT	ST
40	44	0.64751	20.99756	14.41028
45	37	0.22060	13.59053	4.70748
50	32	0.73701	13.14977	10.41957
55	28.5	0.56438	18.97927	17.37928

Tabel 12. Simpangan baku rasio kadar air kentang goreng pada kecepatan aliran udara pengering 2.5 m/det.

Suhu (°C)	RH (%)	Model Teoritis		
		LTT	STT	ST
40	48	0.65600	10.10372	6.43972
45	37	0.74259	20.30013	10.69957
50	32	1.02061	22.31615	12.69331
55	26	2.17609	16.13274	19.61299

Dari Tabel 9. sampai tabel 12. dapat dilihat bahwa model Lempeng Tak Terbatas mempunyai hasil simpangan

baku yang terkecil pada semua kondisi udara pengering. Dengan demikian model LTT adalah yang paling baik dalam menduga besarnya kadar air kentang goreng selama pengeringan dibandingkan model STT dan ST.

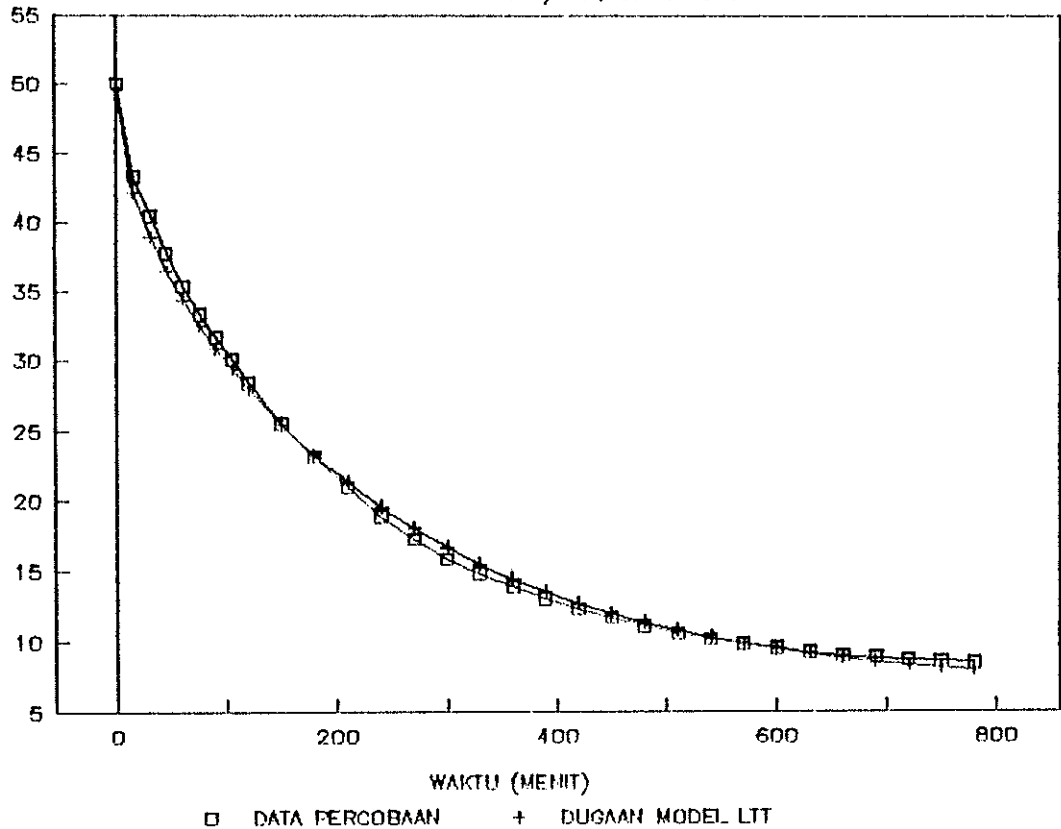
Untuk menguji sampai sejauh mana ketepatan model LTT dalam menggambarkan penampilan pengering kentang goreng, maka dilakukan perbandingan antara kurva pengeringan dari data percobaan dengan kurva hasil perhitungan.

Perbandingan antara kurva pengering dari data percobaan dengan kurva hasil perhitungan dengan menggunakan model penduga LTT dapat dilihat pada Gambar 32.. Untuk memprediksi kesesuaian antara model dengan data percobaan diambil kondisi pengeringan pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan aliran udara 2.0 m/det.

Dapat dilihat bahwa pada Gambar 32. model penduga menilai kadar air lebih rendah dari nilai kadar air data percobaan pada selang waktu 0 sampai 180 menit dengan perbedaan sebesar 0.0718 - 0.4955 % bk. Pada selang waktu 210 menit sampai 510 menit model penduga menilai kadar air lebih tinggi dari nilai kadar air data percobaan dengan perbedaan 0.0662 - 0.2796 % bk. Sedangkan mulai menit ke-540 sampai akhir pengeringan kembali model menilai kadar air lebih rendah dari kadar air data percobaan dengan perbedaan 0.0122 - 0.2867 %

## PERB. HASIL PERCOBAAN DAN PENDUGAAN

PADA KEC. UDARA 2.5 M/DET, SUHU 40 C



Gambar 32. Kurva perbandingan hasil pendugaan dengan data percobaan hubungan kadar air terhadap waktu pada suhu 40°C dan kecepatan aliran udara 2.5 m/det

bk. Secara keseluruhan model penduga lempeng tak terbatas (LTT) memiliki ketepatan yang tinggi dalam menggambarkan penampilan pengeringan kentang goreng dengan simpangan baku sebesar 0.22060 % bk.

### C. KADAR AIR KESETIMBANGAN DAN KONSTANTA PENGERINGAN

#### 1. Kadar Air Kesetimbangan

Berdasarkan hasil pengujian model pengeringan kentang goreng maka model lempeng tak terbatas memberikan hasil pendugaan yang paling baik dibandingkan model silinder tak terbatas dan model silinder terbatas.

Dengan menggunakan model penduga LTT, maka kadar air kesetimbangan dinamis ( $M_e$ ) kentang goreng dapat dihitung berdasarkan data penurunan kadar air kentang goreng selama pengeringan pada kombinasi antara tingkat suhu 40°C, 45°C, 50°C dan 55°C dan kecepatan aliran udara 1.0 m/det, 1.5 m/det, 2.0 m/det dan 2.5 m/det. Nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) untuk masing-masing kombinasi kondisi pengeringan ditentukan dengan menggunakan program komputer pada lampiran 2. dengan model dugaan LTT.

Nilai-nilai  $M_e$  hasil perhitungan pada masing-masing kondisi udara pengering dapat dilihat pada Tabel 13. sampai dengan Tabel 16. di bawah ini:

Tabel 13. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	RH (%)	Kadar Air Kesetimbangan model LTT (% bk)
1.	40	46	8.841098
2.	45	39	5.484834
3.	50	32	4.016742
4.	55	28	1.665842

Tabel 14. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	RH (%)	Kadar Air Kesetimbangan model LTT (% bk)
1.	40	44	5.217955
2.	45	37	5.693250
3.	50	33	2.953093
4.	55	27.5	1.374957

Tabel 15. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	RH (%)	Kadar Air Kesetimbangan model LTT (% bk)
1.	40	44	4.980022
2.	45	37	6.044449
3.	50	32	3.323055
4.	55	28.5	1.312093



Tabel 16. Kadar air kesetimbangan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	RH (%)	Kadar Air Kesetimbangan model LTT (% bk)
1.	40	48	6.634411
2.	45	37	4.889586
3.	50	32	2.509568
4.	55	26	2.405755

Dari data di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu dan semakin rendah kelembaban relatif udara pengering maka nilai kadar air kesetimbangan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Henderson dan Perry (1976) yang menyatakan bahwa kadar air kesetimbangan suatu bahan merupakan fungsi dari suhu dan RH udara pengering. Tetapi pada Tabel 14. dan Tabel 15. pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  terjadi penyimpangan dimana nilai kadar air kesetimbangan pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  lebih besar dari kadar air kesetimbangan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ .

Penyimpangan tersebut dapat dijelaskan berdasarkan pernyataan Henderson dan Perry (1976) tersebut di atas bahwa kadar air kesetimbangan berbanding lurus dengan kelembaban relatif udara pengering. Dengan demikian dengan menurunnya kelembaban relatif maka kadar air kesetimbangan juga semakin menurun. Karena kelembaban relatif

udara pengering yang mengalami fluktuasi selama proses pengeringan maka dengan naiknya kelembaban relatif menyebabkan kadar air kesetimbangan menjadi naik sehingga terdapat penyimpangan dalam perhitungan nilai  $M_e$  pada kondisi tersebut.

Berdasarkan persamaan (15) yang dikemukakan oleh Nishimaya (1983) maka dapat dibentuk persamaan regresi nilai  $M_e$  kentang goreng pada tingkat suhu tertentu dari Tabel 13. sampai Tabel 16. berdasarkan model lempeng tak terbatas. Supriyono (1989) telah merumuskan  $M_e$  sebagai fungsi polinomial pangkat dua dari  $(T_{bk} - T_{bb})$  yang dinyatakan dengan persamaan :

$$M_e = A_1 + A_2 Z + A_3 Z^2 \quad (50)$$

dimana  $Z$  adalah selisih bola kering dan bola basah.

Dari nilai-nilai  $M_e$  pada Tabel 13. terbentuk persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det sebagai berikut :

$$M_e = 24.103872 - 1.897027 Z + 0.039797 Z^2$$

untuk  $10.5 \leq Z \leq 20$  dengan  $R^2 = 0.9790$

Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det adalah :

$$M_e = 14.104389 - 0.582111 Z + 0.003337 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 20$  dengan  $R^2 = 0.9988$



Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det adalah :

$$M_e = 16.081924 - 0.620963 Z + 0.007175 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 19.5$  dengan  $R^2 = 0.9999$

Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det adalah :

$$M_e = 8.272770 - 0.414579 Z + 0.005882 Z^2$$

untuk  $10 \leq Z \leq 21$  dengan  $R^2 = 0.9995$

## 2. Koefisien Pengeringan

Tiap model pengeringan lapisan tipis mempunyai nilai koefisien pengeringan  $K$  yang berbeda dengan model yang lainnya dan hanya dapat digunakan pada selang suhu dan kadar air tertentu (Brooker et al. 1974).

Dalam penelitian ini penentuan koefisien pengeringan  $K$  dilakukan secara simultan dengan nilai  $M_e$  berdasarkan model penduga LTT menggunakan program komputer pada Lampiran 2.

Nilai koefisien pengeringan  $K$  pada tiap-tiap kombinasi kondisi pengeringan dapat dilihat pada Tabel 17. sampai Tabel 20.



Tabel 17. Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Koefisien Pengeringan model LTT (1/jam)
1.	40	46	0.251181
2.	45	39	0.236617
3.	50	32	0.300201
4.	55	28	0.298539

Tabel 18. Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Koefisien Pengeringan model LTT (1/jam)
1.	40	44	0.230079
2.	45	37	0.272979
3.	50	33	0.304818
4.	55	27.5	0.302842

Tabel 19. Nilai Koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Koefisien Pengeringan model LTT (1/jam)
1.	40	44	0.207094
2.	45	37	0.297234
3.	50	32	0.344873
4.	55	28.5	0.330330



Tabel 20. Nilai koefisien pengeringan kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	RH (%)	Koefisien Pengeringan model LTT (1/jam)
1.	40	48	0.250345
2.	45	37	0.262517
3.	50	32	0.308299
4.	55	26	0.296735

Secara umum nilai koefisien pengeringan  $K$  yang terdapat dalam Tabel 17. sampai Tabel 20. meningkat dengan meningkatnya suhu udara pengering. Karena koefisien pengeringan menggambarkan unsur difusivitas massa, maka dengan meningkatnya suhu akan meningkatkan difusivitas massa dan dengan demikian meningkatkan nilai koefisien pengeringan.

Beberapa penyimpangan nilai  $K$  terlihat pada suhu pengeringan  $55^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dapat dijelaskan bahwa dalam perhitungan nilai koefisien pengeringan dengan komputer terdapat asumsi bahwa nilai  $k$  tidak dipengaruhi oleh kadar air sedangkan menurut Brooker et al. (1974) bila pengeringan dilakukan pada bahan dengan beda kadar air awal dan kadar air kesetimbangan besar, maka asumsi tersebut di atas akan menyebabkan kesalahan yang besar karena perhitungan kadar air yang didasarkan pada teori difusi.

Brooker et al. (1974), Hendersan dan Pabis (1961) dan Steffe dan Singh (1980) menyebutkan bahwa konstanta pengeringan bervariasi terhadap suhu udara pengering mengikuti persamaan Arrhenius (pers. 16). Persamaan tersebut dalam ditulis dalam bentuk :

$$K = \exp (C_1 - C_2/T) \quad (51)$$

Berdasarkan persamaan (50) serta Tabel 17. sampai Tabel 20. dapat disusun persamaan regresi nilai koefisien pengeringan K berdasarkan model LTT sebagai berikut :

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det :

$$K = \exp (3.525187 + 1548.809448/T) \\ \text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \quad , \quad R^2 = 0.6470$$

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det :

$$K = \exp (4.736864 + 1930.243395/T) \\ \text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \quad , \quad R^2 = 0.8545$$

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det :

$$K = \exp (8.766998 + 3206.278932/T) \\ \text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \quad , \quad R^2 = 0.7577$$



Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det :

$$K = \exp (3.036207 + 1382.439112/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  ,  $R^2 = 0.7761$

**D. UJI KEABSAHAN MODEL**

Keabsahan model pengeringan ditentukan dengan uji kebaikan suai. Nilai-nilai hasil pengujian model terhadap hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 21. sampai Tabel 24.

Tabel 21. Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

Suhu (°)	$\chi^2$ model LTT	$\chi^2_{0.005}$	$R^2$
40	2.10919	40.00	0.83338
45	1.54945	53.67	0.90038
50	0.20861	46.93	0.97138
55	1.66308	46.93	0.91954

Tabel 22. Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

Suhu (°)	$\chi^2$ model LTT	$\chi^2_{0.005}$	$R^2$
40	0.74281	46.93	0.90805
45	0.31466	46.93	0.93932
50	0.94311	46.93	0.94123
55	1.68524	53.67	0.93765

Tabel 23. Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

Suhu ( $^{\circ}$ )	$\chi^2$ model LTT	$\chi^2$ 0.005	$R^2$
40	0.60493	53.67	0.95966
45	0.08323	53.67	0.97984
50	0.71293	46.93	0.93500
55	0.58214	46.93	0.96263

Tabel 24. Hasil uji kebaikan suai untuk kentang goreng pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

Suhu ( $^{\circ}$ )	$\chi^2$ model LTT	$\chi^2$ 0.005	$R^2$
40	0.53299	53.67	0.93898
45	0.76916	53.67	0.94568
50	1.17513	46.93	0.92658
55	13.20626	53.67	0.87482

Dari Tabel 21. sampai Tabel 24. dapat dilihat bahwa nilai khi-kuadrat model LTT semua berada di bawah daerah penolakan. Hal ini berarti bahwa model LTT menduga perubahan kadar air bahan selama waktu pengeringan dengan tepat.

Pengujian data percobaan dengan uji kebaikan suai menunjukkan bahwa model yang digunakan mempunyai peubah acak  $\chi^2$  yang lebih kecil dari pada nilai khi-kuadrat  $\chi^2_{\alpha}$  pada taraf kepercayaan  $\alpha = 0.005$ . Hal ini berarti bahwa hasil dugaan berada dibawah batas minimum kepercayaan akan peluang kegagalan sebesar 0.5 %.

Dengan demikian frekwensi pengamatan dekat dengan frekwensi harapan padanannya.

Keadaan ini juga dapat dijelaskan dengan nilai regresi  $R^2$  yang berkisar antara 0.83338 - 0.97984, yang berarti bahwa kesesuaian model pendugaan dengan hasil percobaan berkisar antara 83.338% sampai 97.984%. Dengan demikian peluang kesalahan hasil pendugaan terhadap data percobaan antara 2.016% sampai 16.662%.

Pada Tabel 24. terlihat bahwa pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$ , nilai khi-kuadrat lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lainnya pada kecepatan aliran udara yang sama. Menurut Brooker et al. (1974) ada dua faktor yang dapat menyebabkan penyimpangan ini yaitu kurang tepatnya pengambilan kondisi awal dan kondisi batas serta kurang tepatnya anggapan bahwa koefisien pengeringan tidak tergantung pada kadar air awal bahan.

#### E. KOEFISIEN REHIDRASI

Rehidrasi sebagai proses pengambilan kadar air bahan setelah mengalami proses pengeringan menunjukkan kemampuan bahan memperoleh kembali ukuran dan bentuk bahan menyerupai bahan sebelum pengeringan.

Nilai koefisien rehidrasi kentang goreng pada masing-masing kombinasi kondisi pengeringan, massa kentang goreng setelah proses penggorengan, massa

kentang goreng setelah proses pengeringan dan massa kentang goreng setelah proses rehidrasi dan pemanasan dalam oven disajikan pada Tabel 25.

Dari Tabel 25. dapat dilihat bahwa nilai koefisien rehidrasi berkisar antara 1.138 sampai 1.727. Nilai ini menunjukkan bahwa kentang goreng hasil rehidrasi memiliki kemampuan menyerap kembali air sebesar 0.138 sampai 0.727 kali massa kentang goreng hasil pengeringan.

Massa kentang goreng setelah proses rehidrasi pada tiap-tiap kombinasi perlakuan terlihat lebih rendah dibandingkan massa kentang goreng awal sebelum proses pengeringan. Hal ini dapat dijelaskan dengan pernyataan Luh dan Woodroof (1975) bahwa struktur bahan yang mengkerut dan menciut tidak dapat kembali ke bentuk semula secara sempurna. Namun penyimpangan terlihat pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 2.0 m/det serta suhu  $55^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan udara 1.0 m/det. dan 2.0 m/det. Pada kombinasi perlakuan tersebut di atas terlihat bahwa massa kentang goreng hasil rehidrasi lebih tinggi dari massa kentang sebelum proses pengeringan. Penyimpangan ini terjadi pada suhu pengeringan yang tinggi dimana kontak bahan dengan suhu tinggi yang berlangsung dalam waktu lama menyebabkan merusakkan elastisitas dinding sel. Rusaknya dinding sel menyebabkan air yang diserap



Tabel 25. Koefisien rehidrasi kentang goreng hasil pengeringan

Perlakuan	M.awal (gram)	M.kering (gram)	M.rehidrasi (gram)	Koef. rehi drasi
A1B1	53.72	45.84	52.18	1.138
A2B1	55.32	38.44	54.57	1.420
A3B1	47.55	34.57	45.48	1.316
A4B1	57.24	39.15	60.23	1.538
A1B2	51.40	39.72	48.42	1.210
A2B2	51.54	39.62	49.92	1.260
A3B2	42.53	29.20	40.57	1.389
A4B2	72.12	46.13	64.00	1.387
A1B3	67.88	43.79	58.48	1.335
A2B3	59.51	44.80	59.47	1.327
A3B3	51.17	36.57	63.13	1.727
A4B3	53.11	34.43	58.26	1.692
A1B4	61.86	44.78	58.27	1.301
A2B4	58.23	39.11	44.66	1.142
A3B4	56.57	37.67	54.24	1.440
A4B4	62.89	38.39	50.70	1.302

pada saat rehidrasi mengisi rongga-rongga antar sel dengan volume lebih besar.

Dengan demikian nilai koefisien rehidrasi yang makin tinggi tidak berimplikasi bahwa produk yang diperoleh akan sesuai dengan produk awalnya tetapi perlu diperhatikan kondisi pengeringan sehingga tidak merusak tekstur bahan.

Tabel 26. Nilai mutu kentang goreng pada 4 tingkat suhu pengeringan

Perlakuan	n	Kadar Air (% bb)	Kadar Lemak (%)	Vitamin C (g/100g)	FFA (% FFA)
Kentang goreng kering	2	9.96+0.11 (9.88-10.03)	19.91+0.20 (19.77-20.05)	4.38+0.32 (4.15-4.60)	0.919+0.133 (0.825-1.013)
Kentang beku standard	2	61.97+0.23 (61.70-62.03)	5.24+0.02 (5.22-5.25)	7.14+0.03 (7.12-7.16)	0.939+0.058 (0.798-0.880)
Kentang rehidrasi hasil pengeringan					
T = 40 C	4	45.68+3.33 (41.07-48.98)	12.67+1.70 (10.18-15.19)	3.62+0.55 (3.04-4.27)	1.610+0.283 (1.233-1.910)
T = 45 C	4	46.85+2.31 (44.16-49.80)	11.96+1.49 (10.02-13.62)	3.19+0.48 (2.81-3.87)	1.718+0.147 (1.575-1.924)
T = 50 C	4	54.72+4.65 (48.08-58.95)	8.48+0.93 (7.44-9.47)	3.74+0.40 (3.39-4.32)	2.139+0.274 (1.905-2.474)
T = 55 C	4	48.69+4.10 (43.44-52.02)	10.49+3.31 (7.44-14.59)	3.17+0.26 (2.81-3.44)	1.570+0.299 (1.303-1.988)
Kentang goreng standard	2	33.84+4.70 (23.34-40.90)	20.68+3.50 (18.205-23.16)	5.55+0.22 (5.39-5.705)	1.917+0.058 (1.846-1.988)

## F. ANALISA MUTU

Analisis mutu yang dilakukan bertujuan mengetahui mutu kentang goreng kering terhadap kentang beku standard dan mutu kentang hasil rehidrasi dari kentang goreng kering terhadap kentang hasil penggorengan dari kentang beku standard yang diperoleh dari 2 rumah makan di Bogor. Nilai mutu yang dibandingkan terdiri dari kadar air, kadar lemak, asam askorbat (vitamin C) dan asam lemak bebas. Dalam Tabel 26. dapat dilihat nilai mutu kentang goreng kering terhadap kentang beku standard dan kentang rehidrasi dari hasil pengeringan terhadap kentang hasil penggorengan kentang beku standard.

Dari Tabel 26. dapat dilihat bahwa kentang goreng hasil pengeringan memiliki kadar air rata-rata 9.955 % bb sedangkan kentang goreng hasil pembekuan masih memiliki kadar air rata-rata 61.865% bb. Hal ini dapat dimengerti karena penggorengan setengah matang sebelum pembekuan berlangsung dalam waktu singkat. Dengan demikian tidak terjadi pengurangan kadar air dalam jumlah yang besar, hal ini juga terlihat dari faktor penyerapan minyak yang rendah dimana hasil analisis menunjukkan kadar lemak rata-rata sebesar 5.235% sedangkan kentang goreng kering yang mengalami proses

penggorengan matang memiliki kadar lemak rata-rata 19.91%.

Kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan rata-rata sebesar 4.375g/100g. Nilai ini lebih rendah dari kandungan vitamin C dalam kentang goreng beku yang mengalami proses penggorengan setengah matang dengan rata-rata 7.14g/100g. Hasil analisa asam lemak bebas menunjukkan bahwa kadar lemak yang lebih tinggi pada kentang goreng kering menyebabkan nilai FFA lebih tinggi dibandingkan pada kentang goreng beku.

Berdasarkan Tabel 26, dapat dilihat bahwa kentang goreng hasil penggorengan kentang beku standard yang diperoleh dari restoran memiliki kadar air rata-rata 33.84 % basis basah sedangkan kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan memiliki kadar air rata-rata terendah 45.68 % bb yaitu pada suhu pengeringan 40°C. Nilai terendah dari kisarannya (41.07 % bb) mendekati nilai tertinggi kisaran kadar air kentang goreng standard (40.90 % bb). Perbedaan ini dapat dijelaskan dengan pernyataan Luh dan Woodroof (1975) bahwa proses pengeringan yang berlangsung lama akan menyebabkan perubahan elastisitas dinding sel dan daya serap bahan. Dengan demikian proses rehidrasi tidak sesederhana kebalikan proses pengeringan karena lapisan luar mengalami tekanan yang besar dan terjadi kerusakan

dinding sel. Air yang terserap selama rehidrasi sebagian besar akan mengisi celah-celah antar sel dengan volume yang lebih besar karena dinding sel telah menyusut.

Kadar lemak kentang goreng yang telah mengalami proses pengeringan sebelumnya menjadi lebih rendah dibandingkan kentang goreng yang diperoleh dari restoran (20.68%). Dari Tabel 25. terlihat bahwa adanya pengaruh suhu pengeringan terhadap penurunan kadar lemak. Dengan semakin tinggi suhu pengering menyebabkan semakin banyak lemak yang dapat dikurangi dari kentang goreng. Berdasarkan nilai rata-rata terlihat bahwa terjadi penyimpangan pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  dimana kadar lemak (10.49%) lebih tinggi dari kadar lemak pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  (8.48%), namun jika dilihat nilai simpangan baku pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  (3.31%) lebih tinggi dibandingkan simpangan baku pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  (0.93%). Hal ini berarti bahwa kadar lemak pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  memiliki peluang untuk mencapai nilai lebih rendah dari pada kadar lemak pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ .

Dari Tabel 26. terlihat bahwa terjadi penurunan kandungan vitamin C akibat pengaruh suhu pengeringan. Kandungan rata-rata vitamin C pada kentang goreng pada restoran sebesar 5.55g/100g. Thijsen dan Kerkhof di dalam Hoyem dan kvale (1977) telah menuliskan bahwa



pengaruh suhu terhadap perubahan reaksi kimia dan proses fisik mengikuti persamaan eksponensial Arrhenius. Dengan demikian semakin tinggi suhu maka kandungan vitamin C akan menurun secara eksponensial. Namun terlihat terjadi penyimpangan pada suhu pengering 50°C dimana rata-rata kandungan vitamin C (3.74g/100g) lebih tinggi daripada suhu pengering 45°C (3.19g/100g). Penyimpangan ini dapat berasal dari kandungan asam askorbat yang tidak seragam pada komoditi kentang segar yang diolah.

Prosentasi asam-asam yang tidak terikat dalam minyak goreng menunjukkan tingkat kerusakan minyak dan hal ini mempengaruhi daya simpan kentang goreng. Dari Tabel 26. terlihat bahwa kadar asam lemak bebas dalam kentang goreng standard tidak terlalu beda dengan kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan. Walaupun kadar FFA rata-rata pada produk standard lebih tinggi namun kisaran tertinggi (1.988%) mendekati kisaran tertinggi pada suhu 40°C (1.910%), 45°C (1.924%) dan suhu 55°C (1.988%). Hanya pada suhu 50°C kisaran kadar FFA lebih tinggi dari perlakuan lainnya dengan rata-rata 2.139% dimana nilai terendah kisaran (1.905%) mendekati nilai tertinggi kisaran standard (1.988%). Semakin tinggi kadar FFA menunjukkan umur simpan semakin pendek dan mendekati kerusakan.

Keuntungan kentang goreng hasil pengeringan dibandingkan dengan kentang beku standard adalah :

1. Waktu pengeringan berlangsung singkat karena kadar air awal pengeringan yang rendah setelah proses penggorengan.
2. Waktu penyimpanan dapat berlangsung lama tanpa merusak mikrobiologis karena produk telah mencapai kadar air kesetimbangan.
3. Biaya penyimpanan murah karena dapat disimpan tanpa pendinginan.
4. Pengeringan kentang setelah digoreng dapat menghindari browning jika dibandingkan pengeringan kentang mentah.

Sedangkan kelemahan kentang goreng hasil pengeringan adalah :

1. Kemungkinan ketengikan dapat terjadi selama penyimpanan karena produk berminyak.
2. Proses pengeringan agak terhambat karena pembentukan kerak pada permukaan kentang goreng setelah proses penggorengan

#### 1. Kadar Lemak

Berdasarkan persamaan (35) yang dikemukakan oleh Thijssen dan Kerkhof di dalam Hoyam dan Kvale (1977) maka dapat dibentuk persamaan regresi nilai

penurunan kadar lemak dalam kentang goreng berdasarkan nilai-nilai hasil analisa kadar lemak dalam Tabel 26. sampai Tabel 29.

Tabel 27. Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Kadar Lemak (%)
1.	40	46	15.19
2.	45	39	13.62
3.	50	32	7.995
4.	55	28	8.225

Tabel 28. Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Kadar Lemak (%)
1.	40	44	12.32
2.	45	37	11.83
3.	50	33	9.04
4.	55	27.5	11.73

Tabel 29. Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Kadar Lemak (%)
1.	40	44	12.97
2.	45	37	12.365
3.	50	32	7.435
4.	55	28.5	14.585



Tabel 30. Kadar lemak dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Kadar Lemak (%)
1.	40	48	10.18
2.	45	37	10.02
3.	50	32	9.465
4.	55	26	7.435

Persamaan regresi kadar lemak kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det :

$$k = 40.8237320 \exp(-199.8438595/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \text{ dengan } R^2 = 0.0979$$

Persamaan regresi kadar lemak kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det :

$$k = 16.41245537 \exp(-35.02921452/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \text{ dengan } R^2 = 0.904$$

Persamaan regresi kadar lemak kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det :

$$k = 12.19988608 \exp(-2.44098834/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \text{ dengan } R^2 = 0.999$$

Persamaan regresi kadar lemak kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det :

$$k = 18.98974250 \exp (-65.66381658/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \text{ dengan } R^2 = 0.552$$

## 2. Asam Askorbat (Vitamin C)

Hasil analisa kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada tiap-tiap kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 30. sampai Tabel 33.

Tabel 31. Kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Vitamin C (g/100g)
1.	40	46	3.325
2.	45	39	3.165
3.	50	32	3.385
4.	55	28	3.440

Tabel 32. Kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Vitamin C (g/100 g)
1.	40	44	3.865
2.	45	37	2.900
3.	50	33	3.600
4.	55	27.5	2.810

Tabel 33. Kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Vitamin C (g/100 g)
1.	40	44	3.035
2.	45	37	2.810
3.	50	32	4.320
4.	55	28.5	3.210

Tabel 34. Kandungan vitamin C dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Vitamin C (g/100 g)
1.	40	48	4.265
2.	45	37	3.870
3.	50	32	3.650
4.	55	26	3.210

Persamaan regresi kandungan vitamin C kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det :

$$k = 2.707700854 \exp (-4.197790855/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \text{ dengan } R^2 = 0.969$$

Persamaan regresi kandungan vitamin C kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det :

k = 6.04282272 exp (-18.58151226/T)

untuk 313 ≤ T ≤ 328 dengan R<sup>2</sup> = 0.465

Persamaan regresi kandungan Vitamin C kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det :

k = 1.04965321 exp (-15.50624225/T)

untuk 313 ≤ T ≤ 328 dengan R<sup>2</sup> = 0.550

Persamaan regresi kandungan vitamin C kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det :

k = 7.51330066 exp (-25.4432330/T)

untuk 313 ≤ T ≤ 328 dengan R<sup>2</sup> = 0.275

3. Asam Lemak Bebas

Hasil analisa kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada tiap-tiap kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 34. sampai 37.

Tabel 35. Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det

No.	Suhu (°C)	RH (%)	Kandungan FFA (%)
1.	40	46	1.594890
2.	45	39	1.574635
3.	50	32	2.474090
4.	55	28	1.564740



Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan tidak boleh disalin atau diperjualbelikan tanpa izin tertulis dari IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University di www.ipb.ac.id. IPB University adalah lembaga pendidikan yang berorientasi pada pengembangan sumber daya manusia yang unggul, berprestasi, dan berwawasan lingkungan.

Tabel 36. Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det

No.	Suhu ( <sup>o</sup> C)	RH (%)	Kandungan FFA (%)
1.	40	44	1.701980
2.	45	37	1.689195
3.	50	33	1.926150
4.	55	27.5	1.422880

Tabel 37. Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det

No.	Suhu ( <sup>o</sup> C)	RH (%)	Kandungan FFA (%)
1.	40	44	1.233105
2.	45	37	1.923940
3.	50	32	2.250915
4.	55	28.5	1.302950

Tabel 38. Kandungan FFA dalam kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det

No.	Suhu ( <sup>o</sup> C)	RH (%)	Kandungan FFA (%)
1.	40	48	1.910330
2.	45	37	1.685990
3.	50	32	1.904600
4.	55	26	1.987785

Persamaan regresi kandungan FFA kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det :

$$k = 0.983419853 \exp (-5.585704897/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  dengan  $R^2 = 0.800$

Persamaan regresi kandungan FFA kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det :

$$k = 2.336109468 \exp (-4.400627956/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  dengan  $R^2 = 0.865$

Persamaan regresi kandungan FFA kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det :

$$k = 1.023885415 \exp (-4.419202162/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  dengan  $R^2 = 0.855$

Persamaan regresi kandungan FFA kentang goreng hasil pengeringan pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det :

$$k = 1.381205522 \exp (-3.318565760/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  dengan  $R^2 = 0.935$

## 2. PENILAIAN ORGANOLEPTIK

### 1. Aroma

Skor aroma kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan berkisar antara 4.13 - 6.27 yakni antara

agak lebih baik sampai agak lebih buruk dengan rata-rata seluruh perlakuan 5.22, yakni sedikit di bawah nilai standard. Skor tertinggi (6.27) didapat pada perlakuan suhu pengering 55°C dengan kecepatan aliran udara 2.0 m/det. Sedangkan skor terendah didapatkan pada perlakuan suhu pengering 40°C dengan kecepatan aliran udara 2.5 m/det.

Dari hasil uji sidik ragam terhadap hasil organoleptik aroma diketahui bahwa suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberi pengaruh yang nyata meningkatkan skor aroma. Namun interaksi antara suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil pengujian BNT terlihat bahwa beda nyata terkecil perlakuan suhu pengering dan kecepatan aliran udara masing-masing 0.4079, artinya bahwa dengan beda skor 0.4079 telah memberi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Namun interaksi antara suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberikan beda nyata terkecil sebesar 0.8157.

## 2. Tekstur

Skor tekstur kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan berkisar antara 4.73 - 7.20 yakni antara sama sampai lebih buruk dengan rata-rata seluruh

perlakuan 5.78, yakni antara sama sampai lebih buruk. Skor tertinggi (7.20) didapat pada perlakuan suhu pengering 45°C dengan kecepatan aliran udara 2.5 m/det. Sedangkan skor terendah didapatkan pada perlakuan suhu pengering 50°C dengan kecepatan aliran udara 2.0 m/det.

Dari hasil uji sidik ragam terhadap hasil organoleptik tekstur diketahui bahwa suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberi pengaruh yang nyata meningkatkan skor tekstur. Namun interaksi antara suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil pengujian BNT terlihat bahwa beda nyata terkecil perlakuan suhu pengering dan kecepatan aliran udara masing-masing 0.4977, artinya bahwa dengan beda skor 0.4977 telah memberi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Namun interaksi antara suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberikan beda nyata terkecil sebesar 0.9954.

### 3. Warna

Skor warna kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan berkisar antara 4.87 - 6.33 yakni antara sama sampai agak lebih buruk dari kontrol, dengan rata-rata seluruh perlakuan 5.62, yakni sama sampai



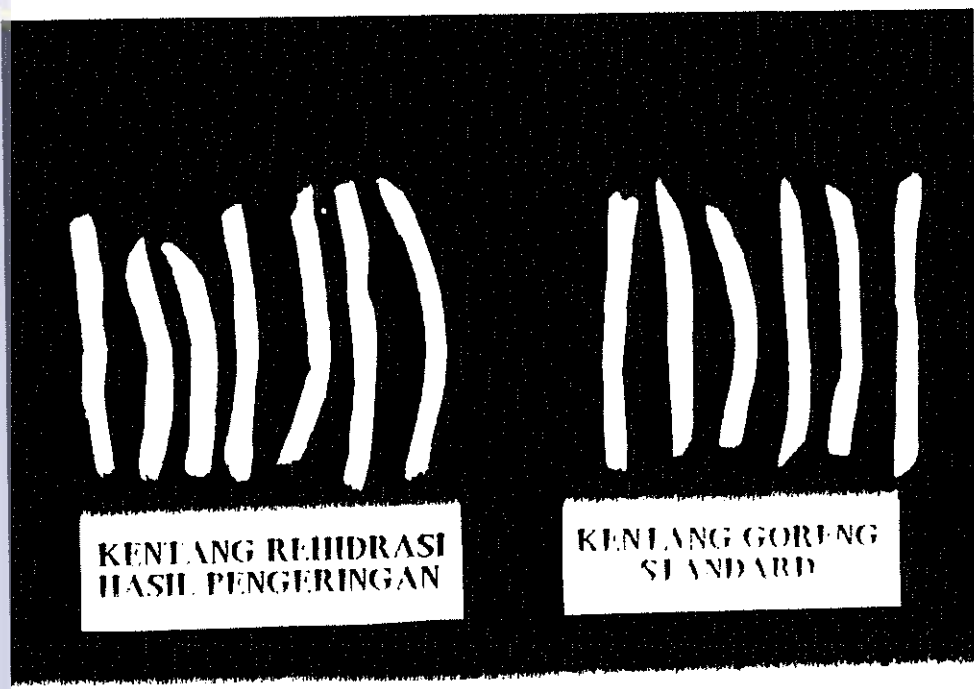
agak lebih buruk. Skor tertinggi (6.33) didapat pada perlakuan suhu pengering  $40^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan aliran udara 2.0 m/det. Sedangkan skor terendah didapatkan pada perlakuan suhu pengering  $40^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan aliran udara 2.5 m/det.

Pada Gambar 33. dapat dilihat bahwa kentang goreng hasil pengeringan yang memiliki skor uji organoleptik warna tertinggi memiliki warna yang lebih cerah dan bentuk yang lebih kokoh dibandingkan ketiga jenis kentang goreng hasil pengeringan yang memiliki skor terendah. Pada Gambar 34. dapat dilihat perbandingan antara kentang goreng hasil pengeringan dan kentang beku standard sedangkan Gambar 35. menyajikan gambar kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan dan kentang goreng standard.

Dari hasil uji sidik ragam terhadap hasil organoleptik warna diketahui bahwa suhu pengering dan kecepatan aliran udara tidak memberi pengaruh yang nyata secara terpisah terhadap skor warna. Namun interaksi antara suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara memberikan beda yang nyata.

Berdasarkan hasil pengujian BNT terlihat bahwa beda nyata terkecil perlakuan suhu pengering dan kecepatan aliran udara masing-masing 0.4257, artinya





Gambar 35. Perbandingan kentang rehidrasi hasil pengeringan dengan kentang goreng standard

bahwa dengan beda skor 0.4257 telah memberi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Namun interaksi antara suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberikan beda nyata terkecil sebesar 0.8514.

4. Rasa

Skor rasa kentang goreng rehidrasi hasil pengeringan berkisar antara 4.40 - 6.60 yakni antara agak lebih baik sampai lebih buruk dari kontrol, dengan rata-rata seluruh perlakuan 5.68, yakni antara sama sampai agak lebih buruk dari dari

kontrol. Skor tertinggi (6.60) didapat pada perlakuan suhu pengering  $45^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan aliran udara 1.0 m/det. Sedangkan skor terendah didapatkan pada perlakuan suhu pengering  $50^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan aliran udara 2.0 m/det.

Dari hasil uji sidik ragam terhadap hasil organoleptik rasa diketahui bahwa suhu pengering memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai skor rasa sedangkan kecepatan aliran udara tidak memberikan pengaruh yang nyata. Interaksi antara suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap skor organoleptik rasa.

Berdasarkan hasil pengujian BNT terlihat bahwa beda nyata terkecil perlakuan suhu pengering dan kecepatan aliran udara masing-masing 0.4919, artinya bahwa dengan beda skor 0.4079 telah memberi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Namun interaksi antara suhu pengering dan kecepatan aliran udara memberikan beda nyata terkecil sebesar 0.9837.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Pengeringan kentang goreng dilakukan pada kadar air awal antara 30.44323% bk - 69.19077% bk sampai kadar air kesetimbangan antara 8.841098% bk - 1.312093 % bk dengan penurunan secara eksponensial. Semakin tinggi suhu pengering dan semakin rendah kelembaban relatif udara pengering maka semakin rendah kadar air kesetimbangan yang dicapai.
2. Nilai kadar air kesetimbangan dan koefisien pengeringan ditentukan dengan menggunakan model teoritis pengeringan lapisan tipis bentuk geometris lempeng tak terbatas.
3. Model lempeng tak terbatas menduga penampilan pengeringan kentang goreng pada ketepatan tinggi dengan nilai regresi keabsahan model sebesar 0.833 sampai 0.980.
4. Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det adalah :

$$M_e = 24.103872 - 1.897027 Z + 0.039797 Z^2$$

untuk  $10.5 \leq Z \leq 20$  dengan  $R^2 = 0.9790$

Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det adalah :

Hal ini didukung dengan adanya...  
1. Diikuti dengan...  
2. Dengan menggunakan...  
3. Dengan menggunakan...  
4. Dengan menggunakan...  
5. Dengan menggunakan...  
6. Dengan menggunakan...  
7. Dengan menggunakan...  
8. Dengan menggunakan...  
9. Dengan menggunakan...  
10. Dengan menggunakan...

$$Me = 14.104389 - 0.582111 Z + 0.003337 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 20$  dengan  $R^2 = 0.9988$

Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan (Me) pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det adalah :

$$Me = 16.081924 - 0.620963 Z + 0.007175 Z^2$$

untuk  $11 \leq Z \leq 19.5$  dengan  $R^2 = 0.9999$

Persamaan regresi nilai kadar air kesetimbangan (Me) pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det adalah :

$$Me = 8.272770 - 0.414579 Z + 0.005882 Z^2$$

untuk  $10 \leq Z \leq 21$  dengan  $R^2 = 0.9995$

5. Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 1.0 m/det :

$$K = \exp (3.525187 + 1548.809448/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  ,  $R^2 = 0.6470$

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 1.5 m/det :

$$K = \exp (4.736864 + 1930.243395/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  ,  $R^2 = 0.8545$

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 2.0 m/det :

$$K = \exp (8.766998 + 3206.278932/T)$$

untuk  $313 \leq T \leq 328$  ,  $R^2 = 0.7577$

Persamaan regresi nilai koefisien pengeringan (K) pada kecepatan aliran udara 2.5 m/det :

$$K = \exp (3.036207 + 1382.439112/T)$$

$$\text{untuk } 313 \leq T \leq 328 \quad , \quad R^2 = 0.7761$$

6. Hasil analisis mutu menunjukkan bahwa kentang goreng rehidrasi memiliki kadar air lebih tinggi (45.68% bb - 54.72 % bb) dari kentang goreng beku standard (33.84% bb), kadar lemak lebih rendah (8.48% - 12.67%) dari kentang goreng beku standard (20.68%). kandungan vitamin C lebih rendah (3.17g/100g - 3.74g/100g) dari kentang goreng beku standard (5.55g/100g) dan kadar asam lemak bebas kentang goreng beku standard (1.917% FFA) berada dalam kisaran asam lemak bebas kentang goreng rehidrasi (1.570 % FFA - 2.139 % FFA).
7. Penilaian organoleptik menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan kecepatan aliran udara pengering memberikan beda yang nyata terhadap faktor warna kentang goreng dengan beda nyata terkecil 0.8514. Kombinasi perlakuan suhu 40°C dan kecepatan aliran udara 2.0 m/det memberikan hasil pengeringan yang terbaik dengan skor warna tertinggi 6.33.

## B. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkaji penghambatan kerak dalam proses pengeringan. Karena pembentukan kerak terjadi selama proses

penggorengan maka penentuan kombinasi suhu dan lama penggorengan yang tepat akan menentukan perbandingan kerak dan isi yang optimum sehingga pengeringan dapat berjalan dengan baik.

2. Untuk menghindari kemungkinan ketengikan produk kentang goreng hasil pengeringan perlu dipelajari bentuk dan jenis kemasan yang cocok untuk tujuan penyimpanan serta perlu dikaji pemberian antioksidan yang tepat.





## L A M P I R A N

Halaman ini adalah Lampiran Ujian.

1. Dilakukan dengan cara mengisi formulir yang ada di bagian atas dan menyerahkan ke bagian yang bersangkutan.
2. Pengisian formulir harus dilakukan dengan jujur, tidak boleh ada unsur-unsur kecurangan.
3. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
4. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
5. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
6. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
7. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
8. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
9. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.
10. Pengisian formulir harus dilakukan dengan menggunakan alat tulis yang disediakan.

Lampiran 1. Daftar nilai akar positif fungsi Bessel orde nol jenis pertama \*)

n	$\tau_n$	n	$\tau_n$
1	2.4048	21	65.1900
2	5.5201	22	68.3315
3	8.6540	23	71.4730
4	11.7920	24	74.6145
5	14.9310	25	77.7560
6	18.1710	26	80.8976
7	21.2120	27	84.0391
8	24.3520	28	87.1806
9	27.4930	29	90.3222
10	30.6350	30	93.4637
11	33.7758	31	96.6053
12	36.9170	32	99.7468
13	40.0584	33	102.8880
14	43.1998	34	106.0300
15	46.3412	35	109.1720
16	49.2846	36	112.3130
17	52.6241	37	115.4550
18	55.7655	38	118.5960
19	58.9070	39	121.7380
20	62.0485	40	124.8790

\*) Sumber : Perry (1963)

## Lampiran 2. Program komputer penentuan nilai Me dan K

```

PROGRAM GABUNGAN;
USES CRT;
CONST A1=0.001693545;
      L=0.00635;

VAR MB, MK, A, KAB, KAK,
    LPB, LPK, T      : ARRAY [1..100] OF REAL;
    MW, P, SH, V, RH : REAL;
    I, J, JD, TBH, K, MAXITER, DERET, JH, HD : INTEGER;
    PILIH : ARRAY[1..3] OF CHAR;
    JH1, JAMBAR, CETAK, JW, PLH : CHAR;
    NAMA_FILE, NAMA_FILE1 : STRING[12];
    FILEINPUT, FILEOUTPUT,
    FILEAWAL, FILEKAD, FILETH : TEXT;
    S1,S2,R1,R2,X1,X2      : REAL;
    KA, M, TH, MDL, SISA  : ARRAY[0..100] OF REAL;
    DK,DME,ME0,KO,MO,KO1,ME01,FRSHE,FRSK,JYS : REAL;
    KODE : BYTE;
    SALAH : BOOLEAN;

PROCEDURE PERIKSA (VAR SALAH:BOOLEAN);
VAR KODE:BYTE;
PROCEDURE PESAN (KETERANGAN: STRING);
BEGIN
  GOTOXY(10,21);
  WRITE(KETERANGAN);
  GOTOXY(10,22);
  WRITE('TEKAN ENTER');
  REPEAT UNTIL READKEY=#13;
END;
BEGIN
  IF SALAH THEN
    BEGIN
      CASE KODE OF
        93: PESAN('FILE TAK DITEMUKAN');
        003: PESAN('LINTASAN TAK DITEMUKAN');
        004: PESAN('FILE TAK PAPAN DIBUKA');
        100: PESAN('KESALAHAN TERJADI SEMAKTU PEMBACAAN DISK');
        101: PESAN('DISK PENUH');
        150: PESAN('DISK TERPROTEKST');
        152: PESAN('DISK DRIVE BELUM SIAP');
      ELSE
        GOTOXY(10,21);
        WRITE ('KESALAHAN BELUM DIDEFINISIKAN, KODE KESALAHAN= ',KODE);
      END;
    END;
  END;

```

```

WRITE('TEKAN ENTER');
REPEAT UNTIL READKEY=#13;
END;
END;
END;

(↑PROSES PENGISIAN NILAI AWAL↑)

PROCEDURE INISIAL(NAMA_FILE : STRING);
BEGIN
  CLRSCR;
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.INS';
  ASSIGN(FILEAWAL,NAMA_FILE1);
  REWRITE(FILEAWAL);
  CLRSCR;
  GOTOXY(15,3);
  WRITELN('      IDENTITAS DATA');
  GOTOXY(17,6);
  WRITE('SUHU PENGERINGAN      : '); READ(SH);
  GOTOXY(51,6);
  WRITE('RH : '); READLN(RH);
  GOTOXY(17,7);
  WRITE('KECEPATAN ALIRAN UDARA : '); READLN(V);
  GOTOXY(10,9);
  WRITE('KADAR AIR AWAL : '); READLN(KAB[1]);
  GOTOXY(10,10);
  WRITE('MASA WADAH      : '); READLN(MW);
  GOTOXY(10,11);
  WRITE('BANYAKNYA DATA : '); READLN(JD);
  WRITELN(FILEAWAL,SH:10:5,RH:10:5,V:10:5,KAB[1]:10:5,MW:10:5,JD:4);
  CLOSE(FILEAWAL);
END;

(↑ PROSES MASUKAN DATA ↑)

PROCEDURE INPUT(NAMA_FILE:STRING);
BEGIN
  CLRSCR;
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.INS';
  ASSIGN(FILEAWAL,NAMA_FILE1);
  (↑I-↓)
  RESET(FILEAWAL);
  (↑I+↓)
  KODE:=IORESULT;
  SALAH:=(KODE<>0);
  PERIKSA(SALAH);
  READLN(FILEAWAL,SH,RH,V,KAB[1],MW,JD);
  CLOSE(FILEAWAL);
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.DAT';
  ASSIGN(FILEINPUT,NAMA_FILE1);
  REWRITE(FILEINPUT);

```



```

K:=1;
REPEAT
CLRSCR;
GOTOXY(20,5);
WRITELN('MODUL INPUT DATA');
GOTOXY(20,6);
WRITELN('=====');
GOTOXY(5,8);
WRITELN('SUHU PENDINGIN DAN RH : ',SH:6:2,' C DAN ',RH:6:2,' %');
GOTOXY(5,9);
WRITELN('KECEPATAN ALIRAN UDARA: ',V:10:4,' M/DETIK');
GOTOXY(5,10);
WRITELN('-----');
GOTOXY(5,11);
WRITELN(' WAKTU (MENIT) MASA KOTOR PENIMBANGAN');
GOTOXY(5,12);
WRITELN('-----');
WINDOW(0,13,79,20);
FOR I:=K TO JD DO
BEGIN
J:=WHEREY;
IF J>20 THEN
BEGIN
J:=13;
CLRSCR;
GOTOXY(20,5);
WRITELN('MODUL INPUT DATA');
GOTOXY(20,6);
WRITELN('=====');
GOTOXY(5,8);
WRITELN('SUHU PENDINGIN DAN RH : ',SH:6:2,' C DAN ',RH:6:2,' %');
GOTOXY(5,9);
WRITELN('KECEPATAN ALIRAN UDARA: ',V:10:4,' M/DETIK');
GOTOXY(5,10);
WRITELN('-----');
GOTOXY(5,11);
WRITELN(' WAKTU (MENIT) MASA KOTOR PENIMBANGAN');
GOTOXY(5,12);
WRITELN('-----');
END;
GOTOXY(5,J);
WRITE(I);
GOTOXY(12,J); WRITE('T',I:2,' '); READLN(T[I]);
GOTOXY(30,J); WRITE('MK',I:2,' '); READLN(MK[I]);
END;
CLRSCR;
GOTOXY(5,20);
WRITE('APAKAH ANDA MAU MENAMBAH DATA LAGI ? (Y/T)');
READLN(JAWAB);
IF (JAWAB='Y') OR (JAWAB='y') THEN
BEGIN

```

```

CLRSCR;
GOTOXY(5,10);
WRITE('MASUKAN JUMLAH DATA YANG DITAMBAHKAN : '); READLN(TBH);
  X:=JD+1;
  JD:=JD+TRH;
END;

UNTIL UPCASE(JAHAB)='T';
CLRSCR;
FOR I:=1 TO JD DO WRITELN(FILEINPUT,T[I]:8:4,MK[I]:10:4);
CLOSE(FILEINPUT);
NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.INS';
ASSIGN(FILEAHAL,NAMA_FILE1);
REWRITE(FILEAHAL);
WRITELN(FILEAHAL,SH:8:3,RH:8:3,V:8:3,KAB[1]:9:5,MW:9:4,JD:4);
CLOSE(FILEAHAL);

END;

PROCEDURE PRINT(NAMA_FILE:STRING);
BEGIN
  CLRSCR;
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.INS';
  ASSIGN(FILEAHAL,NAMA_FILE1);
  {$I-}
  RESET(FILEAHAL);
  {$I+}
  KODE:=IORESULT;
  SALAH:=(KODE <>0);
  PERIKSA(SALAH);
  READLN(FILEAHAL,SH,RH,V,KAB[1],MW,JD);
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.FRN';
  ASSIGN(FILEOUTPUT,NAMA_FILE1);
  REWRITE(FILEOUTPUT);
  WRITELN(FILEOUTPUT,'KADAR AIR AMAL          : ',KAB[1]:8:4,' % BB');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'MASSA MADAH          : ',MW:8:4,' GRAM');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'SUHU PENDINGIN DAN RH : ',SH:8:3,' C DAN ',RH:8:3,' %');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'KECEPATAN ALIRAN UDARA: ',V:8:3,' M/BETIK');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'-----');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'NO. WAKTU   MASSA KOTOR  MASSA BAHAN    KADAR AIR      LAJU PENDINGIN ');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'(MENIT)    (GRAM)      (GRAM)      (% B.B)      (% B.K)  (% B.B/MNT) (% B.K/MNT) ');
  WRITELN(FILEOUTPUT,'-----');
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.KAD';
  ASSIGN(FILEKAD,NAMA_FILE1);
  REWRITE(FILEKAD);
  NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.DAT';
  ASSIGN(FILEINPUT,NAMA_FILE1);
  {$I-}
  RESET(FILEINPUT);
  {$I+}
  KODE:=IORESULT;
  SALAH:=(KODE <>0);

```

```

PERIKSA(SALAH);
I:=1;
WHILE NOT EOF(FILEINPUT) DO
  BEGIN
    READLN(FILEINPUT,T[I],MK[I]);
    MB[I]:=MK[I]-MW;
    IF I=1 THEN
      BEGIN
        A[I]:=(KAB[I]*MB[I])/100;
        P:=MB[I]-A[I];
        LPB[I]:=0;
        LPK[I]:=0;
        KAK[I]:=(A[I]/P)*100;
      END
    ELSE
      BEGIN
        A[I]:=MB[I]-P;
        KAB[I]:=(A[I]/MB[I])*100;
        KAK[I]:=(A[I]/P)*100;
        LPB[I]:=(KAB[I-1]-KAB[I])/(T[I]-T[I-1]);
        LPK[I]:=(KAK[I-1]-KAK[I])/(T[I]-T[I-1]);
      END;
    GOTOXY(5,20);
    WRITE('TUNGGU SEDANG PROSES .....');
    WRITE(FILEOUTPUT,I:3);
    WRITE(FILEOUTPUT,T[I]:8:2);
    WRITE(FILEKAD,T[I]:8:2);
    WRITE(FILEOUTPUT,MK[I]:10:5);
    WRITE(FILEOUTPUT,MB[I]:14:5);
    WRITE(FILEOUTPUT,YAB[I]:11:5);
    WRITE(FILEOUTPUT,KAK[I]:11:5);
    WRITE(FILEKAD,KAB[I]:11:5);
    WRITELN(FILEKAD,KAK[I]:11:5);
    WRITE(FILEOUTPUT,LPB[I]:13:5);
    WRITELN(FILEOUTPUT,LPK[I]:13:5);
    I:=I+1;
  END;
WRITELN(FILEOUTPUT,'-----');
CLOSE(FILEANAL);
CLOSE(FILEINPUT);
CLOSE(FILEOUTPUT);
CLOSE(FILEKAD);

END;

PROCEDURE INPUT_DATA;
BEGIN
  REPEAT
    CLRSCR;
    GOTOXY(5,5);
    WRITE('APAKAH FILE DATA ANDA SUDAH ADA (S/R) ?');
    READLN(JW1);
  UNTIL JW1='S';
END;

```

```

IF UPCASE(JW1)='B' THEN
  BEGIN
    GOTOXY(5,6);
    WRITE('MASUKAN NAMA FILE DATA BARU (TANPA AKHIRAN) : ');
    READLN(NAMA_FILE);
    INISIAL(NAMA_FILE);
    INPUT(NAMA_FILE);
    CLRSCR;
    GOTOXY(5,20);
    WRITE('APAKAH ANDA MAU HENCETAK OUTPUT KE FILE (Y/T) ? ');
    READLN(CETAK);
    IF UPCASE(CETAK)='Y' THEN PRINT(NAMA_FILE);
  END
ELSE
  BEGIN
    GOTOXY(5,6);
    WRITE('MASUKAN NAMA FILE DATA ANDA (TANPA AKHIRAN): ');
    READLN(NAMA_FILE);
    GOTOXY(5,20);
    WRITE('APAKAH ANDA MAU HENCETAK OUTPUT KE FILE (Y/T) ? ');
    READLN(CETAK);
    IF UPCASE(CETAK)='Y' THEN PRINT(NAMA_FILE);
  END;
  CLRSCR;
  GOTOXY(5,5);
  WRITE('APAKAH ANDA MAU MEMASUKAN DATA LAGI (Y/T) ? ');
  READLN(JAWAB);
  UNTIL UPCASE(JAWAB)='T';
END;

FUNCTION MODEL (PILIH:CHAR;I:INTEGER) : REAL;
VAR F1,F11,F12,F13,F2      :REAL;
    TEMP1,TEMP2,TEMP3,TEMP4,TEMP5:REAL;
    N                       :INTEGER;
BEGIN
  F2:=0;
  CASE PILIH OF
    '1' : FOR N:=0 TO DERET DO
      BEGIN
        F11:=-SQRT(2*N+1)*K0*T[I];
        IF F11<-60 THEN F1:=0
        ELSE F1:=0*EXP(F11)/(SQRT(P1)*SQRT(2*N+1));
        F2:=F1+F2;
      END;
    '2' : FOR N:=1 TO DERET DO
      BEGIN
        TEMP1:=SQRT(TH[N]);
        TEMP3:=1/SQRT(P1);
        TEMP2:=K0*T[I];
        F11:=-TEMP1*TEMP2*TEMP3;

```





```

IF F11<-60 THEN F1:=0
ELSE F1:=4*EXP(F11)/TEMP1;
F2:=F1+F2;
END;

'3' : FOR N:=0 TO DERET DO
BEGIN
TEMP1:=SQRT(TH[N]);
TEMP3:=1/SQRT(PI);
TEMP2:=K0*T[1];
F11:=-TEMP1*TEMP2*TEMP3;
IF F11<-60 THEN F1:=0
ELSE F1 :=4*EXP(F11)/SQRT(TH[N]);
TEMP4:=SQRT(2*N+1);
TEMP5:=SQRT(A1/L);
F12:=-TEMP2*TEMP4*TEMP5;
IF F12<-60 THEN F13:=0
ELSE F13:=EXP(F12)/TEMP4;
F2:=F2+8*F1+F13*TEMP3;
END;

```

```
END;
```

```
MODEL:=ME0+(M0-ME0)*F2;
```

```
END;
```

```
FUNCTION PRS_ME (PILIH:CHAR;I:INTEGER): REAL;
```

```
VAR F1,F11,F2,F12,F13 :REAL;
```

```
TEMP1,TEMP2,TEMP3,TEMP4,TEMP5:REAL;
```

```
N :INTEGER;
```

```
BEGIN
```

```
F2:=0;
```

```
CASE PILIH OF
```

```
'1' : FOR N:=0 TO DERET DO
```

```
BEGIN
```

```
F11:=-SQRT(2*N+1)*K0*T[1];
```

```
IF F11<-60 THEN F1:=0
```

```
ELSE F1:=8*EXP(F11)/(SQRT(PI)*SQRT(2*N+1));
```

```
F2:=F1+F2;
```

```
END;
```

```
'2' : FOR N:=1 TO DERET DO
```

```
BEGIN
```

```
TEMP1:=SQRT(TH[N]);
```

```
TEMP3:=1/SQRT(PI);
```

```
TEMP2:=K0*T[1];
```

```
F11:=-TEMP1*TEMP2*TEMP3;
```

```
IF F11<-60 THEN F1:=0
```

```
ELSE F1:=4*EXP(F11)/TEMP1;
```

```
F2:=F1+F2;
```

```
END;
```

```
'3' : FOR N:=0 TO DERET DO
```

```
BEGIN
```

```
TEMP1:=SQRT(TH[N]);
```

```

TEMP3:=1/SQR(F1);
TEMP2:=K0*T[I];
F11:=-TEMP1*TEMP2*TEMP3;
IF F11<-60 THEN F1:=0
ELSE F1 :=4*EXP(F11)/TEMP1;
TEMP4:=SOR(2*N+1);
TEMP5:=SOR(A1/L);
F12:=-TEMP2*TEMP4*TEMP5;
IF F12<-60 THEN F13:=0
ELSE F13:=EXP(F12)/TEMP4;
F2:=F2+8*F1*F13*TEMP3;
END;
END;
PRS_ME:=1-F2;
END;

FUNCTION PRS_K(PILIH:CHAR;I:INTEGER): REAL;
VAR F1,F11,F12,F13,F14,F15,F2 : REAL;
    TEMP1,TEMP2,TEMP3,TEMP4,TEMP5: REAL;
    N : INTEGER;
BEGIN
F2:=0;
CASE PILIH OF
'1' : FOR N:=0 TO DERET DO
    BEGIN
    F11:=-SOR(2*N+1)*K0*T[I];
    IF F11<-60 THEN F1:=0
    ELSE F1:=8*T[I]*EXP(F11)/SOR(P1);
    F2:=F1+F2;
    END;
'2' : FOR N:=1 TO DERET DO
    BEGIN
    TEMP1:=SOR(TH[N]);
    TEMP3:=1/SQR(P1);
    TEMP2:=K0*T[I];

    F11:= -TEMP1*TEMP2*TEMP3;
    IF F11<-60 THEN F1:=0
    ELSE F1:=4*T[I]*EXP(F11)*TEMP3;
    F2:=F1+F2;
    END;
'3' : FOR N:=0 TO DERET DO
    BEGIN
    TEMP1:=SOR(TH[N]);
    TEMP3:=1/SQR(P1);
    TEMP2:=K0*T[I];
    F11:=-TEMP1*TEMP2*TEMP3;
    IF F11<-60 THEN
    BEGIN
    F1:=0;
    F15:=0;

```

```

END
ELSE
BEGIN
  F1 := 4*EXP(F11)/TEMP1;
  F15 := 4*EXP(F11)*T[1]*TEMP3;
END;
TEMP4 := SQRT(2*N+1);
TEMP5 := SQRT(A1/L);
F12 := -TEMP2*TEMP4*TEMP5;
IF F12 < -60 THEN
BEGIN
  F13 := 0;
  F14 := 0;
END
ELSE
BEGIN
  F13 := EXP(F12)/TEMP4;
  F14 := TEMP5*T[1]*EXP(F12);
END;
F2 := F2 + (8*TEMP3)*F14*F1 + F13*F15;
END;
END;
PRS_X := -(HO-MEO)*F2;
END;

```

```

FUNCTION DUGA_DME(R1,R2,S1,S2,X1,X2:REAL):REAL;
BEGIN
  DUGA_DME := (X2*S1 - X1*S2)/(R2*S1 - R1*S2);
END;

```

```

FUNCTION DUGA_DK(R1,S1,X1,DME:REAL):REAL;
BEGIN
  DUGA_DK := (X1 - DME*R1)/S1;
END;

```

```

PROCEDURE DUGA_PARAMETER;
BEGIN
  CLRSCR;
  GOTOXY(10,5);
  WRITELN('=====');
  GOTOXY(10,7);
  WRITELN('  PROGRAM INI DAFAT ANDA JALANKAN APABILA  ');
  GOTOXY(10,8);
  WRITELN('  1. ANDA TELAH MEMILIKI FILE DATA      ');
  GOTOXY(10,9);
  WRITELN('    - NAHA_FILE1.KAD                      ');
  GOTOXY(10,10);
  WRITELN('  2. ANDA TELAH MEMILIKI FILE KONSTANTA BESSEL ');
  GOTOXY(10,11);
  WRITELN('    - NAHA_FILE3.TH                       ');

```



```

GOTOXY(10,12);
WRITELN(' SILAHKAN CEK DULU FILE DATA ANDA !!!!! ');
GOTOXY(10,14);
WRITELN('-----');
GOTOXY(10,21);
WRITE('APAKAH FILE DATA ANDA SUDAH ADA (S/R) ?'); READLN(JAWAB);
IF UPCASE(JAWAB)='S' THEN
  BEGIN
    REPEAT
      (* BACA FILE DATA *)

      CLRSCR;
      GOTOXY(8,6);
      WRITE('MASUKAN NAMA FILE DATA : '); READLN(NAMA_FILE);
      NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.KAD';

      ASSIGN(FILEINFUT,NAMA_FILE1);
      {#I-}
      RESET(FILEINPUT);
      {#I+}
      KODE:=IORESULT;
      SALAH:=(KODE <>0);
      PERIKSA(SALAH);
      I:=0;
      WHILE NOT EOF(FILEINPUT) DO
        BEGIN
          READLN(FILEINPUT,T[I],KAC[I],M[I]);
          T[I]:=T[I]/60;
          I:=I+1;
        END;
      CLOSE(FILEINPUT);
      JD:=-I-1;
      MO:=-M[0];

      (*BACA FILE KONSTANTA BESSEL*)

      ASSIGN(FILETH,'B:KONST.TH');
      {#I-}
      RESET(FILETH);
      {#I+}
      KODE:=IORESULT;
      SALAH:=(KODE <>0);
      PERIKSA(SALAH);
      J:=0;
      WHILE NOT EOF(FILETH) DO
        BEGIN
          READLN(FILETH,TH[J]);
          J:=J+1;
        END;
      CLOSE(FILETH);

```



1. Objektif mempelajari dan memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar mekanika klasik dan aplikasinya.  
 2. Mampu menganalisis dan merencanakan sistem mekanika klasik dan aplikasinya.  
 3. Mampu merancang dan membangun sistem mekanika klasik dan aplikasinya.  
 4. Mampu menganalisis dan merencanakan sistem mekanika klasik dan aplikasinya.  
 5. Mampu merancang dan membangun sistem mekanika klasik dan aplikasinya.

```

NAMA_FILE1:='B:'+NAMA_FILE+'.HSL';
ASSIGN(FILEOUTPUT,NAMA_FILE1);
REWRITE(FILEOUTPUT);

CLRSCR;
GOTOXY(15,5);
WRITE('  P I L I H A N  M O D E L  ');
GOTOXY(12,6);
WRITELN('=====');
GOTOXY(15,7);
WRITE('{1}.  DATAR TAX TERHINGGA  ');
GOTOXY(15,8);
WRITE('{2}.  SELINDER TAX TERHINGGA  ');
GOTOXY(15,9);
WRITE('{3}.  SILINDER TERBATAS  ');
GOTOXY(12,10);
WRITE('=====');
GOTOXY(15,11);
WRITE('PILIHAN ANDA (1/2/3) ');
GOTOXY(15,12);
WRITE('BERAPA MODEL YANG AKAN DIDUGA = '); READLN(JM);
FOR I:=1 TO JM DO
  BEGIN
    GOTOXY(20,12+I);
    WRITE('MODEL ',I,' : '); READLN(PILIH[I]);
  END;
GOTOXY(12,13+JM);
WRITE('=====');
GOTOXY(12,17);
WRITE('MASUKAN NILAI AHAL K : '); READLN(K01);
GOTOXY(12,18);
WRITE('MASUKAN NILAI AHAL HE : '); READLN(HE01);
GOTOXY(12,19);
WRITE('MASUKAN MAKSIMUM ITERASI : '); READLN(MAXITER);
GOTOXY(12,20);
WRITE('MASUKAN BANYAKNYA DERET : '); READLN(DERET);
IF (PILIH[JM]='2') OR (PILIH[JM]='3') THEN DERET:=35;

FOR MD:=1 TO JM DO
  BEGIN
    K0:=K01;
    ME0:=HE01;
    J:=0;
    CLRSCR;

    (* RUTIN PROSES KONVERGENSI *)

    GOTOXY(15,5);
    WRITELN('PROSES ITERASI PENDUGAAN MODEL');
    GOTOXY(5,6);

```

```

WRITELN('=====');
GOTOXY(5,7);
WRITELN(' ITERASI      KO      DELTA K      NEO      DELTA ME      ');
GOTOXY(5,8);
WRITELN('=====');
DK:=0;
DME:=0;
REPEAT
  K:=WHEREY;
  IF K>=20 THEN
    BEGIN
      CLRSCR;
      GOTOXY(15,5);
      WRITELN('PROSES ITERASI PENDUGAAN MODEL');
      GOTOXY(5,6);
      WRITELN('=====');
      GOTOXY(5,7);
      WRITELN(' ITERASI      KO      DELTA K      NEO      DELTA ME      ');
      GOTOXY(5,8);
      WRITELN('=====');
      K:=WHEREY;
    END;
  X1:=0; X2:=0;
  R1:=0; R2:=0;
  S1:=0; S2:=0;
  FOR I:=0 TO JD DO
    BEGIN
      MDL[I]:=MODEL(PILIH[MD],I);
      PRSME:=PRS_ME(PILIH[MD],I);
      PRSK:=PRS_K(PILIH[MD],I);
      X1:=X1+(M[I]-MDL[I])*PRSME;
      X2:=X2+(M[I]-MDL[I])*PRSK;
      R1:=R1+SOR(PRSME);
      R2:=R2+PRSK*PRSME;
      S1:=S1+PRSME*PRSK;
      S2:=S2+SOR(PRSK);
    END;
  DME:=DUGA_DME(R1,R2,S1,S2,X1,X2);
  DK:=DUGA_DK(R1,S1,X1,DME);
  R1:=ABS(DK/KO);
  R2:=ABS(DME/NEO);
  IF (R1>0.000001) AND (J<=MAXITER) THEN
    BEGIN
      KO:=KO+DK;
      IF ABS(KO)>1 THEN KO:=KO-ROUND(KO);
      IF KO<0 THEN KO:=ABS(KO);
    END;
  IF (R2>0.000001) AND (J<=MAXITER) THEN
    BEGIN
      NEO:=NEO+DME;
      IF (NEO>M[10]) OR (NEO<0) THEN NEO:=(NEO-ROUND(NEO))+M[10];
    END;

```



```

END;
J:=J+1;
GOTOXY(5,K+1);
WRITE(J:6,KO:14:7,DK:14:7,ME0:13:5,DME:13:5);
UNTIL ((R1<=0.000001) AND (R2<=0.000001)) OR (J>MAXITER);

CLRSCL;
IF PILIH[MD]='1' THEN WRITELN(FILEOUTPUT,'MODEL DATAR TAK TERHINGGA )
ELSE IF PILIH[MD]='2' THEN WRITELN(FILEOUTPUT,'MODEL SELINDER TAK TERHINGGA')
ELSE IF PILIH[MD]='3' THEN WRITELN(FILEOUTPUT,'MODEL SELINDER TERBATAS');
WRITELN(FILEOUTPUT,'KOPE PERLAKUAN = ',NAMA_FILE);
WRITELN(FILEOUTPUT,'K          = ',KO:15:6);
WRITELN(FILEOUTPUT,'DELTA K = ',DK:15:8);
WRITELN(FILEOUTPUT,'ME          = ',ME0:15:6);
WRITELN(FILEOUTPUT,'DELTA ME = ',DME:15:8);
WRITELN(FILEOUTPUT,'ITERASI = ',(J-1):15);
WRITELN(FILEOUTPUT,'=====');
WRITELN(FILEOUTPUT,' KADAR AIR      DUGAAN      DEVIASI ');
WRITELN(FILEOUTPUT,'=====');
JKS:=0;
FOR I:=0 TO JD DO
  BEGIN
    MDL[I]:=MODEL(PILIH[MD],I);
    SISA[I]:=M[I]-MDL[I];
    JKS:=JKS+SQR(SISA[I]);
    WRITELN(FILEOUTPUT,M[I]:12:4,MDL[I]:12:4,SISA[I]:12:4);
  END;
WRITELN(FILEOUTPUT,'=====');
WRITELN(FILEOUTPUT,' JUMLAH KUADRAT SISA = ',JKS:15:4);
WRITELN(FILEOUTPUT,'=====');
WRITELN(FILEOUTPUT,'          ');
END;
CLOSE(FILEOUTPUT);
CLRSCL;
GOTOXY(5,20);
WRITE('APAKAH ANDA INGIN MENDUGA MODEL DARI FILE YANG LAIN (Y/T) ? ');
READLN(JW);
UNTIL UPCASE(JW)='T';
END
ELSE
BEGIN
  CLRSCL;
  REPEAT
    GOTOXY(5,20);
    WRITELN('SILAHKAN MASUKAN DATA ANDA MELALUI SUB-PROGRAM 1');
    GOTOXY(5,21);
    WRITELN('TEKAN SEMBARANG TOMBOL .....');
  UNTIL KEYPRESSED;
END;
END;

```

```

BEGIN
REPEAT
TEXTATTR:=6;
TEXTBACKGROUND (7);
CLRSCR;
HIGHVIDEO;
GOTOXY(15,5);
WRITE(' M E N U P I L I H A N ');
GOTOXY(15,7);
WRITE('[1]. INPUT DATA PERCOBAAN ');
GOTOXY(15,8);
WRITE('[2]. DUGA PARAMETER MODEL ');
GOTOXY(15,9);
WRITE('[X]. KELUAR ');
GOTOXY(15,12);
WRITE('PILIHAN ANDA [1/2/X] : ');
READLN(PLH);
CASE PLH OF
'1' : INPUT_DATA;
'2' : DUGA_PARAMETER;
END;
UNTIL UPCASE(PLH)='X'
END.

```

1. Diikuti dengan perintah CLRSCR;

2. Diikuti dengan perintah HIGHVIDEO;

3. Diikuti dengan perintah GOTOXY(15,5);

4. Diikuti dengan perintah WRITE(' M E N U P I L I H A N ');

5. Diikuti dengan perintah GOTOXY(15,7);

6. Diikuti dengan perintah WRITE('[1]. INPUT DATA PERCOBAAN ');

7. Diikuti dengan perintah GOTOXY(15,8);

8. Diikuti dengan perintah WRITE('[2]. DUGA PARAMETER MODEL ');

9. Diikuti dengan perintah GOTOXY(15,9);

10. Diikuti dengan perintah WRITE('[X]. KELUAR ');

11. Diikuti dengan perintah GOTOXY(15,12);

12. Diikuti dengan perintah WRITE('PILIHAN ANDA [1/2/X] : ');

13. Diikuti dengan perintah READLN(PLH);

14. Diikuti dengan perintah CASE PLH OF

15. Diikuti dengan perintah '1' : INPUT\_DATA;

16. Diikuti dengan perintah '2' : DUGA\_PARAMETER;

17. Diikuti dengan perintah END;

18. Diikuti dengan perintah UNTIL UPCASE(PLH)='X' ;

19. Diikuti dengan perintah END.

20. Diikuti dengan perintah END.

21. Diikuti dengan perintah END.

22. Diikuti dengan perintah END.

23. Diikuti dengan perintah END.

24. Diikuti dengan perintah END.

25. Diikuti dengan perintah END.

26. Diikuti dengan perintah END.

27. Diikuti dengan perintah END.

28. Diikuti dengan perintah END.

29. Diikuti dengan perintah END.

30. Diikuti dengan perintah END.

31. Diikuti dengan perintah END.

32. Diikuti dengan perintah END.

33. Diikuti dengan perintah END.

34. Diikuti dengan perintah END.

35. Diikuti dengan perintah END.

36. Diikuti dengan perintah END.

37. Diikuti dengan perintah END.

38. Diikuti dengan perintah END.

39. Diikuti dengan perintah END.

40. Diikuti dengan perintah END.

41. Diikuti dengan perintah END.

42. Diikuti dengan perintah END.

43. Diikuti dengan perintah END.

44. Diikuti dengan perintah END.

45. Diikuti dengan perintah END.

46. Diikuti dengan perintah END.

47. Diikuti dengan perintah END.

48. Diikuti dengan perintah END.

49. Diikuti dengan perintah END.

50. Diikuti dengan perintah END.

51. Diikuti dengan perintah END.

52. Diikuti dengan perintah END.

53. Diikuti dengan perintah END.

54. Diikuti dengan perintah END.

55. Diikuti dengan perintah END.

56. Diikuti dengan perintah END.

57. Diikuti dengan perintah END.

58. Diikuti dengan perintah END.

59. Diikuti dengan perintah END.

60. Diikuti dengan perintah END.

61. Diikuti dengan perintah END.

62. Diikuti dengan perintah END.

63. Diikuti dengan perintah END.

64. Diikuti dengan perintah END.

65. Diikuti dengan perintah END.

66. Diikuti dengan perintah END.

67. Diikuti dengan perintah END.

68. Diikuti dengan perintah END.

69. Diikuti dengan perintah END.

70. Diikuti dengan perintah END.

71. Diikuti dengan perintah END.

72. Diikuti dengan perintah END.

73. Diikuti dengan perintah END.

74. Diikuti dengan perintah END.

75. Diikuti dengan perintah END.



## Lampiran 3. Data percobaan pengeringan kentang goreng

KADAR AIR AWAL : 23.3383 % bb  
 MASSA WADAH : 411.14 gram  
 SUHU PENDINGER DAN RH : 40°C dan 46 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGERAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	465.69	54.55	23.33830	30.44323	0.00000	0.00000
2	15	464.59	53.45	21.76060	27.81285	0.10518	0.17536
3	30	463.90	52.76	20.73738	26.16288	0.06821	0.11000
4	45	463.29	52.15	19.81024	24.70421	0.06181	0.09724
5	60	462.85	51.71	19.12791	23.65205	0.04549	0.07014
6	75	462.42	51.28	18.44977	22.62381	0.04521	0.06855
7	90	461.93	50.79	17.66301	21.45210	0.05245	0.07811
8	105	461.51	50.37	16.97646	20.44777	0.04577	0.06696
9	120	461.20	50.06	16.46233	19.70648	0.03428	0.04942
10	150	460.53	49.39	15.32910	18.10433	0.03777	0.05340
11	180	459.97	48.83	14.35806	16.76523	0.03237	0.04464
12	210	459.45	48.31	13.43623	15.52177	0.03073	0.04145
13	240	458.98	47.84	12.58579	14.39788	0.02835	0.03746
14	270	458.71	47.57	12.08964	13.75224	0.01654	0.02152
15	300	458.46	47.32	11.62520	13.15442	0.01548	0.01993
16	330	458.26	47.12	11.25009	12.67617	0.01250	0.01594
17	360	458.08	46.94	10.90976	12.24574	0.01134	0.01435
18	390	457.98	46.84	10.71956	12.00662	0.00634	0.00797
19	420	457.89	46.75	10.54768	11.79141	0.00573	0.00717
20	450	457.81	46.67	10.39435	11.60010	0.00511	0.00638
21	480	457.75	46.61	10.27900	11.45663	0.00384	0.00478
22	510	457.73	46.59	10.24049	11.40880	0.00128	0.00159
23	540	457.69	46.55	10.16336	11.31315	0.00257	0.00319

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 35.7507 % bb  
 MASSA WADAH : 409.28 gram  
 SUHU PENDINGERAN DAN RH : 45<sup>o</sup> C dan 39 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGERAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/HNT)	(% BK/HNT)
1	0	467.37	58.11	35.75068	55.64367	0.00000	0.00000
2	15	465.45	56.19	33.55529	50.50108	0.14636	0.34284
3	30	463.78	54.52	31.52003	46.02810	0.13568	0.29820
4	45	462.57	53.31	29.96571	42.78720	0.10362	0.21606
5	60	461.52	52.26	28.55859	39.97484	0.09381	0.18749
6	75	460.53	51.27	27.17909	37.32320	0.09197	0.17678
7	90	459.57	50.31	25.78955	34.75190	0.09264	0.17142
8	105	459.05	49.79	25.01450	33.35912	0.05167	0.09285
9	120	458.38	49.12	23.99169	31.56457	0.06819	0.11964
10	150	457.13	47.87	22.00694	28.21653	0.06616	0.11160
11	180	456.11	46.85	20.30890	25.48453	0.05660	0.09107
12	210	455.13	45.87	18.60632	22.85967	0.05675	0.08750
13	240	454.24	44.98	16.99582	20.47586	0.05368	0.07946
14	270	453.38	44.12	15.37788	18.17241	0.05393	0.07678
15	300	452.74	43.48	14.13229	16.45821	0.04152	0.05714
16	330	452.34	43.08	13.33500	15.38684	0.02658	0.03571
17	360	451.95	42.69	12.54327	14.34225	0.02639	0.03482
18	390	451.58	42.32	11.77864	13.35123	0.02549	0.03303
19	420	451.30	42.04	11.19106	12.60127	0.01959	0.02500
20	450	451.01	41.75	10.57418	11.82453	0.02056	0.02589
21	480	450.76	41.50	10.03547	11.15492	0.01796	0.02232
22	510	450.53	41.27	9.53409	10.53888	0.01671	0.02053
23	540	450.37	41.11	9.18200	10.11033	0.01174	0.01428
24	570	450.24	40.98	8.89390	9.76213	0.00960	0.01161
25	600	450.11	40.85	8.60397	9.41394	0.00966	0.01161
26	630	449.98	40.72	8.31218	9.06574	0.00973	0.01161
27	660	449.88	40.62	8.08646	8.79790	0.00752	0.00893
28	690	449.80	40.54	7.90508	8.58362	0.00805	0.00714
29	720	449.74	40.48	7.76858	8.42292	0.00455	0.00536
30	750	449.69	40.43	7.65451	8.28900	0.00380	0.00446
31	780	449.65	40.39	7.56306	8.18186	0.00305	0.00357

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 31.3592 % bb  
 MASSA WADAH : 409.12 gram  
 SUHU PENDINGER DAN RH : 50 °C dan 32 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGERAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	466.70	57.58	31.35920	45.68595	0.00000	0.00000
2	15	463.66	54.54	27.53324	37.99430	0.25506	0.51278
3	30	462.25	53.13	25.61006	34.42679	0.12821	0.23783
4	45	461.46	52.34	24.48725	32.42797	0.07485	0.13325
5	60	460.38	51.26	22.89627	29.69541	0.10607	0.18217
6	75	459.48	50.36	21.51832	27.41828	0.09186	0.15181
7	90	458.68	49.56	20.25147	25.39416	0.08446	0.13494
8	105	458.27	49.15	19.58622	24.35680	0.04435	0.06916
9	120	457.71	48.59	18.65945	22.93991	0.06178	0.09446
10	150	456.57	47.45	16.70522	20.05554	0.06514	0.09615
11	180	455.68	46.56	15.11303	17.80371	0.05307	0.07506
12	210	454.87	45.75	13.61011	15.75429	0.05010	0.06831
13	240	454.16	45.04	12.24828	13.95789	0.04539	0.05988
14	270	453.56	44.44	11.06352	12.43980	0.03949	0.05060
15	300	453.01	43.89	9.94903	11.04822	0.03715	0.04639
16	330	452.65	43.53	9.20429	10.13736	0.02482	0.03036
17	360	452.28	43.16	8.42592	9.20121	0.02595	0.03121
18	390	452.00	42.88	7.82796	8.49277	0.01993	0.02361
19	420	451.71	42.59	7.20035	7.75902	0.02092	0.02446
20	450	451.61	42.49	6.98194	7.50601	0.00728	0.00843
21	480	451.44	42.32	6.60829	7.07588	0.01246	0.01434
22	510	451.29	42.17	6.27609	6.69636	0.01107	0.01265
23	540	451.16	42.04	5.98627	6.36744	0.00966	0.01096
24	570	451.08	41.96	5.80702	6.16503	0.00597	0.00675
25	600	451.00	41.88	5.62709	5.96262	0.00600	0.00675
26	630	450.92	41.80	5.44648	5.76021	0.00602	0.00675
27	660	450.85	41.73	5.28787	5.58309	0.00529	0.00590

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 34.3383 % bb  
 MASSA WADAH : 412.1 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RIH : 55 °C dan 28 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	469.53	57.43	34.33830	52.29578	0.00000	0.00000
2	15	466.81	54.71	31.07382	45.08275	0.21763	0.48087
3	30	464.99	52.89	28.70200	40.25638	0.15812	0.32176
4	45	463.66	51.56	26.86285	36.72942	0.12261	0.23513
5	60	462.62	50.52	25.35726	33.97149	0.10037	0.18386
6	75	461.55	49.45	23.74213	31.13401	0.10767	0.18917
7	90	460.58	48.48	22.21635	28.56172	0.10172	0.17149
8	105	459.83	47.73	20.99410	26.57283	0.08148	0.13259
9	120	459.06	46.96	19.69865	24.53091	0.08636	0.13613
10	150	457.75	45.65	17.39427	21.05698	0.07681	0.11580
11	180	456.60	44.50	15.25952	18.00735	0.07116	0.10165
12	210	455.57	43.47	13.25163	15.27595	0.06693	0.09105
13	240	454.73	42.63	11.54231	13.04839	0.05698	0.07425
14	270	454.06	41.96	10.12985	11.27165	0.04708	0.05922
15	300	453.49	41.39	8.89221	9.76010	0.04125	0.05039
16	330	453.07	40.97	7.95823	8.64632	0.03113	0.03713
17	360	452.73	40.63	7.18800	7.74469	0.02567	0.03005
18	390	452.44	40.34	6.52079	6.97566	0.02224	0.02563
19	420	452.21	40.11	5.98476	6.36573	0.01787	0.02033
20	450	452.00	39.90	5.48994	5.80884	0.01649	0.01856
21	480	451.82	39.72	5.06165	5.33151	0.01428	0.01591
22	510	451.67	39.57	4.70176	4.93373	0.01200	0.01326
23	540	451.55	39.45	4.41188	4.61551	0.00966	0.01061
24	570	451.48	39.38	4.24196	4.42988	0.00566	0.00619
25	600	451.43	39.33	4.12023	4.29729	0.00406	0.00442
26	630	451.40	39.30	4.04704	4.21773	0.00244	0.00265
27	660	451.38	39.28	3.99818	4.16469	0.00163	0.00177

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 28.5784 % bb  
 MASSA WADAH : 412.63 gram  
 SUHU PENGERING DAN RH : 40 °C dan 44 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.5 m/et

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENGERINGAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	466.68	54.05	28.57839	40.01365	0.00000	0.00000
2	15	465.01	52.38	26.30130	35.68760	0.15181	0.28840
3	30	464.08	51.45	24.96913	33.27848	0.08881	0.16061
4	45	463.20	50.57	23.66348	30.99889	0.08704	0.15197
5	60	462.50	49.87	22.59198	29.18558	0.07143	0.12089
6	75	461.83	49.20	21.53785	27.44998	0.07028	0.11571
7	90	461.29	48.66	20.66712	26.05114	0.05805	0.09326
8	105	460.78	48.15	19.82683	24.73001	0.05602	0.08808
9	120	460.27	47.64	18.96856	23.40888	0.05722	0.08808
10	150	459.39	46.76	17.44358	21.12929	0.05083	0.07599
11	180	458.63	46.00	16.07961	19.16055	0.04547	0.06562
12	210	457.95	45.32	14.82043	17.39905	0.04197	0.05872
13	240	457.36	44.73	13.69689	15.87068	0.03745	0.05095
14	270	456.83	44.20	12.66204	14.49775	0.03450	0.04576
15	300	456.37	43.74	11.74353	13.30614	0.03062	0.03972
16	330	456.04	43.41	11.07261	12.45129	0.02236	0.02849
17	360	455.74	43.11	10.45377	11.67416	0.02063	0.02590
18	390	455.47	42.84	9.88940	10.97474	0.01881	0.02331
19	420	455.24	42.61	9.40300	10.37894	0.01621	0.01986
20	450	455.06	42.43	9.01867	9.91265	0.01281	0.01554
21	480	454.88	42.25	8.63105	9.44637	0.01292	0.01554
22	510	454.76	42.13	8.37080	9.13552	0.00867	0.01036
23	540	454.66	42.03	8.15280	8.87648	0.00727	0.00863
24	570	454.57	41.94	7.95570	8.64334	0.00657	0.00777
25	600	454.49	41.86	7.77979	8.43610	0.00586	0.00691
26	630	454.43	41.80	7.64742	8.28067	0.00441	0.00518
27	660	454.38	41.75	7.53681	8.15115	0.00369	0.00432

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 28.4606 % bb  
 MASSA WADAH : 412.47 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 45 °C dan 37 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	H. KOTOR (GRAM)	H. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	468.17	55.70	28.46064	39.78319	0.00000	0.00000
2	15	466.13	53.66	25.74092	34.66366	0.18131	0.34130
3	30	464.98	52.51	24.11460	31.77765	0.10842	0.19240
4	45	464.12	51.65	22.85107	29.61942	0.08424	0.14388
5	60	463.35	50.88	21.68352	27.68705	0.07784	0.12882
6	75	462.70	50.23	20.67007	26.05583	0.06756	0.10875
7	90	462.08	49.61	19.67865	24.49989	0.06609	0.10373
8	105	461.52	49.05	18.76162	23.09453	0.06113	0.09369
9	120	461.02	48.55	17.92498	21.83975	0.05578	0.08365
10	150	460.13	47.66	16.39231	19.60623	0.05109	0.07445
11	180	459.37	46.90	15.03748	17.69895	0.04516	0.06358
12	210	458.69	46.22	13.78749	15.99244	0.04167	0.05688
13	240	458.04	45.57	12.55777	14.36122	0.04099	0.05437
14	270	457.58	45.11	11.66610	13.20682	0.02972	0.03848
15	300	457.20	44.73	10.91566	12.25318	0.02501	0.03179
16	330	456.84	44.37	10.19287	11.34973	0.02409	0.03011
17	360	456.60	44.13	9.70446	10.74744	0.01628	0.02008
18	390	456.37	43.90	9.23138	10.17023	0.01577	0.01924
19	420	456.14	43.67	8.75332	9.59303	0.01594	0.01924
20	450	455.97	43.50	8.39673	9.16641	0.01189	0.01422
21	480	455.81	43.34	8.05855	8.76487	0.01127	0.01338
22	510	455.68	43.21	7.78194	8.43863	0.00922	0.01087
23	540	455.57	43.10	7.54658	8.16258	0.00785	0.00920
24	570	455.47	43.00	7.33157	7.91162	0.00717	0.00837
25	600	455.39	42.92	7.15885	7.71085	0.00576	0.00669
26	630	455.33	42.86	7.02888	7.56028	0.00433	0.00502
27	660	455.29	42.82	6.94203	7.45990	0.00289	0.00335

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 34.8824 % bb  
 MASSA WADAH : 408.10 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 50 °C dan 33 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR (% BB) (% BK)		LAJU PENDINGINAN (% BB/HNT) (% BK/HNT)	
1	0	454.62	46.52	34.88241	53.56834	0.00000	0.00000
2	15	452.06	43.96	31.09030	45.11746	0.25281	0.56339
3	30	450.74	42.64	28.95708	40.75997	0.14222	0.29050
4	45	449.69	41.59	27.16349	37.29379	0.11957	0.23108
5	60	448.88	40.78	25.71677	34.61988	0.09645	0.17826
6	75	448.07	39.97	24.21140	31.94597	0.10036	0.17826
7	90	447.27	39.17	22.66351	29.30507	0.10319	0.17606
8	105	446.79	38.69	21.70405	27.72053	0.06396	0.10564
9	120	446.19	38.09	20.47072	25.73985	0.08222	0.13205
10	150	445.11	37.01	18.14995	22.17464	0.07736	0.11884
11	180	444.21	36.11	16.10993	19.20363	0.06800	0.09903
12	210	443.38	35.28	14.13633	16.46369	0.06579	0.09133
13	240	442.70	34.60	12.44884	14.21893	0.05625	0.07483
14	270	442.11	34.01	10.93001	12.27126	0.05063	0.06492
15	300	441.69	33.59	9.81631	10.88479	0.03712	0.04622
16	330	441.39	33.29	9.00360	9.89445	0.02709	0.03301
17	360	441.06	32.96	8.09253	8.80508	0.03037	0.03631
18	390	440.84	32.74	7.47495	8.07883	0.02059	0.02421
19	420	440.66	32.56	6.96344	7.48463	0.01705	0.01981
20	450	440.50	32.40	6.50400	6.95645	0.01531	0.01761
21	480	440.38	32.28	6.15643	6.56032	0.01159	0.01320
22	510	440.26	32.16	5.80627	6.16418	0.01167	0.01320
23	540	440.19	32.09	5.60080	5.93310	0.00685	0.00770
24	570	440.13	32.03	5.42397	5.73504	0.00589	0.00660
25	600	440.08	31.98	5.27610	5.56998	0.00493	0.00550
26	630	440.04	31.94	5.15747	5.43793	0.00395	0.00440

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 38.2385 % bb  
 MASSA WADAH : 408.93 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 55 °C dan 27.5 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 1.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	481.66	72.73	38.23847	61.91309	0.00000	0.00000
2	15	477.59	68.66	34.57739	52.85237	0.24407	0.60405
3	30	474.96	66.03	31.97159	46.99740	0.17372	0.39033
4	45	472.94	64.01	29.82478	42.50044	0.14312	0.29980
5	60	471.25	62.32	27.92176	38.73812	0.12687	0.25082
6	75	470.04	61.11	26.49458	36.04439	0.09515	0.17958
7	90	468.88	59.95	25.07229	33.46198	0.09482	0.17216
8	105	467.72	58.79	23.59388	30.87956	0.09856	0.17216
9	120	466.69	57.76	22.23137	28.58655	0.09083	0.15287
10	150	464.85	55.92	19.67246	24.49030	0.08530	0.13654
11	180	463.18	54.25	17.19970	20.77251	0.08243	0.12393
12	210	461.84	52.91	15.10270	17.78938	0.06990	0.09944
13	240	460.74	51.81	13.30021	15.34053	0.06008	0.08163
14	270	459.75	50.82	11.61125	13.13657	0.05630	0.07347
15	300	458.94	50.01	10.17964	11.33334	0.04772	0.06011
16	330	458.17	49.24	8.77506	9.61915	0.04682	0.05714
17	360	457.61	48.68	7.72564	8.37246	0.03498	0.04156
18	390	457.14	48.21	6.82605	7.32614	0.02999	0.03488
19	420	456.76	47.83	6.08580	6.48017	0.02467	0.02820
20	450	456.50	47.57	5.57250	5.90136	0.01711	0.01929
21	480	456.31	47.38	5.19384	5.47837	0.01262	0.01410
22	510	456.13	47.20	4.83229	5.07765	0.01205	0.01336
23	540	455.96	47.03	4.48828	4.69920	0.01147	0.01262
24	570	455.79	46.86	4.14178	4.32074	0.01155	0.01262
25	600	455.67	46.74	3.89568	4.05359	0.00820	0.00890
26	630	455.59	46.66	3.73090	3.87549	0.00549	0.00594
27	660	455.53	46.60	3.60695	3.74192	0.00413	0.00445
28	690	455.48	46.55	3.50341	3.63061	0.00345	0.00371
29	720	455.45	46.52	3.44118	3.56382	0.00207	0.00223



## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 40.8951 % bb  
 MASSA WADAH : 409.11 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 40 °C dan 44 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	478.25	69.14	40.89512	69.19077	0.00000	0.00000
2	15	474.70	65.59	37.69612	60.50365	0.21327	0.57914
3	30	472.69	63.58	35.72646	55.58503	0.13131	0.32791
4	45	471.23	62.12	34.21585	52.01230	0.10071	0.23818
5	60	469.93	60.82	32.80974	48.83110	0.09374	0.21208
6	75	468.93	59.82	31.68654	46.38403	0.07488	0.16314
7	90	467.87	58.76	30.45420	43.79013	0.08216	0.17293
8	105	466.93	57.82	29.32357	41.48988	0.07538	0.15335
9	120	466.17	57.06	28.38220	39.63010	0.06276	0.12399
10	150	464.53	55.42	26.26288	35.61690	0.07064	0.13377
11	180	463.38	54.27	24.70036	32.80276	0.05208	0.09380
12	210	462.56	53.45	23.54516	30.79616	0.03851	0.06689
13	240	461.42	52.31	21.87896	28.00649	0.05554	0.09299
14	270	460.40	51.29	20.32538	25.51048	0.05179	0.08320
15	300	459.58	50.47	19.03088	23.50388	0.04315	0.06689
16	330	458.80	49.69	17.75988	21.59516	0.04237	0.06362
17	360	458.07	48.96	16.53367	19.80879	0.04087	0.05955
18	390	457.36	48.25	15.30546	18.07137	0.04094	0.05791
19	420	456.76	47.65	14.23901	16.60313	0.03555	0.04894
20	450	456.22	47.11	13.25597	15.28170	0.03277	0.04405
21	480	455.76	46.65	12.40061	14.15605	0.02851	0.03752
22	510	455.38	46.27	11.68119	13.22616	0.02398	0.03100
23	540	455.03	45.92	11.00803	12.36969	0.02244	0.02855
24	570	454.74	45.63	10.44244	11.66003	0.01885	0.02366
25	600	454.50	45.39	9.96890	11.07274	0.01578	0.01958
26	630	454.30	45.19	9.57045	10.58332	0.01328	0.01631
27	660	454.14	45.03	9.24914	10.19179	0.01071	0.01305
28	690	454.00	44.89	8.96611	9.84920	0.00943	0.01142
29	720	453.90	44.79	8.76286	9.60449	0.00677	0.00816
30	750	453.82	44.71	8.59961	9.40872	0.00544	0.00653
31	780	453.76	44.65	8.47679	9.26190	0.00409	0.00489
32	810	453.71	44.60	8.37418	9.13955	0.00342	0.00408

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 29.8349 % bb  
 MASSA WADAH : 412.94 gram  
 SUHU PENGERING DAN RH : 45 ° C dan 37 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENGERINGAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	470.40	57.46	29.83494	42.52108	0.00000	0.00000
2	15	467.72	54.78	26.40226	35.87373	0.22885	0.44316
3	30	466.27	53.33	24.40119	32.27722	0.13340	0.23977
4	45	465.50	52.56	23.29368	30.36735	0.07383	0.12732
5	60	464.73	51.79	22.15323	28.45748	0.07603	0.12732
6	75	464.11	51.17	21.21000	26.91966	0.06288	0.10252
7	90	463.46	50.52	20.19627	25.30743	0.06758	0.10748
8	105	462.86	49.92	19.23709	23.81922	0.06395	0.09921
9	120	462.35	49.41	18.40347	22.55424	0.05557	0.08433
10	150	461.39	48.45	16.78670	20.17310	0.05389	0.07937
11	180	460.61	47.67	15.42512	18.23842	0.04539	0.06449
12	210	459.87	46.93	14.09153	16.40296	0.04445	0.06118
13	240	459.26	46.32	12.96018	14.88995	0.03771	0.05043
14	270	458.71	45.77	11.91426	13.52575	0.03486	0.04547
15	300	458.30	45.36	11.11807	12.50881	0.02654	0.03390
16	330	457.94	45.00	10.40701	11.61588	0.02370	0.02976
17	360	457.60	44.66	9.72494	10.77256	0.02274	0.02811
18	390	457.31	44.37	9.13490	10.05326	0.01967	0.02398
19	420	457.11	44.17	8.72347	9.55719	0.01371	0.01654
20	450	456.92	43.98	8.32914	9.08592	0.01314	0.01571
21	480	456.76	43.82	7.99442	8.68906	0.01118	0.01323
22	510	456.62	43.68	7.69953	8.34182	0.00983	0.01157
23	540	456.52	43.58	7.48774	8.09378	0.00706	0.00827
24	570	456.43	43.49	7.29629	7.87055	0.00638	0.00744
25	600	456.35	43.41	7.12545	7.67212	0.00569	0.00661
26	630	456.29	43.35	6.99690	7.52330	0.00428	0.00496
27	660	456.24	43.30	6.88951	7.39928	0.00358	0.00413
28	690	456.20	43.26	6.80341	7.30007	0.00287	0.00331

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 31.9402 % bb  
 MASSA WADAH : 412.71 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 50 ° C dan 32 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	468.01	55.30	31.94024	46.92970	0.00000	0.00000
2	15	465.27	52.56	28.39222	39.64964	0.23653	0.48534
3	30	463.64	50.93	26.10044	35.31880	0.15279	0.28872
4	45	462.36	49.65	24.19527	31.91789	0.12701	0.22673
5	60	461.49	48.78	22.84328	29.60634	0.09013	0.15410
6	75	460.55	47.84	21.32724	27.10880	0.10107	0.16650
7	90	459.72	47.01	19.93821	24.90353	0.09260	0.14702
8	105	458.93	46.22	18.56978	22.80453	0.09123	0.13993
9	120	458.26	45.55	17.37201	21.02437	0.07985	0.11868
10	150	457.10	44.39	15.21278	17.94230	0.07197	0.10274
11	180	456.15	43.44	13.35855	15.41819	0.06181	0.08414
12	210	455.30	42.59	11.62938	13.15978	0.05764	0.07528
13	240	454.65	41.94	10.25978	11.43276	0.04565	0.05757
14	270	454.10	41.39	9.06729	9.97143	0.03975	0.04871
15	300	453.69	40.98	8.15752	8.88208	0.03033	0.03631
16	330	453.39	40.68	7.48022	8.08499	0.02258	0.02657
17	360	453.13	40.42	6.88509	7.39418	0.01984	0.02303
18	390	452.93	40.22	6.42206	6.86279	0.01543	0.01771
19	420	452.77	40.06	6.04831	6.43768	0.01246	0.01417
20	450	452.63	39.92	5.71882	6.06571	0.01098	0.01240
21	480	452.51	39.80	5.43455	5.74687	0.00948	0.01063
22	510	452.41	39.70	5.19635	5.48118	0.00794	0.00886
23	540	452.33	39.62	5.00493	5.26862	0.00638	0.00709
24	570	452.28	39.57	4.88489	5.13577	0.00400	0.00443
25	600	452.23	39.52	4.76456	5.00292	0.00401	0.00443

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 37.2670 % bb  
 MASSA WADAH : 412.91 gram  
 SUHU PENDINGER DAN RH : 55 ° C dan 28.5 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.0 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	H. KOTOR (GRAM)	H. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGERAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	461.82	48.91	37.26700	59.40574	0.00000	0.00000
2	15	458.51	45.60	32.71335	48.61790	0.30358	0.71919
3	30	456.95	44.04	30.32990	43.53360	0.15890	0.33895
4	45	455.63	42.72	28.17718	39.23151	0.14352	0.28681
5	60	454.67	41.76	26.52608	36.10271	0.11007	0.20859
6	75	453.81	40.90	24.98115	33.29983	0.10300	0.18686
7	90	452.93	40.02	23.33156	30.43176	0.10997	0.19120
8	105	452.23	39.32	21.96666	28.15035	0.09099	0.15209
9	120	451.53	38.62	20.55228	25.86893	0.09429	0.15209
10	150	450.30	37.39	17.93873	21.86016	0.08712	0.13363
11	180	449.31	36.40	15.70684	18.63359	0.07440	0.10755
12	210	448.40	35.49	13.54548	15.86775	0.07205	0.09886
13	240	447.64	34.73	11.65358	13.19078	0.06306	0.08257
14	270	447.02	34.11	10.04776	11.17010	0.05353	0.06736
15	300	446.56	33.65	8.81810	9.67089	0.04099	0.04997
16	330	446.17	33.26	7.74892	8.39981	0.03564	0.04237
17	360	445.83	32.92	6.79614	7.29170	0.03176	0.03694
18	390	445.58	32.67	6.08292	6.47690	0.02377	0.02716
19	420	445.36	32.45	5.44619	5.75989	0.02122	0.02390
20	450	445.20	32.29	4.97767	5.23842	0.01562	0.01738
21	480	445.07	32.16	4.59356	4.81473	0.01280	0.01412
22	510	444.95	32.04	4.23624	4.42363	0.01191	0.01304
23	540	444.79	31.88	3.75561	3.90216	0.01602	0.01738
24	570	444.71	31.80	3.51349	3.64143	0.00807	0.00869
25	600	444.66	31.75	3.36154	3.47847	0.00506	0.00543
26	630	444.62	31.71	3.23964	3.34811	0.00406	0.00435

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 33.3072 % bb  
 MASSA WADAH : 412.83 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 40 ° C dan 48 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	481.72	68.89	33.30718	49.94118	0.00000	0.00000
2	15	478.66	65.83	30.20707	43.28100	0.20667	0.44401
3	30	477.36	64.53	28.80105	40.45151	0.09374	0.18863
4	45	476.13	63.30	27.41756	37.77437	0.09223	0.17848
5	60	475.03	62.20	26.13395	35.38019	0.08557	0.15961
6	75	474.11	61.28	25.02498	33.37778	0.07393	0.13349
7	90	473.36	60.53	24.09601	31.74538	0.06193	0.10883
8	105	472.59	59.76	23.11800	30.06946	0.06520	0.11173
9	120	471.81	58.98	22.10125	28.37176	0.06778	0.11318
10	150	470.48	57.65	20.30410	25.47698	0.05990	0.09649
11	180	469.40	56.57	18.78260	23.12632	0.05072	0.07836
12	210	468.39	55.56	17.30618	20.92803	0.04921	0.07328
13	240	467.44	54.61	15.86764	18.86032	0.04795	0.06892
14	270	466.71	53.88	14.72776	17.27146	0.03800	0.05296
15	300	466.05	53.22	13.67027	15.83495	0.03525	0.04788
16	330	465.58	52.75	12.90107	14.81198	0.02584	0.03410
17	360	465.16	52.33	12.20202	13.89783	0.02330	0.03047
18	390	464.76	51.93	11.52574	13.02722	0.02254	0.02902
19	420	464.43	51.60	10.95992	12.30897	0.01886	0.02394
20	450	464.15	51.32	10.47412	11.69954	0.01619	0.02031
21	480	463.89	51.06	10.01825	11.13364	0.01520	0.01886
22	510	463.63	50.80	9.55771	10.56774	0.01535	0.01886
23	540	463.46	50.63	9.25403	10.19773	0.01012	0.01233
24	570	463.30	50.47	8.96635	9.84949	0.00959	0.01161
25	600	463.17	50.34	8.73126	9.56654	0.00784	0.00943
26	630	463.04	50.21	8.49495	9.28359	0.00788	0.00943
27	660	462.92	50.09	8.27574	9.02241	0.00731	0.00871
28	690	462.85	50.02	8.14737	8.87005	0.00428	0.00508
29	720	462.79	49.96	8.03706	8.73946	0.00368	0.00435
30	750	462.74	49.91	7.94493	8.63063	0.00307	0.00363
31	780	462.70	49.87	7.87110	8.54357	0.00246	0.00290

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 37.2744 % bb  
 MASSA WADAH : 410.06 gram  
 SUHU PENDINGER DAN RII : 45 ° C dan 37 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	H. KOTOR (GRAM)	H. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGERAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	477.89	67.83	37.27444	59.42464	0.00000	0.00000
2	15	474.34	64.28	33.81029	51.08088	0.23094	0.55625
3	30	472.39	62.33	31.73954	46.49769	0.13805	0.30555
4	45	470.93	60.87	30.10227	43.06617	0.10915	0.22877
5	60	469.83	59.77	28.81588	40.48077	0.08576	0.17236
6	75	468.77	58.71	27.53066	37.98940	0.08568	0.16609
7	90	467.87	57.81	26.40881	35.88583	0.07479	0.14024
8	105	466.91	56.85	25.15964	33.61773	0.08328	0.15121
9	120	466.14	56.08	24.13205	31.80796	0.06851	0.12065
10	150	464.50	54.44	21.84653	27.95338	0.07618	0.12849
11	180	463.22	53.16	19.96473	24.94492	0.06273	0.10028
12	210	462.00	51.94	18.08481	22.07749	0.06266	0.09558
13	240	461.06	51.00	16.57501	19.86815	0.05033	0.07364
14	270	460.16	50.10	15.07635	17.75283	0.04996	0.07051
15	300	459.38	49.32	13.73328	15.91955	0.04477	0.06111
16	330	458.77	48.71	12.65295	14.48584	0.03601	0.04779
17	360	458.25	48.19	11.71042	13.26365	0.03142	0.04074
18	390	457.76	47.70	10.80346	12.11198	0.03023	0.03839
19	420	457.39	47.33	10.10618	11.24235	0.02324	0.02899
20	450	457.10	47.04	9.55198	10.56074	0.01847	0.02272
21	480	456.84	46.78	9.04928	9.94965	0.01676	0.02037
22	510	456.61	46.55	8.59990	9.40907	0.01498	0.01802
23	540	456.41	46.35	8.20551	8.93900	0.01315	0.01567
24	570	456.22	46.16	7.82767	8.49243	0.01259	0.01489
25	600	456.07	46.01	7.52717	8.13988	0.01002	0.01175
26	630	455.93	45.87	7.24494	7.81083	0.00941	0.01097
27	660	455.83	45.77	7.04228	7.57579	0.00676	0.00783
28	690	455.77	45.71	6.92026	7.43477	0.00407	0.00470
29	720	455.71	45.65	6.79792	7.29375	0.00408	0.00470
30	750	455.66	45.60	6.69573	7.17623	0.00341	0.00392
31	780	455.62	45.56	6.61381	7.08222	0.00273	0.00313

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 36.3699 % bb  
 MASSA WADAH : 409.11 gram  
 SUHU PENDINGIN DAN RH : 50 ° C dan 32 %  
 KECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENDINGINAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	483.43	74.32	36.36986	57.15823	0.00000	0.00000
2	15	479.45	70.34	32.76952	48.74206	0.24002	0.56108
3	30	477.15	68.04	30.49688	43.87844	0.15151	0.32424
4	45	475.36	66.25	28.61899	40.09328	0.12519	0.25234
5	60	473.83	64.72	26.93152	36.85792	0.11250	0.21569
6	75	472.43	63.32	25.31598	33.89746	0.10770	0.19736
7	90	471.25	62.14	23.89778	31.40221	0.09455	0.16635
8	105	470.09	60.98	22.45011	28.94926	0.09651	0.16353
9	120	468.86	59.75	20.85369	26.34828	0.10643	0.17340
10	150	467.03	57.92	18.35304	22.47853	0.08336	0.12899
11	180	465.51	56.40	16.15262	19.26432	0.07335	0.10714
12	210	464.22	55.11	14.18995	16.53646	0.06542	0.09093
13	240	463.20	54.09	12.57179	14.37955	0.05394	0.07190
14	270	462.33	53.22	11.14258	12.53984	0.04764	0.06132
15	300	461.62	52.51	9.94112	11.03846	0.04005	0.05005
16	330	461.12	52.01	9.07533	9.98115	0.02886	0.03524
17	360	460.61	51.50	8.17491	8.90270	0.03001	0.03595
18	390	460.18	51.07	7.40176	7.99342	0.02577	0.03031
19	420	459.88	50.77	6.85460	7.35903	0.01824	0.02115
20	450	459.59	50.48	6.31949	6.74579	0.01784	0.02044
21	480	459.39	50.28	5.94686	6.32287	0.01242	0.01410
22	510	459.20	50.09	5.59010	5.92109	0.01189	0.01339
23	540	459.03	49.92	5.26859	5.56161	0.01072	0.01198
24	570	458.88	49.77	4.98308	5.24442	0.00952	0.01057
25	600	458.74	49.63	4.71505	4.94837	0.00893	0.00987
26	630	458.66	49.55	4.56121	4.77920	0.00513	0.00564
27	660	458.60	49.49	4.44550	4.65232	0.00386	0.00423

## Lampiran 3. Lanjutan

KADAR AIR AWAL : 39.6382 % bb  
 MASSA WADAH : 412.52 gram  
 SUHU PENGERING DAN RH : 55 ° C dan 26 %  
 RECEPATAN ALIRAN UDARA : 2.5 m/det

NO.	WAKTU (MENIT)	M. KOTOR (GRAM)	M. BAHAN (GRAM)	KADAR AIR		LAJU PENGERINGAN	
				(% BB)	(% BK)	(% BB/MNT)	(% BK/MNT)
1	0	493.37	80.85	39.63815	65.66755	0.00000	0.00000
2	15	488.03	75.51	35.36941	54.72550	0.28458	0.72947
3	30	485.34	72.82	32.98193	49.21350	0.15917	0.36747
4	45	483.20	70.68	30.95281	44.82848	0.13528	0.29233
5	60	481.40	68.88	29.14844	41.14015	0.12029	0.24589
6	75	479.78	67.26	27.44193	37.82065	0.11377	0.22130
7	90	478.34	65.82	25.85452	34.86999	0.10583	0.19671
8	105	477.04	64.52	24.36058	32.20619	0.09960	0.17759
9	120	475.89	63.37	22.98792	29.84976	0.09151	0.15710
10	150	473.69	61.17	20.21815	25.34180	0.09233	0.15027
11	180	471.79	59.27	17.66061	21.44856	0.08525	0.12977
12	210	470.18	57.66	15.36151	18.14955	0.07664	0.10997
13	240	468.84	56.32	13.34773	15.40379	0.06713	0.09153
14	270	467.64	55.12	11.46126	12.94490	0.06288	0.08196
15	300	466.64	54.12	9.82529	10.89583	0.05453	0.06830
16	330	465.84	53.32	8.47233	9.25657	0.04510	0.05464
17	360	465.24	52.72	7.43066	8.02713	0.03472	0.04098
18	390	464.67	52.15	6.41888	6.85916	0.03373	0.03893
19	420	464.24	51.72	5.64084	5.97806	0.02593	0.02937
20	450	463.85	51.33	4.92391	5.17892	0.02390	0.02664
21	480	463.55	51.03	4.36497	4.56420	0.01863	0.02049
22	510	463.27	50.75	3.83733	3.99046	0.01759	0.01912
23	540	463.08	50.56	3.47596	3.60113	0.01205	0.01298
24	570	462.93	50.41	3.18874	3.29377	0.00957	0.01025
25	600	462.81	50.29	2.95773	3.04788	0.00770	0.00820
26	630	462.71	50.19	2.76438	2.84297	0.00644	0.00683
27	660	462.63	50.11	2.60915	2.67905	0.00517	0.00546
28	690	462.57	50.05	2.49240	2.55610	0.00389	0.00410



Lampiran 4. Data nilai rata-rata organoleptik uji perbandingan ganda terhadap aroma, tekstur, warna dan rasa

PERLAKUAN	AROMA	TEKSTUR	WARNA	RASA
A1B1	6.06666667	6.53333333	6.13333333	6.53333333
A1B2	5.60000000	5.93333333	5.26666667	5.80000000
A1B3	5.86666667	6.20000000	6.33333333	6.33333333
A1B4	4.13333333	6.53333333	4.86666667	5.86666667
A2B1	5.93333333	5.86666667	5.93333333	6.60000000
A2B2	5.66666667	5.80000000	6.13333333	5.93333333
A2B3	5.93333333	5.33333333	5.13333333	6.26666667
A2B4	4.80000000	7.20000000	5.20000000	5.80000000
A3B1	4.40000000	5.53333333	5.00000000	4.80000000
A3B2	4.33333333	5.13333333	5.40000000	4.66666667
A3B3	4.73333333	4.73333333	5.60000000	4.40000000
A3B4	4.20000000	5.33333333	5.80000000	5.06666667
A4B1	5.80000000	5.60000000	6.06666667	5.86666667
A4B2	5.53333333	5.66666667	5.80000000	5.53333333
A4B3	6.26666667	5.46666667	5.80000000	6.26666667
A4B4	4.26666667	5.60000000	5.46666667	5.06666667
<b>RATA-RATA</b>	<b>5.22083333</b>	<b>5.77916667</b>	<b>5.62083333</b>	<b>5.67500000</b>

Lampiran 5. Uji sidik ragam skor aroma

SUMBER VARIASI	DB	JK	RJK	F-HITUNG	F-TABEL ( $\alpha = 0.05$ )
Model	15	135.4291667	9.0286111	7.03	
A	3	52.6125000	17.5375000	13.65	2.68
B	3	66.0125000	22.0041667	17.12	2.68
A*B	9	16.8041667	1.8671296	1.45	1.96
Sisa	224	287.8666667	1.2851190		
Total	239	287.8666667			

Uji beda nyata terkecil (BNT) skor aroma

Faktor = Suhu pengering (A)			Faktor = Kec. Aliran udara (B)		
TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4079 ( $\alpha=0.05$ )	TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4079 ( $\alpha=0.05$ )
A2	5.583	A	B3	5.700	A
A4	5.487	A	B1	5.550	A
A1	5.417	A	B2	5.283	B
A3	4.417	B	B4	4.350	C

Interaksi antara faktor suhu pengering (A) dan kecepatan aliran udara (B)

PERLAKUAN	RATA-RATA	BNT= 0.8157 ( $\alpha=0.05$ )
A4B3	6.267	A
A1B1	6.067	A
A2B1	5.933	A
A2B3	5.933	A
A1B3	5.867	A
A4B1	5.800	A
A2B2	5.667	B A
A1B2	5.600	B A C
A4B2	5.533	B D C
A2B4	4.800	D C
A3B3	4.733	D
A3B1	4.400	D
A3B2	4.333	D
A4B4	4.267	D
A3B4	4.200	D
A1B4	4.133	D

IPB University  
 1. Diambil sampel pada suhu pengeringan yang konstan per tingkat kecepatan aliran udara dan kecepatan aliran udara...  
 2. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara terhadap skor aroma...  
 3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang lebih tinggi menghasilkan skor aroma yang lebih tinggi...  
 4. Kecepatan aliran udara yang lebih tinggi menghasilkan skor aroma yang lebih tinggi...  
 5. Terdapat interaksi antara suhu pengeringan dan kecepatan aliran udara terhadap skor aroma...

Lampiran 6. Uji sidik ragam skor tekstur

SUMBER VARIASI	DB	JK	RJK	F-HITUNG	F-TABEL ( $\alpha = 0.05$ )
Model	15	82.62916667	5.50861111	2.88	
A	3	44.27916667	14.75972222	7.71	2.68
B	3	18.11250000	6.03750000	3.15	2.68
A*B	9	20.23750000	2.24861111	1.18	1.96
Sisa	224	428.66666667	1.91369048		
Total	239	511.29583333			

Uji beda nyata terkecil (BNT) skor tekstur

Faktor = Suhu pengering (A)

Faktor = Kec. Aliran udara (B)

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4977 ( $\alpha=0.05$ )
A1	6.300	A
A2	6.050	A B
A4	5.583	C B
A3	5.183	C

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4977 ( $\alpha=0.05$ )
B4	6.167	A
B1	5.833	A B
B2	5.633	B
B3	5.433	B

Interaksi antara faktor suhu pengering (A) dan kecepatan aliran udara (B)

PERLAKUAN	RATA-RATA	BNT= 0.9954 ( $\alpha=0.05$ )
A2B4	7.200	A
A1B1	6.533	B A
A1B4	6.533	B A
A1B3	6.200	B C
A1B2	5.933	B C D
A2B1	5.867	B C D
A2B2	5.800	B C D
A4B2	5.667	B E C D
A4B1	5.600	B E C D
A4B4	5.600	B E C D
A3B1	5.533	E C D
A4B3	5.467	E C D
A2B3	5.333	E C D
A3B4	5.333	E C D
A3B2	5.133	E D
A3B3	4.733	E

IPB University  
 1. Diuji menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 2. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 3. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 4. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 5. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 6. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 7. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 8. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 9. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).  
 10. Pengujian ini menggunakan sidik ragam dua arah dengan menggunakan uji F dan uji beda nyata terkecil (BNT).

Lampiran 7. Uji sidik ragam skor warna

SUMBER VARIASI	DB	JK	RJK	F-HITUNG	F-TABEL ( $\alpha = 0.05$ )
Model	15	44.89583333	2.99305556	2.14	
A	3	3.41250000	1.13750000	0.81	2.68
B	3	7.14583333	2.38194444	1.70	2.68
A*B	9	34.33750000	3.81527778	2.73	1.96
Sisa	224	313.60000000	1.40000000		
Total	239	358.49583333			

Uji beda nyata terkecil (BNT) skor warna

Faktor = Suhu pengering (A)

Faktor = Kec. Aliran udara (B)

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4257 ( $\alpha=0.05$ )
A4	5.783	A
A1	5.650	A
A2	5.600	A
A3	5.450	A

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4257 ( $\alpha=0.05$ )
B1	5.783	A
B3	5.717	A B
B2	5.650	A B
B4	5.333	B

Interaksi antara faktor suhu pengering (A) dan kecepatan aliran udara (B)

PERLAKUAN	RATA-RATA	BNT= 0.8514 ( $\alpha=0.05$ )
A1B3	6.333	A
A2B2	6.133	B A
A1B1	6.133	B A
A4B1	6.067	B A C
A2B1	5.933	B A D C
A3B4	5.800	B E A D C
A4B2	5.800	B E A D C
A4B3	5.800	B E A D C
A3B3	5.600	B E A D C F
A4B4	5.467	B E D C F
A3B2	5.400	B E D C F
A1B2	5.267	E D C F
A2B4	5.200	E D F
A2B3	5.133	E D F
A3B1	5.000	E F
A1B4	4.867	F

1. Diambil sampel pada suhu pengering yang konstan per setiap kecepatan aliran udara dan kecepatan aliran udara...  
 2. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 3. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 4. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 5. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 6. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 7. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 8. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 9. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...  
 10. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pengering, kecepatan aliran udara, dan kecepatan aliran udara...

Lampiran 8. Uji sidik ragam skor rasa

SUMBER VARIASI	DB	JK	RJK	F-HITUNG	F-TABEL ( $\alpha = 0.05$ )
Model	15	105.98333333	7.06555556	3.78	
A	3	79.35000000	26.45000000	14.15	2.68
B	3	10.98333333	3.66111111	1.96	2.68
A*B	9	15.65000000	1.73888889	0.93	1.96
Sisa	224	418.66666667	1.86904760		
Total	239	524.65000000			

Uji beda nyata terkecil (BNT) skor rasa

Faktor = Suhu pengering (A)

Faktor = Kec. Aliran udara (B)

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4919 ( $\alpha=0.05$ )
A2	6.150	A
A1	6.133	A
A4	5.683	A
A3	4.733	B

TARAF	RATA-RATA	BNT= 0.4919 ( $\alpha=0.05$ )
B1	5.950	A
B3	5.817	A B
B2	5.483	A B
B4	5.450	B

Interaksi antara faktor suhu pengering (A) dan kecepatan aliran udara (B)

PERLAKUAN	RATA-RATA	BNT= 0.9837 ( $\alpha=0.05$ )
A2B1	6.600	A
A1B1	6.533	A
A1B3	6.333	B A
A2B3	6.267	B A
A4B3	6.267	B A
A2B2	5.933	B A C
A1B4	5.867	B A C
A4B1	5.867	B A C
A1B2	5.800	B A C
A2B4	5.800	B A C
A4B2	5.533	D B C
A3B4	5.067	D E C
A4B4	5.067	D E C
A3B1	4.800	D E
A3B2	4.667	D E
A3B3	4.400	E

1. Diambil sampel pada suhu pengering yang konstan per kecepatan aliran udara dan kecepatan angin.  
 2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan prosedur yang sudah ditentukan, jumlah skor rasa adalah 100, kemudian skor tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan skor rasa total.  
 3. Skor rasa yang diperoleh dari pengujian tersebut akan diolah lebih lanjut dalam bentuk laporan yang akan diserahkan kepada dosen pembimbing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Paulus Widya. 1991. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) dan Kacang Tanah (*Arachis hypogea*). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. IPB. Bogor.
- Anwar, C. 1987. Model matematik Pengeringan Lapisan Tipis Cengkeh (*Eugenia caryophyllus* S.). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. IPB, Bogor.
- Artz, W.E., et al. 1983. Vitamin C retention of potato fries blanched in water. *J. Food Sci.* 48(1) : 272.
- Balai Pusat Statistik. 1989. Survei Pertanian : Produksi Tanaman Sayuran Dan Buah-buahan Di Indonesia.
- Balai Pusat Statistik. 1989. Perkembangan Harga Perdagangan Besar Di Jakarta Triwulan III.
- Bring, S.V. 1966. Total ascorbic acid in sh/oestring potatoes. *J. Am. Dietet. Assoc.* 48 (1) : 112.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema and C.W. Hall. 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Brown, et al. 1964. *Food Dehydration*. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Chittenden, d.h. dan A. Hustrulid. 1966. Determining drying constants for shelled corn. *Transaction of ASAE* 9(6): 52-55.
- CIP. 1984. *Potatoes For The Developing World*. International Potato Center, Lima, Peru.
- Greenfield, H. 1984. Lipids in french fries : a retail and laboratory study. *J. Food Engng.* 110(19) : 239.
- Hall, C.W. 1980. *Drying and Storage of Agricultural Crops*. The AVI Pub. CO., Inc., Westport, Connecticut, USA
- Hanson, L.P. 1975. *Commercial Processing of Vegetables*. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, USA.
- Heldman, D.R., and R. Paul Singh. 1981. *Food Process Engineering* 2nd Edition. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Henderson, S.M. and S. Pabis. 1961. Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient. *J. of Agricultural Research* 6(4): 169-174.

- Henderson, S.H. and R.L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Pub.Co.,Inc., Westport, Connecticut. USA.
- Karel, M., O.R. Fennema, and D.B. Lund. 1975. Principles Of Food Preservation Part II : Physical Principles Of Food Preservation. O.R. Fennema: editor. Marcel Dekker, Inc. New York, N.Y.
- Luh, Bor.S., and Jasper guy Woodroof. 1975. Commercial vegetable Processing. The AVI Pub. Co.,Inc.,Westport, Connecticut, USA.
- Magar, E.M. 1972. Data Analysis in Biochemistry and Biophysics. Academic Press, New York
- Markakis, P. 1975. Nutritive Quality Of Potato Protein. Nutr.Clin.Nutr.1.Pt.2,471-481.
- McKenna, B.M. 1981. Engineering And Food Volume 1. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Mustika, Y.D. 1993. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Bawang Daun Rajangan (*Allium porum L.*). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian, IPB, Bogor.
- Nishiyama, Y. 1983. Drying of cereal grains. Makalah seminar pada seminar IV di IPB, 25 Agustus 1983, Bogor.
- Patmadiwiria, Irvin. 1992. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Buah Nangka (*Artocarpus itegra, Merr.*). Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. IPB, Bogor.
- Pelletier, O. et al. 1977. Vitamin C in potatoes prepared in various ways. Canad. Inst. Food Sci. Technol. 10 (1) : 138.
- Regnerud, G. 1972. Content and retention of ascorbic acid in cooked frozen vegetables. J. Food Sci. Technol. 5 : 99.
- Rostovski, A. 1981. Storage Of Potatoes. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Smith, O. 1977. Potatoes : Production, Storing, Processing. The AVI Pub. Co.,Inc.,Westport,Connecticut, USA.
- Soekarto, S.T. 1981. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Pusbangtepa, IPB, Bogor.
- Spiegel, H.R. 1971. Advance Mathematics for Engineer and Science. Mc.Graw-Hill Book Co.Inc.,New York.
- Steffe, J.F. and R.P. Singh. 1979. Theoretical aspects of rough rice tempering. Transaction of ASAE 23(3): 775-780.

- Stoecker, J.F. 1971. Design of Thjermal Syatem. Mc.Graw-Hill Book Co.Inc..New York.
- Supriyono. 1986. Studi Karakteristik Pengeringan dan Menentukan Kadar Air Kesetimbangan Dinamis serta Koefisien Pengdwringan Kopi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Taib,G., G.Said dan S.W. Wiraatmadja. 1988. Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian. PT Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Thahir, R., K. Abdullah,Eryatno, P. Tjiptoprano dan A. Hosokawa. 1985. Mathematical model for paddy drying. Forum Pasca Sarjana 8(2): 25-38.
- Talbur,W.F., Schiwemmer S., and Burr H.K. 1975. Potato Processing 3rd Edition. The AVI Pub. Co.,Inc.,Westport,Connecticut, USA.
- Thorne,S. 1981. Developments In Food Preservation - 1. Applied Science Publishers, London.
- Walpole, R.E. 1988. Pengantar Statistik. Edisi ke-3. PT. Gramedia, Jakarta, Indonesia.
- Whitaker, T.B. dan J.H. Young. 1972. Simulation of moisture movement in peanut kernels: evaluation of diffusion equation. Transaction of ASAE 15(1): 163-166.
- Woodroof,J.G. and Bor S.L. 1988. Commercial Vegetable Processing 2nd Edition. The AVI Pub.Co.,Inc.,Westport, Connecticut, USA.