



Hak cipta milik IPB University

HUBUNGAN KOMPOSISI BAHAN DENGAN SIFAT TERMAL BUAH - BUAHAN

Oleh
HASTUTI ANGGRAINI
E 25. 1177



1993
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

" Dan apabila dikata-
kan : " Berdirilah kamu, maka ber-
dirilah, niscaya Allah akan mening-
gikan orang-orang yang beriman di
antaramu dan orang-orang yang di-
beri pengetahuan beberapa derajat.
Dan Allah maha mengetahui apa yang
kamu kerjakan. "
(QS. 58 : 11)

" Dia menumbuhkan bagi kamu dengan
air hujan itu tanam-tanaman :
Zaitun, kurma, anggur dan segala
macam buah-buahan.. Sesungguhnya
pada yang demikian itu benar-benar
ada tanda kekuasaan Allah bagi kaum
yang memikirkan. "
(QS. 16 : 11)

" Maka apabila kamu telah selesai
dari sesuatu urusan, kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh urusan yang
lain. "
(QS. 94 : 7)

persembahkan tulus
sebuah karya kecil buat
ayah bunda
dan
orang-orang tercinta



kurva data suhu pada selang waktu tertentu untuk setiap percobaan. Difusivitas panas buah manggis juga ditentukan secara tidak langsung dengan mengetahui lebih dulu nilai-nilai konduktivitas panas, massa jenis dan panas jenis buah tersebut. Penentuan nilai konduktivitas panas masing-masing komponen diduga menggunakan metoda tahanan listrik atau dengan menggunakan model yang telah dikembangkan yaitu Model Series dan Model Paralel.

Peralatan untuk pengukuran difusivitas panas telah berhasil dirangkai mempunyai hasil keluaran berupa aliran udara dingin dengan suhu mencapai $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan kecepatan udara $1,96\text{ m/s}$. Mesin pendingin tipe terowongan angin terdiri dari mesin kompresi dan kondensor tipe T-50 buatan Jepang, blower, evaporator, dan terowongan angin segi empat berpenampang $0,3 \times 0,3$ meter persegi. Mesin ini memerlukan tegangan listrik 350 volt dan daya listrik $2,753\text{ kilowatt}$.

Sampel manggis 5 buah dengan ukuran diameter 7 cm dan standart deviasi bobot $130,44 \pm 18,33\text{ gram}$ didapat nilai α rata-rata dengan metoda numerik yaitu $0,634 \pm 0,131 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{detik}$. Dengan metoda curve fitting didapat nilai α rata-rata sebesar $0,364 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{detik}$. Perhitungan nilai α secara tidak langsung dengan mencari nilai konduktivitas dari komponen-komponen penyusun dari buah manggis dengan menggunakan model Series, $k = 0,489\text{ W/mk}$ sebesar $0,156 \times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{detik}$. Sedangkan menggunakan model para-

lel dengan $k = 0.536 \text{ W/mK}$ sebesar $0.171 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{detik}$.

Dari beberapa cara prediksi α didapatkan nilai α yang mempunyai ketepatan yang paling tinggi dengan urutan sebagai berikut : 1. Model Paralel dengan ketelitian 97.38 %, 2. Model Seri dengan ketelitian 97.13 %, 3. Metoda *Curve fitting* dengan ketelitian 95.55 %, 4. Metode Numerik dengan ketelitian 93.72 %.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**HUBUNGAN KOMPOSISI BAHAN DENGAN
SIFAT TERMAL BUAH-BUAHAN**

Oleh :

HASTUTI ANGGRAINI

F 25. 1177

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1993

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

HUBUNGAN KOMPOSISI BAHAN
DENGAN SIFAT TERMAL BUAH-BUAHAN

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh :

HASTUTI ANGGRAINI

F 25 1177

Dilahirkan pada tanggal 3 Nopember 1970

di Solo

Tanggal lulus : 6 Agustus 1993

Disetujui

Bogor, 24 September 1993



Ir. Y. Aris Purwanto

Pembimbing II



Kamaruddin Abdullah

Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah swt, karena hanya dengan rahmat dan hidayahNya-lah skripsi ini dapat diselesaikan.

Sebagai rasa syukur, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-sebesarnya kepada :

1. Dr. Kamaruddin Abdullah sebagai dosen pembimbing utama
2. Ir. Y. Aris Purwanto sebagai dosen pembimbing kedua
3. Ir. Putiati, M.App selaku dosen penguji
4. Dosen dan tehnsisi laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
5. Japan International Coopertion Agency (JICA) yang telah membantu pembiayaan penelitian ini
6. Orang tua, saudara dan teman-teman yang telah mendorong dan membantu penelitian ini.
7. Teman-teman Soka 8 yang telah banyak membantu dan memberi motivasi .
8. Teman-teman Gilang Kencana yang telah membantu selama penelitian.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhirnya kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan tulisan selanjutnya.

Bogor, Agustus 1993

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar.....	i
Daftar Tabel.....	iii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Lampiran.....	v
Daftar Simbol.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	
A. Manggis.....	4
B. Beberapa Aspek Pendinginan.....	6
C. Pindah Panas Konduksi dan Konveksi.....	9
D. Konduktivitas Panas Bahan Pangan Berpori	11
E. Penelitian Sebelumnya Mengenai Difusivitas Panas.....	17
F. Difusivitas Panas Dalam Benda Padat Berbentuk Bulat.....	21
III. METODA PERCOBAAN	
A. Tempat dan Waktu Percobaan.....	24
B. Bahan.....	26
C. Alat.....	26
D. Prosedur Perlakuan Percobaan.....	27
E. Penentuan Difusivitas Panas Secara Langsung.....	28
F. Penentuan Difusivitas Panas Secara Tidak Langsung.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Mesin Pendingin Tipe Terowongan Angin.....	32
B. Pengukuran Temperatur Buah Manggis.....	34
C. Penentuan Nilai α Manggis Dengan Metoda Numerik.....	36
D. Penentuan α Manggis Secara Tidak Langsung	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	40
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh suhu pada laju kemunduran komoditi yang tidak rentan pendinginan.....	10
2.	Data karakteristik manggis.....	37
3.	Nilai difusivitas panas dengan metoda curviting	40
4.	Difusivitas panas manggis yang dihitung secara tidak langsung	41
5.	Nilai k dan α manggis yang dihitung berdasarkan nilai k komponen penyusunnya.....	42
6.	Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai α rata-rata percobaan 4	47
7.	Data suhu dugaan buah manggis percobaan 1 ...	67
8.	Data suhu dugaan buah manggis percobaan 2....	68
9.	Data suhu dugaan buah manggis percobaan 4....	69
10.	Data suhu dugaan buah manggis percobaan 5....	70
11.	Data suhu dugaan buah manggis percobaan 6....	71
12.	Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 1	72
13.	Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 2	74
14.	Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 4	76
15.	Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 5	78
16.	Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 6	80
17.	Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai α rata-rata percobaan 1	129
18.	Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai α rata-rata percobaan 2	130
19.	Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai α rata-rata percobaan 5	131
20.	Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai α rata-rata percobaan 6	132

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gambar mesin pendingin tipe terowongan angin	50
2.	Data pengukuran suhu manggis percobaan 1.....	51
3.	Data pengukuran suhu manggis percobaan 2.....	53
4.	Data pengukuran suhu manggis percobaan 4.....	56
5.	Data pengukuran suhu manggis percobaan 5.....	58
6.	Data pengukuran suhu manggis percobaan 6.....	60
7.	Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 1...	62
8.	Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 2...	63
9.	Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 4...	64
10.	Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 5...	65
11.	Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 6...	66
12.	Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 1...	67
13.	Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 2...	68
14.	Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 4...	69
15.	Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 5...	70
16.	Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 6...	71
17.	Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 1..	72
18.	Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 2..	74
19.	Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 4..	76
20.	Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 5..	78
21.	Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 6..	80
22.	Grafik nilai alpha manggis percobaan 1.....	82
23.	Grafik nilai alpha manggis percobaan 2.....	83
24.	Grafik nilai alpha manggis percobaan 4.....	84
25.	Grafik nilai alpha manggis percobaan 5.....	85
26.	Grafik nilai alpha manggis percobaan 6.....	86
27.	Hasil analisis regresi percobaan 1.....	87
28.	Hasil analisis regresi percobaan 2.....	89
29.	Hasil analisis regresi percobaan 4.....	91
30.	Hasil analisis regresi percobaan 5.....	93
31.	Hasil analisis regresi percobaan 6.....	95
32.	Program untuk mencari α dengan metoda numerik	98
33.	Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 1 untuk mencari α dengan metoda curviting....	102

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerjemahan atau tujuan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

34.	Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 2 untuk mencari α dengan metoda curviting....	103
35.	Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 4 untuk mencari α dengan metoda curviting....	104
36.	Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 5 untuk mencari α dengan metoda curviting....	105
37.	Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 6 untuk mencari α dengan metoda curviting....	106
38.	Hasil analisis regresi percobaan 1.....	107
39.	Hasil analisis regresi percobaan 2.....	111
40.	Hasil analisis regresi percobaan 4.....	115
41.	Hasil analisis regresi percobaan 5.....	119
42.	Hasil analisis regresi percobaan 6.....	123
43.	Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis percobaan 1	129
44.	Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis percobaan 2	130
45.	Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis percobaan 5	131
46.	Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis percobaan 6	132
47.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 1 untuk bagian lunak	135
48.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 1 untuk bagian keras	136
49.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 2 untuk bagian lunak	137
50.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 2 untuk bagian keras	138
51.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 5 untuk bagian lunak	139
52.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 5 untuk bagian keras	140
53.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 6 untuk bagian lunak	141
54.	Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 6 untuk bagian keras	142

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR SIMBOL

- Q = perubahan panas (J)
- dt = perubahan waktu (detik)
- T_1 = suhu awal proses ($^{\circ}C$)
- T_2 = suhu akhir proses ($^{\circ}C$)
- h_c = koefisien konveksi ($W/m^2 K$)
- ∇ = operator matematika (-)
- r = jari-jari (cm)
- x = beda jarak (cm)
- k = konduktivitas panas ($W/m K$)
- k_f = konduktivitas buah ($W/m K$)
- k_s = konduktivitas sukrosa ($W/m K$)
- k_w = konduktivitas air ($W/m K$)
- k_p = konduktivitas pati ($W/m K$)
- X = fraksi berat (-)
- ϵ_s = fraksi volume sukrosa (-)
- ϵ_w = fraksi volume air (-)
- ϵ_p = fraksi volume pati (-)
- A = luas penampang aliran panas (cm^2)
- C_p = panas jenis ($J/g^{\circ}C$)
- ρ = massa jenis (g/cm^3)
- ρ_f = massa jenis buah (g/cm^3)
- t = waktu (detik)
- α = difusivitas panas ($cm^2/ detik$)
- m = massa (g)
- H_c = heat capacity kalorimeter ($J/^{\circ}C$)
- W_s = berat sampel (g)
- T = beda suhu ($^{\circ}C$)
- X = interval waktu (detik)
- T_f = suhu rata-rata dua interval pada periode akhir ($^{\circ}C$)
- T_i = suhu rata-rata dua interval pada periode awal ($^{\circ}C$)
- T_f = suhu rata-rata pada periode akhir ($^{\circ}C$)
- T_i = suhu rata-rata pada periode awal ($^{\circ}C$)
- ΣT = jumlah suhu pada beberapa interval pada periode keseimbangan (-)
- Q = panas (Watt)

menggunakan suatu simulasi pendingin. Salah satu parameter yang diperlukan sebagai masukan dalam simulasi tersebut adalah difusivitas panas bahan.

Penentuan nilai difusifitas panas bahan pertanian dengan menggunakan metode numerik dan analitik telah dilakukan di Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB. Dalam penelitian ini digunakan pengukuran secara otomatis menggunakan data logger, data hasil pengukuran dapat langsung diolah untuk mendapatkan hasil yang diinginkan melalui program komputer.

Arifin (1992) telah membuat rancangan mesin pendingin tipe terowongan angin untuk menentukan sifat-sifat thermofisik buah melon. Alat ini menggunakan mesin pendingin tipe terowongan angin dengan tambahan evaporator, katup ekspansi, dan blower. Alat ini mempunyai kecepatan udara yang terlalu besar dan penempatan blower dibelakang berpengaruh terhadap suhu udara yang masuk ke dalam ruang penyimpan. Untuk lebih menyempurnakan rancangan alat ini penulis ingin mendesain lebih lanjut dengan memindahkan blower dan menyalurkan udara melalui pipa, dengan tambahan kran pengatur kecepatan udara sehingga suhu benar-benar dapat terkontrol.

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menyempurnakan rancangan mesin pendingin tipe terowongan angin
2. Menentukan difusifitas panas buah manggis



3. Mencari hubungan antara komposisi bahan dengan sifat termal buah manggis (*Garcinia mangostana* L).

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. MANGGIS

Manggis (*Garcinia mangostana* L) merupakan buah yang mempunyai kulit buah tebal, mudah dipecah, biji dengan salut berdaging yang mempunyai rasa manis asam (Pantastico, 1986). Buah yang berukuran kecil ini mempunyai kulit berwarna coklat hingga keunguan. Sebagian besar kandungan kulit manggis adalah tannin dan xanthones. Di bagian dalam terdapat daging buah manggis sebanyak 4 hingga 7 buah dengan ukuran yang berbeda-beda (Martin, 1980).

Buah manggis merupakan buah khas daerah tropika, buah manggis banyak tumbuh di Malaysia, Indonesia, Philipina, Birma, Srilangka dan sebagian Thailand. Selain di tempat-tempat tersebut, pohon manggis dapat pula tumbuh di Hawaii dan di India bagian barat. Pohon manggis tidak dapat tumbuh di daerah yang bersuhu kurang dari 5°C atau suhu lebih dari 38°C, pada suhu kurang dari 20°C pertumbuhan pohon manggis agak kurang baik. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan pohon manggis adalah antara 25°C sampai 35°C dengan kelembaban relatif lebih dari 80 persen (Cox, 1976).

Pohon manggis yang tumbuh sampai lebih dari 10 meter ini, membutuhkan curah hujan yang tinggi, yaitu lebih dari 2500 mm per tahun. Pohon manggis yang tumbuh pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

B. BEBERAPA ASPEK PENDINGINAN

Menurut Winarno et al. (1983), penggunaan suhu rendah dapat digunakan untuk menghambat atau mencegah reaksi-reaksi kimia, reaksi enzimatis atau pertumbuhan mikroba. Semakin rendah suhu maka akan makin lambat proses-proses tersebut.

Penyimpanan dibawah suhu 15°C dan diatas titik beku bahan dikenal sebagai penyimpan dingin (*chilling storage*). Penyimpanan dingin merupakan salah satu cara untuk menghambat turunnya mutu buah-buahan disamping pengaturan kelembaban dan komposisi udara serta penambaha zat-zat pengawet kimia. Perbandingan akan mengurangi kelayuan karena kehilangan air, menurunkan laju reaksi kimia dan laju pertumbuhan mikroba pada buah yang disimpan (Wattkins, 1971). Selain itu dengan menggunakan suhu rendah juga akan menghambat atau mencegah reaksi kimia, reaksi enzimatis atau pertumbuhan mikroba (Winarno dan Jenie, 1983).

Beberapa jenis buah, terutama buah tropis mengalami kerusakan karena pendinginan pada suhu di atas titik beku tetapi di bawah suhu kritik spesifik (5 - 15°C) tergantung komoditi, kultivar dan lama penyimpanan (Kader, 1980).

Pada beberapa jenis buah tropis, yaitu mangga, pisang, tomat dan nenas, penyimpanan di bawah suhu 11°C mengakibatkan metabolisme abnormal yang menimbulkan flavor aneh, pencoklatan dan pembusukan (Filder, 1962). Pengaruh



suhu pada laju kemunduran komoditi yang tidak rentan pendinginan dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut Fennema (1976), agar keawetan dari bahan pangan yang disimpan pada suhu dingin maksimal, maka perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Respirasi aerobik diusahakan berlangsung pada suhu yang rendah, sehingga proses-proses yang berhubungan dengan pemeliharaan kehidupan sel dapat terus berjalan dan lapisan pelindung alami yang menjaga dari serangan mikroba dapat tetap utuh.
2. Suhu rendah yang cocok diusahakan tetap terjaga sehingga reaksi-reaksi kerusakan dapat dihambat.

Tabel 1. Pengaruh suhu pada laju kemunduran komoditi yang tidak rentan pendinginan (Kader, 1985)

Suhu	Kecepatan kemunduran relatif	Daya simpan relatif	Kehilangan per hari (%)
0	1.0	100	1
10	3.0	33	3
20	7.5	13	8
30	15.0	7	14



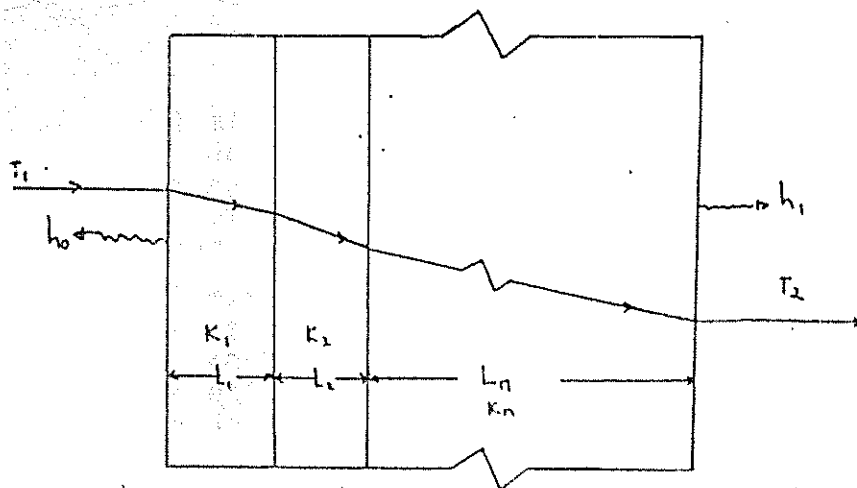
koefisien konduksi berbeda harus dijumlahkan terlebih dahulu. Penjumlahan dilakukan secara paralel dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$U = \frac{1}{A \sum R} \dots \dots \dots (2)$$

$$\sum R = \frac{1}{A_1 K_1/L_1} + \frac{1}{A_2 K_2/L_2} + \frac{1}{A_3 K_3/L_3} + \dots + \frac{1}{A_n K_n/L_n} \dots \dots \dots (3)$$

dimana , q = jumlah panas yang merambat, J/det
 A = luas penampang \perp , m^2
 L = jarak perambatan panas, m
 K = koefisien pindah panas, $W/m.K$
 $(T_1 - T_2)$ = beda suhu, K

Dalam suatu dinding pembatas perpindahan panas luar ke dalam dinding secara keseluruhan (digabung dengan pindah panas konveksi) yang diperlihatkan pada gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Proses pindah panas pada dinding

Maka ΣR menjadi :

$$\Sigma R = \frac{1}{h_1 A_o} + \frac{L_1}{A_1 K_1} + \frac{L_2}{A_2 K_2} + \dots + \frac{1}{h_2 A_o} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan h merupakan koefisien konveksi paksa yang nilainya dipengaruhi oleh kecepatan udara.

Dan untuk nilai T merupakan perbedaan suhu diluar dan didalam dinding (T^∞ dan T_f).

Pindah panas dalam aliran yang dimaksud adalah penambahan panas selama aliran bergerak ke suatu tempat. dan dapat dihitung dengan rumus :

$$q = m C_p \Delta T \dots \dots \dots (6)$$

dengan,

m = laju aliran massa, $M^3/detik$

C_p = panas jenis bahan aliran, $J/kg K$

ΔT = Perbedaan suhu awal dan akhir, K

Dan untuk konveksi dipakai rumus :

$$q = h A \Delta T \dots \dots \dots (7)$$

dengan h = koefisien konveksi paksa, $W/m^2 K$

Sifat thermofisik bahan pertanian meliputi sifat-sifat konduktivitas, difusivitas, kekerasan dan banyaknya kandungan zat tertentu. Difusivitas panas bahan dapat didefinisikan sebagai laju perambatan panas dari bahan dengan satuan cm^2/jam . Besar difusivitas panas suatu bahan dapat ditentukan secara langsung yaitu dengan melakukan pengukuran atau secara tidak langsung dengan mengetahui lebih dulu nilai-nilai pendinginan.

Untuk memperkirakan laju penurunan temperatur yang terjauh dalam bahan selama pendinginan digunakan nilai difusivitas (α). Dalam hubungannya dengan sifat panas lain, difusivitas panas merupakan perbandingan dari konduktivitas panas (k) dengan kapasitas panas volumetrik (cp) (Mohsenin, 1980) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{k}{\rho cp} \dots\dots\dots(8)$$

Nilai difusivitas panas buah-buahan yang telah diteliti berhubungan dengan komposisi jumlah dan jenis zat kimia yang terkandung didalamnya dan sifat fisik komoditi.

Pada dasarnya bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu air, protein, karbohidrat dan lemak. Disamping itu bahan pangan juga mengandung zat anorganik dalam bentuk mineral dan komponen organik lainnya misalnya vitamin, enzim, asam, antioksidan, pigmen dan komponen cita rasa. Jumlah masing-masing komponen tersebut berbeda-beda pada bahan pangan tergantung dari sifat alamiah bahan misalnya kekerasan, cita rasa dan warna makanan.

Kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan. Pengurangan air disamping bertujuan mengawetkan juga mengurangi besar dan berat bahan pangan sehingga memudahkan dan menghemat pengepakan. Kandungan air sangat berpengaruh terhadap konsistensi bahan pangan dimana sebagian besar bahan pangan segar mempunyai kadar air 70 persen



atau lebih. Buah-buahan segar mempunyai kadar air 90-95 persen. Pada umumnya keawetan bahan pangan mempunyai hubungan erat dengan kadar air yang dikandungnya mengalami kerusakan oleh pengaruh-pengaruh panas, reaksi kimia dengan asam atau basa, guncangan dan sebab-sebab lain. Perubahan tersebut di dalam makanan mudah dikenal dengan terjadinya penggumpalan atau pengerutan.

Dalam bahan pangan nabati, karbohidrat merupakan komponen yang relatif tinggi kadarnya. Beberapa zat yang termasuk golongan karbohidrat adalah gula, dekstrin, pati, selulosa, hemi-selulosa, pektin, gum, dan beberapa karbohidrat yang lain. Beberapa gula misalnya glukosa, fruktosa, maltosa, sukrosa dan laktosa mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda misalnya dalam hal rasa manisnya, kelarutan di dalam air, energi yang dihasilkan, mudah tidaknya difermetasi oleh mikroba tertentu, daya pembentukan karamel jika dipanaskan dan pembentukan kristalnya. Gula-gula tersebut pada konsentrasi yang tinggi dapat mencegah pertumbuhan mikroba sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet. Beberapa sifat pati adalah mempunyai rasa yang tidak manis, tidak larut dalam air dingin tetapi di dalam air panas dan membentuk sol atau jel yang bersifat kental. Sifat kekentalannya dapat digunakan mengatur tekstur makanan, dan sifat jelnnya diubah oleh gula atau asam.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Komposisi apel Malang seperti tabel berikut,

Kandungan	Nilai
Protein	0.50 gram,
Energi	57.00 kalori
Lemak	0.40 gram
Hidrat arang	12.80 gram
Serat	0.80 gram
Abu	0.30 gram
Kalsium	9.00 miligram
Fosfor	18.00 miligram
Besi	0.60 miligram
Karotin	2240.00 mk _g
vit B	0.05 miligram
vit C	4.50 miligram
Air	85.90 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $1.09 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk periode waktu 110-210 menit.

Jambu biji mempunyai komposisi seperti tabel berikut,

Kandungan	Nilai
Energi	61.00 kalori
Protein	0.90 gram
Lemak	0.30 gram
Hidrat arang	15.40 gram
Serat	4.50 gram
Abu	0.60 gram
Kalsium	31.00 miligram
Fosfor	41.00 miligram
Besi	0.20 miligram
Karotin	18.00 mk _g
Vit B1	1.02 miligram
Vit C	116.00 miligram
Air	82.80 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)



Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $1.46 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk periode 110-210 menit.

Sawo mempunyai komposisi seperti tabel berikut,

Kandungan	Nilai
Protein	1.00 gram
Energi	64.00 kalori
Lemak	3.10 gram
Hidrat arang	8.00 gram
Serat	0.80 gram
Abu	0.60 gram
Kalsium	18.00 miligram
Fosfor	45.00 miligram
Besi	0.80 miligram
Vit B1	0.01 miligram
Vit C	1.00 miligram
Air	87.30 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $0.42 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk periode waktu 110-210 menit.

Kandungan zat gizi Melon seperti tabel berikut,

Kandungan (/100 gr bagian yang bisa dimakan)	Nilai
Energi	23.000 kalori
Protein	0.600 gram
Vit A	2400.000 Si
Asam ascorbat	30.000 miligram
Kalsium	17.000 miligram
Niacin	1.000 miligram
Riboflavin	0.065 miligram
Thiamin	0.045 miligram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $0.096 \text{ cm}^2/\text{jam}$ yang dihitung secara numerik.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $1.46 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk periode 110-210 menit.

Sawo mempunyai komposisi seperti tabel berikut,

Kandungan	Nilai
Protein	1.00 gram
Energi	64.00 kalori
Lemak	3.10 gram
Hidrat arang	8.00 gram
Serat	0.80 gram
Abu	0.60 gram
Kalsium	18.00 miligram
Fosfor	45.00 miligram
Besi	0.80 miligram
Vit B1	0.01 miligram
Vit C	1.00 miligram
Air	87.30 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $0.42 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk periode waktu 110-210 menit.

Kandungan zat gizi Melon seperti tabel berikut,

Kandungan (/100 gr bagian yang bisa dimakan)	Nilai
Energi	23.000 kalori
Protein	0.600 gram
Vit A	2400.000 Si
Asam ascorbat	30.000 miligram
Kalsium	17.000 miligram
Niacin	1.000 miligram
Riboflavin	0.065 miligram
Thiamin	0.045 miligram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $0.096 \text{ cm}^2/\text{jam}$ yang dihitung secara numerik.

Mangga mempunyai komposisi sebagai berikut,

Kandungan	Nilai
Kalori	46.00 kalori
Protein	0.40 gram
Lemak	0.20 gram
Hidrat arang	11.90 gram
Kalsium	15.00 miligram
Fosfor	9.00 miligram
Besi	0.20 miligram
Vit A	1200.00 SI
Vit B	0.00 miligram
Vit C	6.00 miligram
Air	86.60 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $0.02 - 0.4 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk mangga didinginkan secara individu maupun didinginkan dalam tumpukan.

Advokat mempunyai komposisi seperti tabel berikut,

Kandungan	Nilai
Kadar air	65.70 persen
Protein	1.51 gram
Lemak	26.60 gram
Karbohidrat	4.62 gram
Kadar abu	1.60 gram

Sumber : (Departemen Kesehatan, 1990)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai difusivitas panas sebesar $1.26 \text{ cm}^2/\text{jam}$ untuk selang waktu 110-210 menit.



D. KONDUKTIVITAS PANAS BAHAN PANGAN BERPORI

Secara matematis, konduktivitas panas merupakan konstanta proporsionalitas pada hukum *Fourier* untuk konduksi panas yang *steady state*, yaitu :

$$q = - k A \frac{dt}{dx} \dots\dots\dots(9)$$

Jika gradien suhu, dt/dx terhadap jarak x pada material dimana panas mengalir adalah satu kesatuan maka konduktivitas k dapat diinterpretasikan sebagai kuantitas aliran panas (q) per unit waktu sepanjang unit luasan (A) tegak lurus terhadap arah aliran panas. Sifat-sifat bahanlah yang menentukan seberapa jauh panas dapat dikonduksi pada bahan tersebut.

Karena bahan pangan berpori dapat dianggap sebagai sistem dua fase (termasuk dalam bahan heterogen), yang terdiri dari fase padat dan fase gas (biasanya udara), maka istilah konduktivitas panas efektif biasanya digunakan bersama-sama oleh dua fase tersebut pada bahan pangan yang berpori.

Secara umum pengukuran konduktivitas panas ada dua cara yaitu metode *steady state* dan metode *transient*. Metode *steady state* didasarkan pada hukum konduktivitas panas *Fourier* seperti terlihat pada persamaan 6. Dengan demikian perlu diciptakan keadaan konduksi panas yang satu



dimensi dan telah mencapai keadaan *steady*, untuk menentukan nilai konduktivitas panas bahan tersebut.

Pada metode *hot plate*, bahan diapit diantara dua plat paralel (plat panas dan dingin), untuk menjaga perbedaan suhu yang tetap. Ketika keadaan *steady* telah tercapai dalam beberapa jam, laju panas masuk (q), perbedaan suhu (T), juga luasan (A) dan ketebalan bahan paralel/sejajar terhadap aliran panas (X). Konduktivitas panas dihitung dengan persamaan konduksi panas longitudinal keadaan *steady* :

$$k = q \frac{\Delta X}{A \Delta T} \dots\dots\dots(10)$$

Pada metode silinder konsentris, bahan diletakkan dalam ruang diantara dua silinder konsentris dengan rasio panjang diameter besar sehingga dapat diasumsikan panjang yang tak hingga. Sumber panas menghasilkan panas yang dipindahkan secara radial melalui bahan. Ketika keadaan *steady* tercapai konduktivitas panas dapat tercapai dari persamaan berikut:

$$k = \frac{q \ln (r_1/r_2)}{2\pi L (T_1 - T_2)} \dots\dots\dots(11)$$

Di mana L adalah panjang silinder, T_1 dan T_2 adalah temperatur bahan radian r_1 dan r_2 . Selain persamaan di atas dapat juga dipakai metode silinder konsentris :



$$k = \frac{q (1/r_1 - 1/r_2)}{4\pi L(T_1 - T_2)} \dots\dots\dots(12)$$

Kerugian utama dari metode *steady state* adalah dibutuhkan dalam waktu yang lama untuk mencapai keadaan tersebut dan kemungkinan adanya pindah massa uap air yang disebabkan karena gradien temperatur pada bahan untuk periode waktu yang lama. Prosedur dasar untuk mengaplikasikan fluk panas *steady* pada bahan yang konduktivitas panasnya ditentukan. Kemudian suhu pada beberapa titik bahan dihasilkan dari aplikasi fluks panas yang diukur dan digunakan untuk menentukan konduktivitas panas dengan dasar persamaan-persamaan dasar.

Metode sumber panas garis didasarkan pada asumsi sumber panas dengan panjang tak terhingga dan sangat kecil. Kabel dengan diameter kecil biasanya digunakan dan dimasukkan ke dalam bahan yang sudah diukur konduktivitas panas. Sumber panas garis mempunyai energi, dan kemudian dihubungkan antara temperatur dan waktu dari garis dicapai setelah waktu pemanasan yang singkat. Konduktivitas panas dihitung dari persamaan berikut :

$$k = \frac{q}{4\pi L (T_1 - T_2)} \ln \frac{t_2}{t_1} \dots\dots\dots(13)$$



Dimana q adalah input laju panas, T_1 dan T_2 adalah temperatur pada waktu setelah pemanasan t_1 dan t_2 .

Metode konduktivitas probe adalah modifikasi dari metode sumber panas garis. Konduktivitas panas probe terdiri dari tabung lubang dengan kabel pemanas dan termokopel di dalamnya.

Metode sumber panas dan metode probe membutuhkan periode waktu yang singkat dalam pengukurannya. Masalah dari pindah massa uap air tidak diperhitungkan disebabkan oleh periode waktu yang singkat. Kedua metode itu lebih sederhana dibanding metode *steady state*. Metode *transient* mempunyai lebih banyak keuntungan dibanding kerugiannya untuk mengatur konduktivitas panas bahan makanan, terutama untuk bahan yang mengandung kadar air tinggi, untuk bahan dengan kadar air rendah lebih baik menggunakan metode *steady state*.

Untuk makanan berpori metode *transient* dan *steady state* sudah umum digunakan untuk mengukur konduktivitas panas bahan makanan. Harper (1962), menggunakan metode *hot plate* untuk pengukuran konduktivitas panas apel dan daging. Saravacos (1965), menggunakan metode ini untuk gel. Farrall et al. (1970), menentukan konduktivitas panas dari beberapa tipe susu.



D. PENELITIAN SEBELUMNYA MENGENAI DIFUSIVITAS PANAS

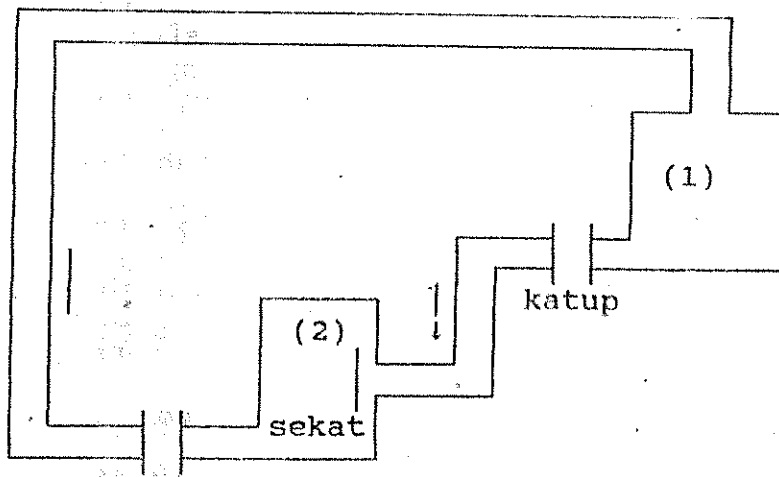
Frechete dan Zahradnik (1986) telah melakukan penelitian terhadap nilai difusivitas panas pada buah apel. Media pendingin yang digunakan adalah air dingin yang temperaturnya dijaga konstan 0.56°C dengan kecepatan aliran sebesar 2.5 m/det . Dari hasil perhitungan didapatkan nilai difusivitas panas buah apel yaitu : $\alpha = 2.287 \text{ cm}^2/\text{jam}$ dengan simpangan 8.9% .

Setiawan (1980) menerapkan suatu metoda yang sederhana yaitu numerik (Finite Difference) yang digunakan untuk menghitung α dari buah-buahan. Metoda yang digunakan oleh Setiawan adalah buah didinginkan dalam suatu kotak pendingin oleh es balok. Suhu kotak pendingin direncanakan sekitar $3-5^{\circ}\text{C}$. Nilai α yang diperoleh ketepatan yang cukup bervariasi berkisar antara $79 - 92\%$.

Oerianto Gunadi (1990) mencoba menentukan nilai dari alpha dari ikan mas. Alatnya berupa dua buah drum air dan dilengkapi dengan peralatan untuk mensirkulasikan air. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.

Drum pertama digunakan untuk mengontrol suhu. Pada drum ini dimasukkan es sebagai sumber pendingin, dari sini air dingin dialirkan ke tangki kedua yang terletak disebelah bawah. Untuk mencapai kondisi hambatan pindah panas konveksi yang dapat diabaikan, bahan didinginkan pada aliran air yang cukup deras (2.7 liter/detik). Selain itu





Keterangan : (1) Drum tempat dimasukkan es
(2) Drum tempat dilakukan pengukuran

Gambar 2. Pengukur difusivitas rancangan Gunadi (1990)

untuk membuat aliran menjadi lebih sekat. Tujuan dibentuk aliran turbulen adalah agar didapat hambatan pindah panas konveksi yang lebih kecil.

Harsitorukmi (1987) melakukan penelitian tentang sifat termofisik dalam hal ini nilai α dari buah semangka. Alat pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah model AFL-3 dengan mesin pendingin tipe kompresi. Ruang pendingin yang digunakan dapat diatur suhunya berkisar -40°C sampai dengan 40°C .

Kemudian, dengan menggunakan lemari pendingin EBARA, kapasitas 1.0 kVA, tegangan IP 220 V 50 Hz, kompressor 300 W, model 3845, Abdullah et al (1991) telah menentukan sifat termofisik buah mangga arumanis, cengkir, dan apel Malang hijau.

Dickerson (1965) didalam Mohsenin (1980) mengembangkan alat untuk menghitung nilai α berdasarkan pindah panas transien. Alat tersebut terdiri dari tempat air dan silinder yang mempunyai nilai konduktifitas panas yang besar.

Termokopel diletakkan di permukaan dan pusat silinder. Pada alat ini juga dilengkapi dengan pengaduk air (*agita-tor*) untuk memperbesar koefisien pindah panasnya.

Selanjutnya Suter et al (1972) mengembangkan alat pengukur konduktivitas dan difusivitas panas dengan menggunakan metode *probe*.

Dari beberapa alat pengukur difusivitas yang telah dikemukakan di atas, banyak mempunyai permasalahan, yang pada umumnya adalah belum dapatnya hasil suhu yang tetap sesuai dengan yang dikehendaki.

Arifin (1992) telah membuat rancangan mesin pendingin tipe terowongan angin untuk menentukan sifat-sifat termofisik buah melon. Alat ini terdiri dari mesin kompresi dan kondesor tipe T-50 buatan Jepang merk TAKAGI, blower, evaporator dari pipa tembaga 3/8 inchi dan terowongan angin segi empat. Mesin kompresi dan kondesor tipe T-50 memerlukan tegangan listrik 340 volt dan memerlukan daya listrik 2.753 kW, dan menggunakan pengukur kecepatan angin anemomaster model 6141 merk KANOMAX buatan Jepang. Alat tersebut memiliki skala pengukuran 0 - 50 m/s, dengan skala terkecil 0.2 m/s.





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

III. METODE PERCOBAAN

A. TEMPAT DAN WAKTU PERCOBAAN

Penyempurnaan rancangan mesin pendingin tipe terowongan angin dilaksanakan dimulai awal bulan Mei sampai Juli 1992. Uji teknis alat dan pengukuran difusivitas panas buah manggis dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Pebruari 1993.

Seluruh kegiatan tersebut dilaksanakan di laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Jurusan Mekanisasi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

B. BAHAN

Bahan yang digunakan untuk menyempurnakan rancangan mesin pendingin tipe terowongan angin ini adalah pipa paralon, glasswool, kayu, kran pengatur kecepatan angin dan penjepit pipa.

Dalam uji coba mesin pendingin terowongan angin ini digunakan buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) yang matang sempurna yang diperoleh di daerah Bogor. Bentuk dan tampilannya dapat dilihat dalam Gambar 3.



@Hak cipta milik IPB University

dan terowongan angin segi empat berpenampang 0.3 x 0.3 meter persegi.

Mesin kompresi dan kondensor tipe T-50 memerlukan tegangan listrik 350 volt dan memerlukan daya listrik 2.753 kilowatt.

Adapun pengukur kecepatan angin yang dipakai adalah anemomaster model 6141 merek KANOMAX buatan Jepang. Dengan skala pengukuran 0 m/s sampai dengan 50 m/s, dengan skala terkecil 0.2 m/s.

Data Logger merupakan pencatat suhu dengan 10 buah sensor termokopel. Selang pengukuran alat ini dapat diubah-ubah sesuai dengan waktu yang dikehendaki. Keluaran berupa nilai suhu dengan satuan °C.

D. PROSEDUR PERLAKUAN PENGUJIAN

1. Perbaikan Mesin Pendingin Tipe Terowongan Angin

Perbaikan dilakukan dengan memindahkan letak blower ke depan sehingga aliran udara dingin yang keluar dari terowongan angin dapat mengurangi panas dari blower. Blower dihubungkan dengan pipa paralon ke mesin pendingin tipe terowongan angin dan diberi tambahan kran pengatur masukan udara sehingga kecepatan udara bisa diatur. Meninggikan mesin pendingin tipe terowongan angin sehingga akan lebih memudahkan pengamatan komoditi yang didinginkan. Pelapisan mesin pendingin tipe tero-

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



wongan angin dengan glasswool juga dilakukan untuk menghindari kebocoran dan pengaruh udara luar.

2. Pengukuran Suhu Tanpa Beban

Pengukuran suhu aliran udara tanpa beban dilakukan untuk melihat bagaimana sebaran suhu pada beberapa tempat pada terowongan, juga untuk melihat berapa lama suhu dapat konstan dan berapa lama suhu konstan tersebut dapat dipertahankan. lamanya suhu dapat konstan dan berapa besarnya sangat penting dalam penelitian ini. Lamanya suhu dapat konstan atau pada suhu terendah memberikan informasi seberapa lama dapat dilakukan pengukuran pada buah. Dan informasi suhu berguna untuk mengetahui apakah suhu sudah dapat memenuhi syarat pendinginan buah, mengingat setiap buah mempunyai suhu simpan tertentu.

Pengukuran dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Memasang sensor termokopel yang telah dihubungkan dengan Data Logger pada tiga titik dalam terowongan setelah evaporator dan tiga titik pada ujung terowongan atau keluaran. Masing-masing tiga titik tersebut diletakkan pada penampang terowongan yang sama.



- b. Mengatur pintu masuk udara pada blower untuk mendapatkan kecepatan aliran tertentu.
- c. Mengukur kecepatan aliran udara diujung terowongan dengan anemometer.
- d. Menjalankan mesin kompresor.
- e. Menyudahi pengukuran setelah terlihat suhu konstan selama empat jam.
- f. Analisis data.

3. Pengukuran Suhu Dengan Beban

Untuk menentukan nilai difusifitas panas buah manggis yang diteliti diperlukan data penurunan temperatur dari setiap titik pengukuran, mulai dari kulit buah sampai pusat buah. Prosedur pengambilan data sebagai berikut :

1. Ukuran fisik meliputi dimensi manggis pada tiga bagian.
2. Tebal daging diukur dengan menusukkan jarum panjang yang tajam kemudian dibagi untuk menentukan lokasi titik pengukuran pada daging buah. Jarak antara titik pengukuran diambil 0.5 cm supaya tidak terlalu dekat.
3. Pada tiap titik pengukuran yang telah ditentukan dimasukkan termokopel sebagai sensor suhu.
4. Manggis contoh disimpan dalam mesin pendingin tipe terowongan angin setelah suhu konstan.



5. Pencatatan data suhu tiap 5 menit sekali secara otomatis dengan Data Logger. Pencatatan suhu dihentikan setelah pada tiap bagian mempunyai suhu yang hampir sama, relatif konstan dan mendekati suhu penyimpanan.

Dari hasil pengukuran suhu ini, difusivitas panas dan ketepatannya dihitung dengan menggunakan program komputer.

E. PENENTUAN DIFUSIVITAS PANAS SECARA LANGSUNG

Dari data yang telah diperoleh dapat ditentukan nilai α pada setiap bagian buah manggis. Prinsip-prinsip penentuan difusivitas panas nyata adalah dengan mengukur tebaran suhu benda padat terhadap waktu dan jarak dari pusat benda sehingga didapat hubungan (Kamaruddin dan Sagara, 1991) :

$$\alpha = (\delta T / \delta t) / \nabla^2 T \dots \dots \dots (19)$$

Cara lain untuk menentukan nilai α adalah dengan menghitung pemecahan numerik misalnya dengan metode beda hingga Euler (Kamaruddin dan Sagara, 1991).

Untuk benda berbentuk bulat sebelum pemecahan numerik dilakukan dulu transformasi suhu sehingga didapat hubungan :

$$\theta = Tr \dots \dots \dots (20)$$





Penentuan nilai α tersebut akan dihitung dengan

rumus :

$$U_{n+1}^{m+1} = \frac{\alpha \delta t}{\delta r^2} \left[U_{n+1}^m - 2 U_n^m + U_{n-1}^m \right] + U_n^m \dots (21)$$

Selain menggunakan metoda Numerik juga digunakan metoda curve fitting untuk menentukan nilai difusivitas panas buah manggis. Dengan menggunakan kurva data suhu dugaan yang dipotong pada selang waktu tertentu untuk setiap percobaan.

F. PENENTUAN DIFUSIVITAS PANAS SECARA TIDAK LANGSUNG

Difusivitas panas buah manggis juga ditentukan secara tidak langsung yaitu dengan mengetahui lebih dulu nilai-nilai konduktivitas panas, massa jenis dan panas jenis buah tersebut. Konduktivitas panas ditentukan berdasarkan nilai konduktivitas panas komponen-komponen penyusunnya dan dengan menggunakan persamaan konduktivitas panas bahan yaitu persamaan Sweat (1974) sebagai berikut :

$$K = 0.00493 m + 0.148 \dots \dots \dots (22)$$

Penentuan nilai konduktivitas panas masing-masing komponen diduga menggunakan metode tahanan listrik atau dengan menggunakan model yang telah dikembangkan yaitu Series Model dan Paralel Model (Oshita, 1989).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

$$\text{Model Series } K_f = \frac{1}{\epsilon_s/K_s + \epsilon_w/K_w + \epsilon_p/K_p} \dots (23)$$

$$\text{Model Paralel } K_f = \epsilon_s(K_s) + \epsilon_w(K_w) + \epsilon_p(K_p) \dots (24)$$

Dalam percobaan ini diasumsikan bahwa buah terdiri dari tiga komponen yaitu air, sukrosa dan pati selain itu buah manggis dianggap homogen.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KARAKTERISTIK MESIN PENDINGIN TIPE TEROWONGAN ANGIN

Mesin pendingin tipe terowongan angin terdiri dari mesin kompresi dan kondensor, blower, evaporator dan terowongan angin. Prinsip kerja dari mesin pendingin tipe terowongan angin adalah dengan melewati aliran udara pada evaporator sehingga diharapkan terjadi penurunan suhu pada aliran udara tersebut.

Blower memberikan masukan aliran udara ke evaporator dengan mengambil udara sekeliling. Sambil berlalu aliran udara bersinggungan dengan evaporator yang bersuhu rendah sehingga aliran udara turun suhunya. Dengan melalui terowongan udara dingin sampai ke komoditi.

Mesin pendingin tipe terowongan angin mempunyai hasil keluaran berupa aliran udara dingin dengan suhu tertentu dan kecepatan tertentu pula. Besar suhu yang dihasilkan tergantung dari suhu udara sekeliling, kemampuan mesin pendingin dan kecepatan aliran udara.

Suhu udara sekeliling mempunyai pengaruh besar karena blower mengambil langsung udara sekeliling sebagai udara masukan untuk dihembuskan ke evaporator. Untuk itu apabila kapasitas pendingin tetap sedang suhu udara berubah, maka aliran udara keluar juga berubah. Hal ini diketahui bila suhu keluaran udara

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

tidak turun lalu terjadi perubahan suhu udara sekeliling.. Pengaruh suhu udara sekeliling dapat dilihat pada laju penurunan suhu yang terhambat bila suhu udara sekeliling meningkat. Udara sekeliling itu sendiri dipengaruhi oleh panas yang dilepas mesin kompresor dari pendingin. Perbedaan suhu terdapat pada penampang terowongan yang sama (bawah, tengah dan atas). Perbedaan tersebut disebabkan karakteristik udara dingin itu sendiri, yaitu semakin rendah suhu udara semakin besar pula massa jenisnya (Dennis R Helman, 1980). Pada bagian atas terowongan suhunya lebih tinggi dari bawahnya.

Kecepatan aliran udara juga mempengaruhi perbedaan suhu pada penampang terowongan. Pada aliran udara yang lebih cepat kesempatan aliran udara dingin untuk turun ke dasar terowongan menjadi kecil. Dan sebaliknya pada aliran udara yang lambat, sebelum udara dingin keluar dari terowongan sudah terkumpul di dasar terowongan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi suhu keluaran pada terowongan angin adalah kecepatan aliran udara yang diberikan ke evaporator. Kecepatan aliran udara yang diberikan dapat diatur dari blower yaitu pada pintu masuk blower tersebut dan juga dengan mengatur kran pengatur masukan udara . Panas dari blower dapat dikurangi karena letak blower sudah dipindahkan ke



depan sehingga aliran udara dingin yang keluar dari terowongan dapat mengurangi panas dari blower. Penghubungan blower dengan pipa paralon menyebabkan aliran udara lebih teratur yang selanjutnya bisa diatur dengan kran pengatur kecepatan aliran udara. Dengan ditinggikannya mesin pendingin tipe terowongan angin ini lebih memudahkan dalam mengamati komoditi yang didinginkan.

Aliran udara masuk terowongan dengan melewati pipa-pipa evaporator. Lamanya udara bersinggungan dengan pipa-pipa evaporator inilah yang menentukan besarnya penurunan suhu aliran udara. Lamanya waktu singgung tergantung pada kecepatan aliran udara yang masuk. Semakin cepat aliran udara semakin pendek waktu singgung, sehingga penurunan suhu semakin kecil.

Laju massa aliran udara juga berpengaruh terhadap delta suhu. Dengan massa aliran udara yang besar delta suhu akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin besar massa udara yang masuk beban pendinginan semakin besar, sehingga dengan kapasitas yang sama delta suhu akan semakin kecil.

B. PENGUKURAN TEMPERATUR BUAH MANGGIS

Data dasar yang diperlukan dalam penentuan nilai difusivitas panas adalah penurunan temperatur pada setiap titik-titik pengukuran sepanjang radius buah.



Dari hasil pengukuran didapat waktu rata-rata untuk mendinginkan manggis sampai suhu pusatnya mencapai suhu yang hampir seragam adalah 234 menit.

C. PENENTUAN NILAI α MANGGIS DENGAN METODE NUMERIK

Perhitungan nilai difusivitas panas atau α buah manggis dengan metode numerik dilakukan dengan data suhu yang diperoleh dari hasil pengukuran terhadap buah manggis yang didinginkan. Hubungan antara waktu pendinginan terhadap suhu buah manggis pada beberapa titik pengukuran diilustrasikan dengan grafik pada Gambar 4.

Dengan menggunakan nilai U sebagai hasil kali suhu (T) dengan jarak (r) nilai difusivitas dihitung dengan persamaan (21). Sebagai sampel perhitungan nilai α ini diambil contoh 1, sedangkan data-data penurunan suhu, grafik dan hasil nilai α serta ketepatan pendugaan suhu untuk contoh-contoh buah yang lainnya dilampirkan.

Pada Percobaan 1 menit ke 60 dengan jarak 2.0 cm dari pusat buah, selang titik pengukurannya (Δr) 0.5 cm dan selang waktu pengukuran (ΔT) 5 menit, maka dengan mensubstitusikan nilai-nilai diatas ke dalam persamaan (21) diperoleh nilai α sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{[(0.5)^2/5] [14.780 - 15.200]}{14.350 + 16.050 - 2(15.200)}$$

$$= 0.04941176 \text{ cm}^2/\text{menit}$$

Dengan cara yang sama nilai-nilai α yang lain dihitung dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran. Dari seluruh perhitungan nilai α untuk kelima contoh yang diukur didapat nilai rata-ratanya adalah $0.0380859 \pm 0.007913816 \text{ cm}^2/\text{menit}$. Untuk mendapatkan nilai α yang stabil, maka nilai α yang didapat harus memenuhi persamaan $\alpha \Delta t / \Delta r^2 < 0.5$. Jika nilai α ini diuji kestabilan diatas ternyata syarat tersebut dapat dipenuhi pada sebagian buah manggis. Nilai α yang tidak memenuhi syarat diatas juga terdapat pada sebagian buah manggis. Hal ini disebabkan karena buah manggis mempunyai kulit yang agak tebal dan keras. Menurut Heldman dan Singh (1980), nilai α udara berkisar dari 11.52 sampai 14.40 cm^2/menit , pada kisaran suhu 0 sampai 30°C.

Penentuan nilai difusivitas panas dengan metoda curve fitting digunakan data yang sudah dicari regresinya. Selanjutnya dibuat kurva dan dilakukan pemotongan kurva pada selang-selang waktu tertentu yang berbeda untuk setiap percobaan.



Tabel 3. Nilai difusivitas panas dengan metode curve fitting

	Perco- baan	jarak dari pu- satbuah (cm)	selang waktu pem- tongan kurva (menit)	α (cm ² /menit)
1		1.5	20 - 60	0.0228573
		2.0	20 - 60	0.0244227
		2.5	20 - 60	0.0288367
		3.0	20 - 60	0.0264707
		3.5	20 - 60	0.0012192
2		1.5	15 - 50	0.0196088
		2.0	15 - 50	0.0203535
		2.5	15 - 50	0.0189288
		3.0	15 - 50	0.0173606
		3.5	15 - 50	0.0171270
4		1.2	10 - 60	0.0220006
		1.7	10 - 60	0.0232192
		2.2	10 - 60	0.0230546
		2.7	10 - 60	0.0259038
		3.2	10 - 60	0.0177547
5		1.2	10 - 50	0.0214789
		1.7	10 - 50	0.0237084
		2.2	10 - 50	0.0245752
		2.7	10 - 50	0.0260796
		3.2	10 - 50	0.0089850
6		1.1	10 - 45	0.0214185
		1.6	10 - 45	0.0227945
		2.1	10 - 45	0.0250847
		2.6	10 - 45	0.0302280
		3.1	10 - 45	0.0333476

Nilai difusivitas panas rata-rata yang dicari dengan metode curve fitting sebesar 0.3645465×10^{-7} m²/detik.

D. PENENTUAN α MANGGIS SECARA TIDAK LANGSUNG

Jika nilai α manggis dihitung secara tidak langsung dengan menggunakan persamaan (8) dan jika diketa-

sukrosa diperoleh dari pengukuran dan rata-rata perhitungan sebesar 0.30 (Purwanto dan Oshita, 1992). Nilai k dari pati adalah 0.24 W/m.K.

Tabel 5. Nilai k dan α manggis yang dihitung berdasarkan nilai k komponen penyusunnya

Model	k (W/m.K)	α ($10^{-7} \text{m}^2/\text{det}$)
Series	0.489717	0.156806
Paralel	0.536670	0.171839

Untuk mengetahui sejauh mana ketepatan nilai α ini terlebih dahulu dicari suhu hitung (T_{hit}) kemudian dicari ketepatannya dengan persamaan (17).

$$K = \left(1 - \left| \frac{T_{\text{ukur}} - T_{\text{hitung}}}{T_{\text{ukur}}} \right| \right) \times 100 \% \dots\dots\dots(17)$$

Dari hasil perhitungan ini didapatkan nilai ketepatan pendugaan suhu untuk contoh 1 adalah 99.53 % sedangkan ketepatan rata-rata pendugaan suhu untuk seluruh pengukuran adalah 99.54 %. Gambar 5 melukiskan grafik perbandingan antara suhu ukur dengan suhu hitung yang dihitung dengan menggunakan nilai α rata-rata.

Untuk mempermudah perhitungan ini dipergunakan pengolahan secara komputer dengan menggunakan program Turbo Pascal sederhana (Lampiran 6).



lebih menyebar secara acak. Hal ini berarti selang dugaan nilai α -nya lebih besar. Hal ini disebabkan karena bervariasinya data hasil pengukuran suhu yang akhirnya nilai α yang diperoleh dengan metoda ini akan ikut bervariasi. Hasil perhitungan secara numerik sangat mempengaruhi kemiringan (slope) antar selang waktu.

Pendugaan nilai α akan lebih baik apabila perhitungan dengan metoda Numerik ini menggunakan data suhu dugaan dari kurva dan bukan menggunakan data suhu hasil pengukuran. Caranya yaitu suhu hasil pengukuran dibuat dulu grafiknya, kemudian dengan persamaan regresi berganda dibuat persamaan dari grafik tersebut. Suhu dugaan diperoleh dari persamaan regresinya.

Dari hasil perhitungan nilai α dengan menggunakan data suhu dugaan dapat dilihat bahwa nilai α yang didapat cenderung lebih seragam jika dibandingkan dengan nilai α yang dihitung langsung dari suhu ukurnya atau mempunyai variasi hasil yang lebih kecil.

Dengan cara ini diharapkan dapat mengantisipasi data suhu yang bergetar secara acak disekitar suhu yang sebenarnya. Sehingga nilai α yang didapatkan lebih seragam.

Perhitungan nilai α secara tidak langsung berbeda dengan perhitungan nilai α secara langsung. Komponen-komponen penyusun yang ada pada buah manggis mempenga-



ruhi besarnya nilai konduktivitas panas manggis. Nilai konduktivitas panas manggis ditentukan oleh besarnya nilai konduktivitas sukrosa, pati dan air yang berhubungan dengan kadar air, kadar gula dan kadar pati dari buah manggis tersebut. Kadar air dari buah manggis sebesar 79.83 %, kadar gula sebesar 15.47 % sedangkan kadar pati sebesar 4.7 %. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa difusivitas panas yang dihitung berdasarkan komponen-komponen penyusunnya mempunyai hasil yang lebih kecil dibandingkan nilai α yang didapat dari perhitungan secara langsung.

Dari hasil nilai difusivitas panas yang didapat kemudian diuji kembali dalam menduga sebaran suhu buah manggis menggunakan nilai α rata-rata pada tiap-tiap percobaan. Untuk percobaan 4 sebaran suhu manggis dapat dilihat pada Tabel 6 sedangkan untuk percobaan 1, 2, 5 dan 6 dapat dilihat pada Lampiran 43, Lampiran 44, Lampiran 45 dan Lampiran 46. Grafik sebaran suhu manggis percobaan 4 dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan untuk percobaan 1, 2, 5 dan 6 dapat dilihat pada Lampiran 47, Lampiran 48, Lampiran 49 dan Lampiran 50.



Tabel 6. Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai alpha rata-rata percobaan 4.

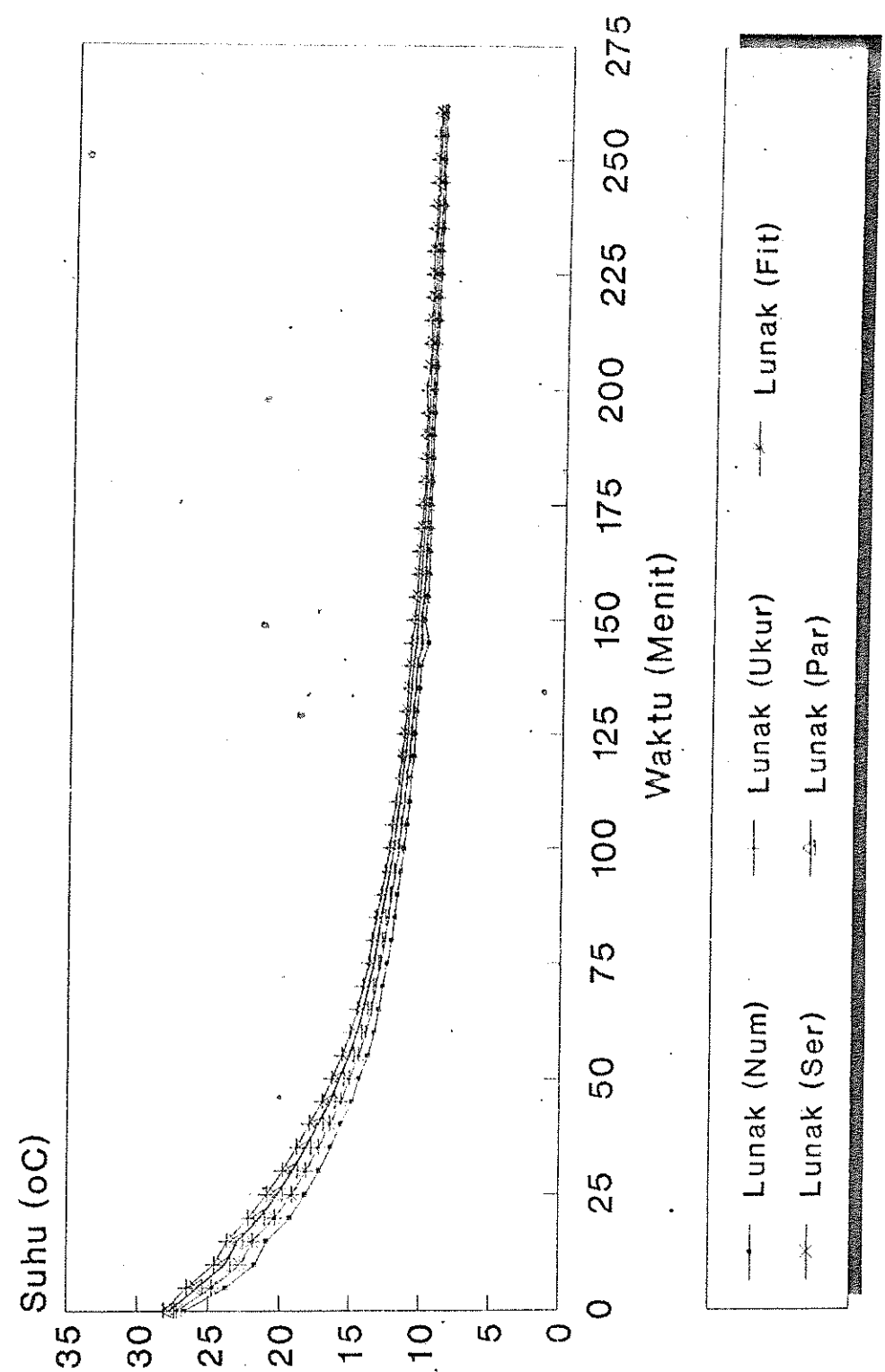
Waktu (menit)	Lunak (Ukur)	Keras (Ukur)	Lunak ¹⁾ (Num)	Keras ²⁾ (Num)	Lunak (Fit.)	Keras (Fit.)	Lunak (Series)	Keras (Series)	Lunak (Paralel)	Keras (Paralel)
0	28.1	26.6	26.697	25.825	27.199	24.462	27.735	23.467	27.700	23.024
5	26.5	23.3	23.762	21.334	24.741	20.945	25.787	20.662	25.719	20.535
10	24.6	21.2	21.726	19.380	22.753	19.250	23.852	19.154	23.780	19.112
15	23.7	20.3	20.877	18.564	21.886	18.581	22.965	18.593	22.895	18.598
20	22.2	18.7	19.232	16.985	20.293	17.039	21.427	17.078	21.353	17.095
25	20.9	17.7	18.162	16.111	19.141	16.385	20.187	16.586	20.119	16.675
30	19.8	16.8	17.198	15.190	18.128	15.428	19.123	15.601	19.058	15.678
35	18.8	16.0	16.385	14.390	17.248	14.628	18.171	14.801	18.111	14.878
40	17.9	15.3	15.621	13.752	16.436	14.101	17.307	14.355	17.250	14.468
45	17.0	14.5	14.866	12.952	15.629	13.301	16.444	13.555	16.391	13.668
50	16.3	14.0	14.353	12.494	15.049	12.916	15.793	13.224	15.744	13.362
55	15.6	13.4	13.746	11.873	14.409	12.259	15.117	12.540	15.071	12.665
60	15.0	13.0	13.282	11.515	13.896	11.974	14.553	12.309	14.510	12.458
65	14.5	12.7	12.969	11.236	13.517	11.732	14.102	12.094	14.063	12.255
70	14.1	12.5	12.706	11.057	13.204	11.590	13.737	11.978	13.702	12.151
75	13.7	12.2	12.399	10.778	12.864	11.348	13.361	11.763	13.329	11.948
80	13.5	11.9	12.106	10.457	12.604	11.090	13.137	11.378	13.102	11.551
85	13.2	11.7	11.899	10.257	12.364	10.790	12.861	11.178	12.829	11.351
90	12.9	11.6	11.735	10.157	12.152	10.690	12.597	11.078	12.568	11.251
95	12.6	11.3	11.486	9.857	11.884	10.390	12.310	10.778	12.282	10.951
100	12.3	11.1	11.280	9.678	11.644	10.248	12.034	10.663	12.009	10.848
105	12.1	10.9	11.080	9.478	11.444	10.048	11.834	10.463	11.809	10.648
110	11.9	10.8	10.922	9.378	11.272	9.948	11.645	10.363	11.621	10.548
115	11.7	10.7	10.867	9.299	11.165	9.905	11.483	10.348	11.462	10.545
120	11.5	10.5	10.616	9.120	10.932	9.763	11.270	10.232	11.248	10.441
125	11.3	10.5	10.603	9.099	10.852	9.705	11.118	10.148	11.101	10.345
130	11.2	10.4	10.503	8.978	10.752	9.548	11.018	9.963	11.001	10.148
135	11.1	10.2	10.309	8.778	10.592	9.348	10.894	9.763	10.874	9.948
140	11.0	10.1	10.209	8.678	10.492	9.248	10.794	9.663	10.774	9.848
145	10.9	10.1	9.693	8.657	10.124	9.190	10.586	9.578	10.556	9.751
150	10.7	9.9	10.003	8.478	10.252	9.048	10.518	9.463	10.501	9.648
155	10.6	9.7	9.809	8.299	10.092	8.905	10.394	9.348	10.374	9.545
160	10.5	9.6	9.709	8.199	9.992	8.805	10.294	9.248	10.274	9.445
165	10.4	9.6	9.703	8.199	9.952	8.805	10.218	9.248	10.201	9.445
170	10.3	9.6	9.696	8.199	9.912	8.805	10.143	9.248	10.128	9.445
175	10.2	9.6	9.690	8.199	9.872	8.805	10.067	9.248	10.054	9.445
180	10.1	9.5	9.590	8.120	9.772	8.763	9.967	9.232	9.954	9.441
185	10.1	9.5	9.539	8.120	9.739	8.763	9.954	9.232	9.940	9.441
190	10.1	9.5	9.539	8.120	9.739	8.763	9.954	9.232	9.940	9.441
195	10.0	9.4	9.490	7.999	9.672	8.605	9.867	9.048	9.854	9.245
200	10.1	9.4	9.439	7.999	9.639	8.605	9.854	9.048	9.840	9.245
205	9.9	9.3	9.339	7.899	9.539	8.505	9.754	8.948	9.740	9.145
210	9.8	9.3	9.383	7.899	9.532	8.505	9.692	8.948	9.681	9.145
215	9.8	9.2	9.239	7.820	9.439	8.463	9.654	8.932	9.640	9.141
220	9.7	9.2	9.283	7.799	9.432	8.405	9.592	8.848	9.581	9.045
225	9.7	9.1	9.190	7.720	9.372	8.363	9.567	8.832	9.554	9.041
230	9.7	9.1	9.190	7.720	9.372	8.363	9.567	8.832	9.554	9.041
235	9.6	9.0	9.090	7.599	9.272	8.205	9.467	8.648	9.454	8.845
240	9.6	9.0	9.039	7.599	9.239	8.205	9.454	8.648	9.440	8.845
245	9.5	9.0	9.083	7.599	9.232	8.205	9.392	8.648	9.381	8.845
250	9.5	9.0	9.083	7.599	9.232	8.205	9.392	8.648	9.381	8.845
255	9.5	9.0	9.032	7.599	9.200	8.205	9.378	8.648	9.367	8.845
260	9.4	9.0	9.077	7.484	9.192	8.144	9.316	8.625	9.308	8.840

1) jarak 1.7 cm dari pusat buah
 2) jarak 2.2 cm dari pusat buah



PENGUKURAN DAN SEBARAN SUHU MANGGIS 4
MENGGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA

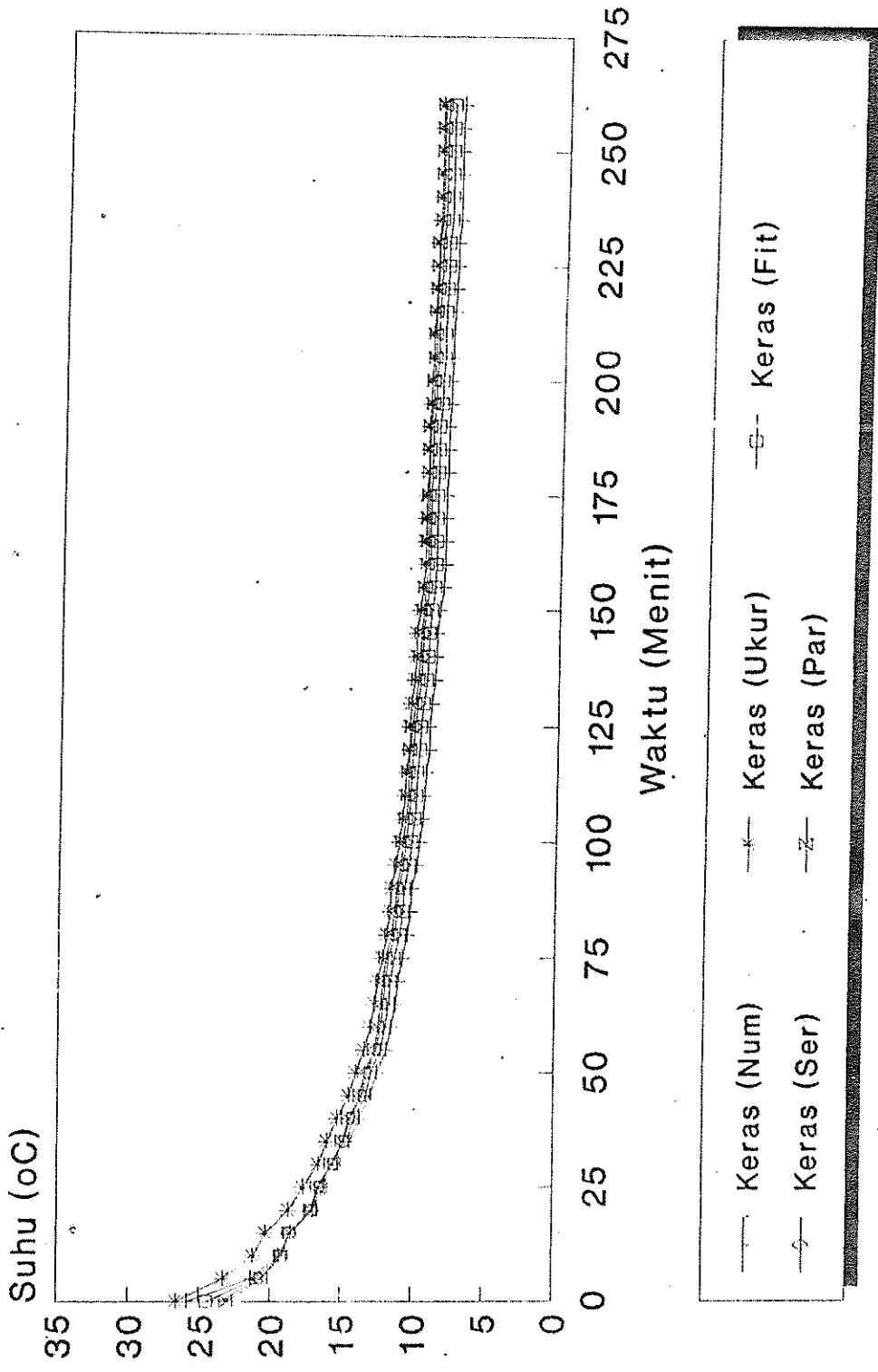
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang menyalin, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 4. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 4 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian lunak (1.7-em dari pusat-buah)



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 @Hak cipta milik IPB University
PENGUKURAN DAN SEBARAN SUHU MANGGIS 4
MENGGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA



Gambar 5. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 4 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian keras (2.2 cm dari pusat buah)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Peralatan untuk pengukuran difusivitas panas telah berhasil dirangkai mempunyai hasil keluaran berupa aliran udara dingin dengan suhu rata-rata mencapai 10°C dengan kecepatan udara 1.96 m/s . Mesin pendingin tipe terowongan angin terdiri dari mesin kompresi dan kondensor tipe T-50 buatan Jepang, blower, evaporator, dan terowongan angin segi empat berpenampang 0.3×0.3 meter persegi. Mesin ini memerlukan tegangan listrik 350 volt dan daya listrik 2.753 kilowatt .
2. Sampel manggis 5 buah dengan ukuran diameter 7 cm dan standart deviasi bobot $130.44 \pm 18.33 \text{ gram}$ didapat nilai α rata-rata dengan metoda numerik yaitu $0.634 \pm 0.131 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{detik}$. Dengan metoda curve fitting didapatkan nilai α rata-rata sebesar $0.364 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{detik}$. Perhitungan nilai α secara tidak langsung dengan mencari nilai konduktivitas dari komponen-komponen penyusun dari buah manggis dengan menggunakan model Series, $k = 0.489 \text{ W/m K}$ sebesar $0.156 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{detik}$. Sedangkan menggunakan model Paralel dengan $k = 0.536 \text{ W/mK}$ sebesar $0.171 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{detik}$.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3. Nilai difusivitas panas yang dihitung secara tidak langsung dengan kadar air rata-rata 79.83 % sebesar $0.173 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{detik}$ dengan $k = 0.541 \text{ W/mK}$ yang dihitung dengan persamaan Sweat.
4. Dari beberapa cara prediksi α didapatkan nilai α yang mempunyai ketepatan yang paling tinggi dengan urutan sebagai berikut :
 1. Model Paralel dengan ketelitian 97.38 %
 2. Model Seri dengan ketelitian 97.13 %
 3. Metoda Curve Fitting dengan ketelitian 95.55 %
 4. Metoda Numerik dengan ketelitian 93.72 %

B. SARAN

1. Masih perlu adanya pengaturan kapasitas pendingin, karena masih sulit untuk memperoleh suhu yang tetap. Dan juga masih adanya pengaruh panas mesin kompresor yang mempengaruhi suhu masuk dan evaporator. Sehingga disarankan dapat diberikan pengatur kapasitas pendingin dan menjauhkan letak mesin kompresor dari terowongan.
2. Untuk mendapatkan suhu yang lebih rendah sebaiknya luas singgung evaporator diperpanjang.
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik sebaiknya dilakukan pengukuran komposisi bahan dari buah yang diteliti.



DAFTAR PUSTAKA

- Bird, R.B., W.E. Steward and E.N. Lightfoot. 1976. Transport Phenomena. Jhon Wiley and Sons.
- Cox, J.E.K. 1976. *Garcinia mangostana-mangosteen*. Di dalam R.J. Garner, Chaudri (eds), *The Propagation of Tropical Fruit Trees*, p.361. Commonwealth Agriculture Bureau, Farnham Royal, England.
- Dep. Kes. 1990. *Kandungan Zat Gizi dan Komposisi Buah-buahan*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Gde Handi, P.W. 1982. *Difusivitas Panas Buah Jeruk Siyem*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harsitorukmi, M.G. 1987. *Difusivitas Panas Buah Semangka*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hwang, M.P. dan Hayakawa, K. 1979. A Specific Heat Calori meter for Foods. *Journal of Science*. 44:436-439,448.
- Inc.Carslaw, H.S. dan J.C. Jaeger. 1959. *Conduction of Heat in Sol ds*. Second Edition.
- Jordan, R.C dan G.B. Priester. 1965. *Refrigeration and Air Conditioning*. Charles E. Tuttle Comp., Tokyo.
- Kamaruddin, A. 1991. *Measurement of Food Properties and Their Role in Optimizing Food Processing Operations. The International Workshop on The Role of Food Engineering Research in The Development of Indonesian Food Industry*, Jakarta, September 2 - 9, 1991.
- Kamaruddin, A dan Y. Sagara. 1992. *Studies on Teh Thermal Properties of Some Fruid and Other Food Materials*. 4 th ASEAN Food Conference, Jakarta, Februari 17 - 21, 1992.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Thermal Properties of Food and Agricultural Materials*. Gordon and Breach Science Pub. New York.
- Pantastico, E.B. 1995. *Fisiologi Pasca Panen; Penanganan dan pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tropika dan Sub Tropika*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Data pengukuran suhu manggis percobaan 1

MENIT	Jarak dari pusat buah (cm)					
	0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
0	27,6	27,7	27,6	27,5	27,4	27,3
5	27,0	26,9	26,7	26,6	26,5	18,5
10	26,9	26,7	26,6	26,6	26,4	17,8
15	26,7	26,6	25,2	23,1	19,2	14,1
20	25,8	25,6	22,6	20,5	17,5	15,9
25	24,7	24,2	21,0	19,2	17,3	15,0
30	23,4	22,9	19,4	17,6	16,0	14,6
35	22,1	21,5	18,1	16,6	15,0	13,6
40	21,0	20,3	17,1	15,7	14,6	13,2
45	19,9	19,3	16,3	15,0	14,1	12,7
50	18,9	18,3	15,4	14,2	13,3	11,9
55	18,0	17,4	14,7	13,5	12,8	11,5
60	17,2	16,7	14,1	13,1	12,5	10,2
65	16,5	16,0	13,6	12,7	12,1	10,8
70	15,9	15,4	13,2	12,4	12,0	10,7
75	15,3	14,9	12,7	11,8	11,2	9,9
80	14,7	14,3	12,2	11,3	10,8	9,6
85	14,2	13,8	11,7	10,9	10,4	9,2
90	13,7	13,3	11,3	10,3	10,2	9,1
95	13,3	12,9	11,1	10,4	10,2	9,0
100	12,9	12,5	10,8	10,1	9,8	9,0
105	12,5	12,1	10,5	9,9	9,8	9,0
110	12,2	11,8	10,4	9,8	9,5	8,8
115	11,9	11,5	10,1	9,5	9,1	8,5
120	11,7	11,3	10,0	9,4	8,8	8,1

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 3. Data pengukuran suhu manggis percobaan 2

MENIT	Jarak dari pusat buah (cm)					
	0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
0	28,4	28,4	27,9	26,9	24,0	24,0
5	28,2	27,4	25,0	23,3	19,2	18,5
10	27,3	25,8	22,7	21,0	17,7	17,0
15	26,0	24,2	21,0	19,4	16,3	15,6
20	24,7	22,9	19,6	18,0	15,2	14,5
25	23,5	21,6	18,5	17,2	13,9	13,2
30	22,3	20,4	17,6	16,3	13,3	12,6
35	21,2	19,5	16,7	15,4	12,4	11,7
40	20,3	18,6	16,0	14,9	12,2	11,5
45	19,4	17,8	15,4	14,5	12,1	11,4
50	18,7	17,1	14,8	13,7	11,0	10,3
55	18,0	16,4	14,2	13,2	10,9	10,2
60	17,3	15,8	13,7	12,8	10,7	10,0
65	16,7	15,2	13,3	12,5	10,6	9,9
70	16,1	14,8	12,9	12,1	10,2	9,5
75	15,6	14,3	12,5	11,7	9,6	8,9
80	15,1	13,8	12,1	11,4	9,6	8,9
85	14,7	13,5	11,9	11,2	9,5	8,8
90	14,3	13,1	11,6	11,0	9,4	8,7
95	13,9	12,8	11,3	10,8	9,3	8,6
100	13,6	12,5	11,3	10,8	9,3	8,6
105	13,3	12,3	11,1	10,7	9,3	8,6
110	13,0	12,1	11,0	10,5	9,3	8,6
115	12,8	12,0	10,9	10,5	9,3	8,6
120	12,6	11,8	10,8	10,5	9,3	8,6

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



125	12,5	11,7	10,8	10,3	9,1	8,4
130	12,3	11,6	10,6	10,2	9,0	8,3
135	12,2	11,4	10,5	10,2	9,0	8,3
140	12,1	11,3	10,5	10,1	8,9	8,2
145	11,9	11,2	10,3	9,9	8,8	8,1
150	11,8	11,1	10,2	9,7	8,5	7,8
155	11,7	10,9	10,0	9,6	8,5	7,8
160	11,6	10,8	9,9	9,5	8,4	7,8
165	11,4	10,7	9,7	9,3	8,3	7,7
170	11,3	10,5	9,6	9,2	8,3	7,7
175	11,2	10,4	9,6	9,2	8,2	7,6
180	11,1	10,4	9,5	9,1	8,1	7,5
185	11,0	10,3	9,5	9,1	8,1	7,5
190	10,8	10,2	9,4	9,1	8,1	7,5
195	10,8	10,2	9,4	9,1	8,1	7,5
200	10,7	10,1	9,4	9,1	8,1	7,5
205	10,7	10,0	9,4	9,0	8,1	7,5
210	10,7	10,0	9,4	9,0	8,1	7,5
215	10,6	10,0	9,3	9,0	8,1	7,5
220	10,6	10,0	9,3	9,0	8,1	7,5
225	10,5	10,0	9,3	9,0	8,1	7,5
230	10,5	10,0	9,3	9,0	8,1	7,5
235	10,5	9,9	9,3	9,0	8,1	7,5
240	10,4	9,9	9,2	9,0	8,1	7,5
245	10,4	9,8	9,2	9,0	8,1	7,5
250	10,4	9,8	9,2	9,0	8,0	7,4
255	10,3	9,8	9,2	8,9	8,0	7,4
260	10,3	9,8	9,1	8,9	8,0	7,4

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



265	10,3	9,7	9,1	8,8	8,9	7,4
270	10,3	9,7	9,1	8,8	8,0	7,4
275	10,2	9,7	9,1	8,8	8,0	7,4
280	10,2	9,7	9,1	8,8	8,0	7,4
285	10,2	9,7	9,1	8,8	8,0	7,4

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 4. Data pengukuran suhu manggis percobaan 4

MENIT	Jarak dari pusat buah (cm)					
	0	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2
0	28,2	28,1	28,1	26,6	22,9	22,9
5	27,6	27,0	26,5	23,3	20,5	19,3
10	26,2	25,2	24,6	21,2	19,1	17,9
15	25,5	24,4	23,7	20,3	18,6	17,4
20	24,0	22,8	22,2	18,7	17,1	15,9
25	22,6	21,4	20,9	17,7	16,7	15,5
30	21,3	20,2	19,8	16,8	15,7	14,5
35	20,2	19,2	18,8	16,0	14,9	13,7
40	19,2	18,2	17,9	15,3	14,5	13,3
45	18,3	17,4	17,0	14,5	13,7	12,5
50	17,5	16,7	16,3	14,0	13,4	12,2
55	16,8	16,0	15,6	13,4	12,7	11,5
60	16,1	15,3	15,0	13,0	12,5	11,3
65	15,5	14,8	14,5	12,7	12,3	11,1
70	14,9	14,3	14,1	12,5	12,2	11,0
75	14,5	13,9	13,7	12,2	12,0	10,8
80	14,2	13,7	13,5	11,9	11,6	10,4
85	13,9	13,4	13,2	11,7	11,4	10,2
90	13,5	13,0	12,9	11,6	11,3	10,1
95	13,2	12,8	12,6	11,3	11,0	9,8
100	13,0	12,5	12,3	11,1	10,9	9,7
105	12,7	12,3	12,1	10,9	10,7	9,5
110	12,5	12,0	11,9	10,8	10,6	9,4
115	12,2	11,9	11,7	10,7	10,6	9,4
120	12,0	11,6	11,5	10,5	10,5	9,3



125	11,8	11,4	11,3	10,5	10,4	9,2
130	11,7	11,3	11,2	10,4	10,2	9,0
135	11,5	11,2	11,1	10,2	10,0	8,8
140	11,4	11,1	11,0	10,1	9,9	8,7
145	11,3	10,0	10,9	10,1	9,8	8,6
150	11,2	10,8	10,7	9,9	9,7	8,5
155	11,0	10,7	10,6	9,7	9,6	8,4
160	10,9	10,6	10,5	9,6	9,5	8,3
165	10,7	10,5	10,4	9,6	9,5	8,3
170	10,7	10,4	10,3	9,6	9,5	8,3
175	10,6	10,3	10,2	9,6	9,5	8,3
180	10,5	10,2	10,1	9,5	9,5	8,3
185	10,4	10,1	10,1	9,5	9,5	8,3
190	10,3	10,1	10,1	9,5	9,5	8,3
195	10,3	10,1	10,0	9,4	9,3	8,1
200	10,2	10,0	10,0	9,4	9,3	8,1
205	10,2	9,9	9,9	9,3	9,2	8,0
210	10,1	9,9	9,8	9,3	9,2	8,0
215	10,1	9,8	9,8	9,2	9,2	8,0
220	10,0	9,8	9,7	9,2	9,1	7,9
225	10,0	9,8	9,7	9,1	9,1	7,9
230	10,0	9,8	9,7	9,1	9,1	7,9
235	9,9	9,7	9,6	9,0	8,9	7,7
240	9,9	9,6	9,6	9,0	8,9	7,7
245	9,8	9,6	9,5	9,0	8,9	7,7
250	9,8	9,6	9,5	9,0	8,9	7,7
255	9,8	9,5	9,5	9,0	8,9	7,7
260	9,7	9,5	9,4	9,0	8,9	7,6

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 5. Data pengukuran suhu manggis percobaan 5

MENIT	Jarak dari pusat buah (cm)					
	0	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2
0	27,6	27,5	27,1	26,3	25,0	25,0
5	27,0	26,3	25,3	22,0	16,8	16,0
10	25,5	24,4	23,1	19,8	15,3	14,5
15	23,9	22,7	21,3	18,0	14,0	13,2
20	22,4	21,0	19,7	16,7	13,3	12,5
25	21,0	19,7	18,4	15,7	12,9	12,1
30	19,8	18,5	17,4	14,7	11,8	11,0
35	18,7	17,5	16,4	14,0	11,6	10,8
40	17,8	16,6	15,6	13,5	11,4	10,6
45	17,0	15,9	15,0	13,0	11,2	10,4
50	16,3	15,2	14,4	12,6	10,8	10,0
55	15,6	14,7	13,9	12,3	10,7	9,9
60	15,1	14,3	13,5	12,0	10,4	9,6
65	14,7	13,9	13,1	11,6	10,1	9,3
70	14,3	13,5	12,8	11,2	9,8	9,0
75	13,8	13,1	12,4	10,9	9,8	9,0
80	13,4	12,7	12,1	10,8	9,8	9,0
85	13,0	12,4	11,8	10,7	9,8	9,0
90	12,7	12,1	11,6	10,6	9,8	9,0
95	12,4	11,9	11,4	10,5	9,5	8,7
100	12,2	11,7	11,3	10,4	9,4	8,6
105	12,0	11,6	11,1	10,1	9,0	8,2
110	11,8	11,4	11,0	10,1	9,0	8,2
115	11,7	11,2	10,8	10,1	9,0	8,2
120	11,5	11,1	10,7	9,9	9,0	8,2



128	11,3	10,9	10,6	9,9	9,0	8,2
130	11,2	10,8	10,5	9,8	8,9	8,1
135	11,1	10,7	10,4	9,8	8,9	8,1
140	11,0	10,6	10,3	9,8	8,9	8,1
145	10,9	10,5	10,2	9,5	8,7	7,9
150	10,7	10,3	10,0	9,3	8,7	7,9
155	10,6	10,2	9,9	9,1	8,6	7,8
160	10,5	10,1	9,8	9,0	8,6	7,8
165	10,3	9,9	9,6	9,0	8,6	7,8
170	10,3	9,9	9,6	9,0	8,6	7,8
175	10,2	9,8	9,5	8,9	8,5	7,7
180	10,1	9,7	9,4	8,9	8,4	7,6
185	10,0	9,6	9,4	8,8	8,4	7,6
190	10,0	9,6	9,4	8,8	8,4	7,6
195	9,9	9,6	9,3	8,7	8,4	7,6
200	9,9	9,5	9,2	8,7	8,4	7,6
205	9,8	9,5	9,2	8,7	8,4	7,6

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 6. Data pengukuran suhu manggis percobaan 6

MENIT	Jarak dari pusat buah (cm)					
	0	1,1	1,6	2,1	2,6	3,1
0	26,6	26,6	26,2	26,2	25,7	25,7
5	25,6	24,7	23,9	20,8	18,1	17,4
10	24,2	23,2	22,2	19,2	16,9	16,2
15	23,0	21,9	20,9	18,0	15,7	15,1
20	21,7	20,7	19,6	16,8	14,8	14,2
25	20,6	19,5	18,5	15,8	14,0	13,4
30	19,5	18,5	17,5	15,0	13,3	12,7
35	18,6	17,6	16,7	14,3	12,8	12,5
40	17,7	16,8	16,6	13,7	12,2	11,9
45	17,0	16,1	15,2	13,1	11,9	11,6
50	16,3	15,5	14,6	12,6	11,3	11,0
55	14,8	14,1	14,1	12,2	11,0	10,7
60	15,0	14,3	13,6	11,8	10,8	10,5
65	14,5	13,8	13,1	11,5	10,5	10,2
70	14,0	13,3	12,7	11,0	10,2	9,9
75	13,6	12,9	12,3	10,8	10,2	9,9
80	13,1	12,6	11,9	10,6	10,1	9,8
85	12,8	12,2	11,6	10,3	9,6	9,3
90	12,4	11,9	11,3	10,0	9,3	9,0
95	12,1	11,6	11,1	9,9	9,2	8,9
100	11,8	11,3	10,9	9,8	9,1	8,8
105	11,6	11,1	10,7	9,6	9,1	8,8
110	11,3	10,9	10,4	9,4	8,7	8,4
115	11,1	10,7	10,2	9,2	8,7	8,4
120	10,9	10,5	10,1	9,0	8,4	8,1

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



125	10,7	10,3	9,9	8,9	8,2	7,9
130	10,6	10,2	9,8	8,8	8,1	7,8
135	10,6	10,2	9,8	8,8	8,1	7,8
140	10,5	10,2	9,7	8,8	8,1	7,8
145	10,4	10,0	9,6	8,8	8,1	7,8
150	10,2	9,9	9,5	8,6	8,1	7,8
155	10,0	9,7	9,4	8,6	8,1	7,8
160	9,9	9,6	9,2	8,4	7,8	7,5
165	9,8	9,5	9,1	8,2	7,7	7,4
170	9,6	9,3	8,9	8,1	7,7	7,4
175	9,5	9,2	8,8	8,1	7,7	7,4
180	9,4	9,1	8,8	8,0	7,7	7,4
185	9,3	9,0	8,7	8,0	7,7	7,4
190	9,2	9,0	8,6	8,0	7,7	7,4

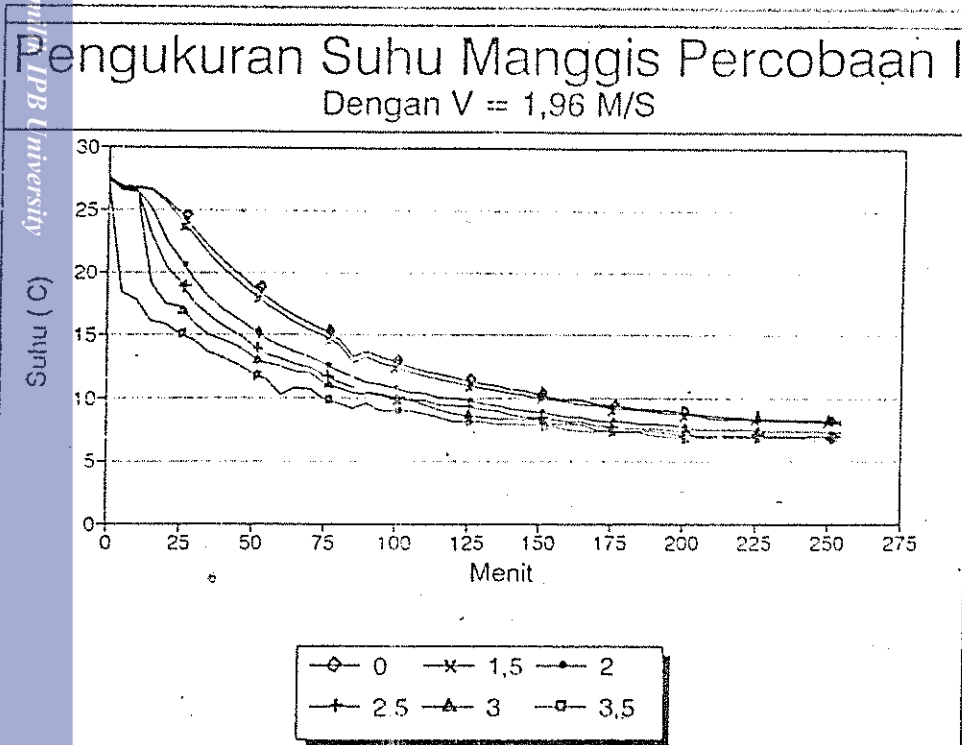
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

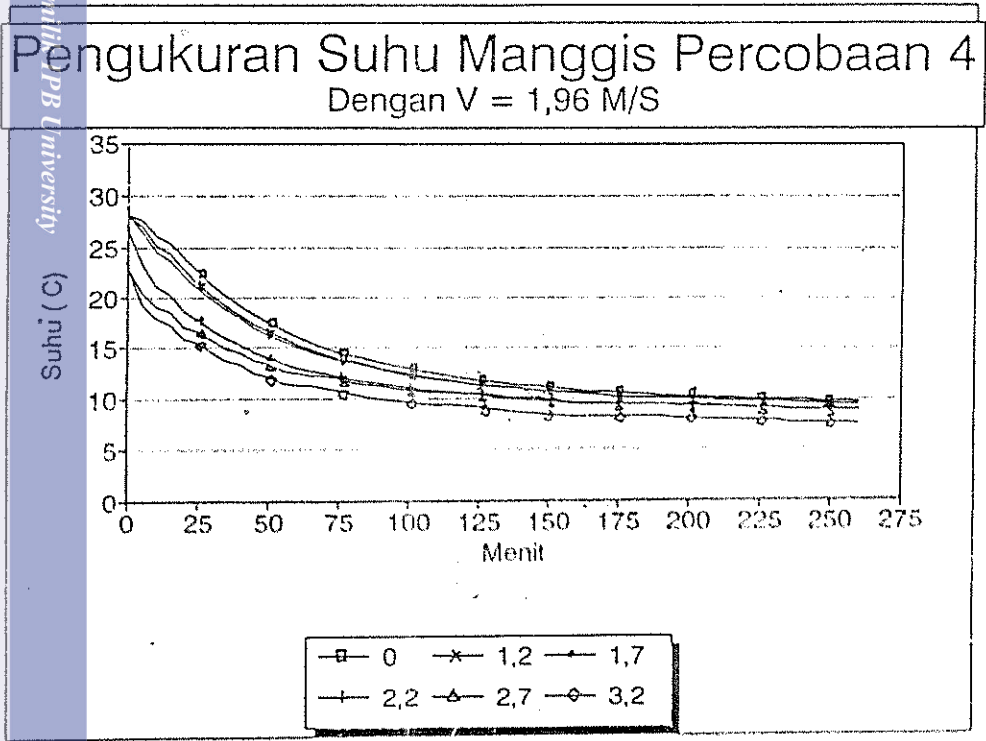
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 7. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 1



Gambar 5. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 1

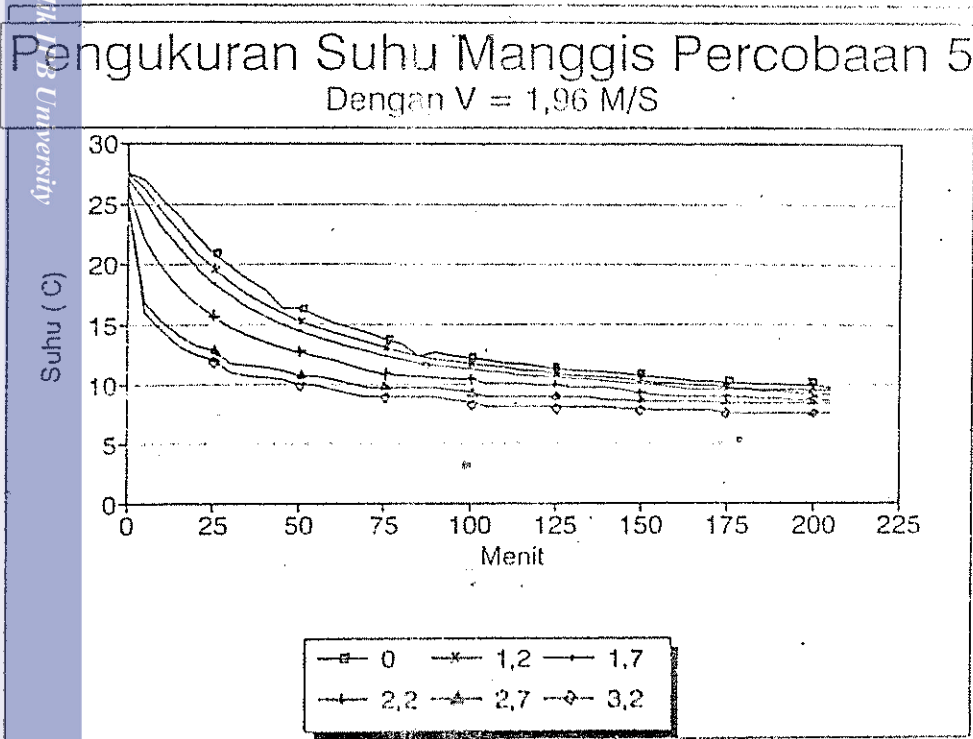
Lampiran 9. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 4



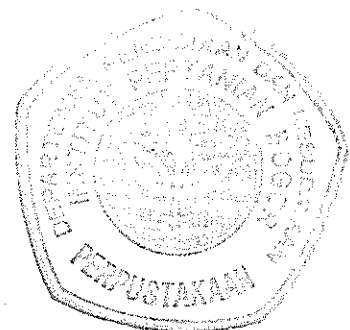
Gambar 7. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 4

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

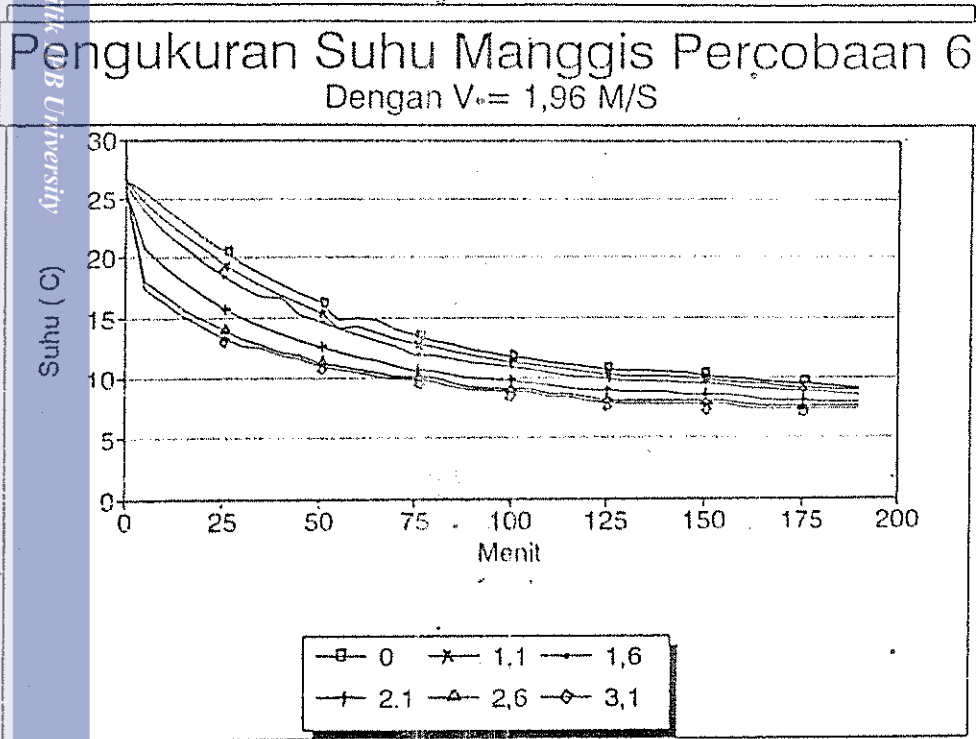
Lampiran 10. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 5



Gambar 8. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 5



Lampiran 11. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 6



Gambar 9. Grafik pengukuran suhu manggis percobaan 6

Lampiran 12. Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 1

Tabel 6. Data suhu dugaan buah manggis percobaan 1

Waktu (menit)	Jarak Dari Pusat Buah (cm)					
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
0	22.770	21.505	20.240	18.975	17.710	16.445
5	22.220	20.980	19.740	18.500	17.260	16.020
10	21.610	20.415	19.220	18.025	16.830	15.635
15	21.100	19.950	18.800	17.650	16.500	15.350
20	20.640	19.510	18.380	17.250	16.120	14.990
25	20.040	18.960	17.880	16.800	15.720	14.640
30	19.610	18.565	17.520	16.475	15.430	14.385
35	19.060	18.040	17.020	16.000	14.980	13.960
40	18.650	17.675	16.700	15.725	14.750	13.775
45	18.220	17.280	16.340	15.400	14.460	13.520
50	17.680	16.770	15.860	14.950	14.040	13.130
55	17.320	16.430	15.540	14.650	13.760	12.870
60	16.900	16.050	15.200	14.350	13.500	12.650
65	16.440	15.610	14.780	13.950	13.120	12.290
70	16.020	15.230	14.440	13.650	12.860	12.070
75	15.670	14.905	14.140	13.375	12.610	11.845
80	15.220	14.480	13.740	13.000	12.260	11.520
85	14.860	14.140	13.420	12.700	11.980	11.260
90	14.510	13.815	13.120	12.425	11.730	11.035
95	14.140	13.460	12.780	12.100	11.420	10.740
100	13.800	13.150	12.500	11.850	11.200	10.550
105	13.450	12.825	12.200	11.575	10.950	10.325
110	13.180	12.570	11.960	11.350	10.740	10.130
115	12.840	12.260	11.680	11.100	10.520	9.940
120	12.460	11.890	11.320	10.750	10.180	9.610
125	12.210	11.665	11.120	10.575	10.030	9.485
130	11.940	11.410	10.880	10.350	9.820	9.290
135	11.590	11.085	10.580	10.075	9.570	9.065
140	11.325	10.838	10.350	9.863	9.375	8.888
145	11.059	10.589	10.118	9.648	9.177	8.707
150	10.780	10.320	9.860	9.400	8.940	8.480
155	10.516	10.074	9.632	9.190	8.748	8.306
160	10.261	9.842	9.422	9.002	8.583	8.163
165	9.996	9.594	9.192	8.790	8.388	7.986
170	9.797	9.396	8.994	8.592	8.191	7.789
175	9.450	9.075	8.700	8.325	7.950	7.575
180	9.250	8.875	8.500	8.125	7.750	7.375
185	9.005	8.663	8.320	7.977	7.635	7.293
190	8.803	8.470	8.136	7.803	7.469	7.136
195	8.603	8.269	7.936	7.602	7.269	6.935
200	8.376	8.074	7.772	7.470	7.168	6.866
205	8.176	7.874	7.572	7.270	6.968	6.666
210	7.942	7.653	7.364	7.075	6.786	6.497
215	7.761	7.487	7.212	6.938	6.663	6.389
220	7.597	7.331	7.064	6.798	6.531	6.265
225	7.399	7.139	6.878	6.618	6.357	6.097
230	7.222	6.973	6.724	6.475	6.226	5.977
235	7.022	6.788	6.554	6.320	6.086	5.852
240	6.838	6.622	6.406	6.190	5.974	5.755
245	6.698	6.477	6.256	6.035	5.814	5.591
250	6.538	6.322	6.106	5.890	5.674	5.451
255	6.362	6.163	5.964	5.765	5.566	5.367

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 13. Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 2

Tabel 7. Data suhu dugaan buah manggis percobaan 2

Waktu (menit)	Jarak Dari Pusat Buah (cm)					
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
0	20.040	18.660	17.280	15.900	14.520	13.140
5	19.700	18.350	17.000	15.650	14.300	12.950
10	19.390	18.085	16.780	15.475	14.170	12.865
15	19.040	17.760	16.480	15.200	13.920	12.640
20	18.790	17.535	16.280	15.025	13.770	12.515
25	18.460	17.240	16.020	14.800	13.580	12.360
30	18.210	17.015	15.820	14.625	13.430	12.235
35	17.860	16.690	15.520	14.350	13.180	12.010
40	17.540	16.410	15.280	14.150	13.070	11.890
45	17.290	16.185	15.080	13.975	12.870	11.765
50	17.030	15.945	14.860	13.775	12.690	11.605
55	16.780	15.720	14.660	13.600	12.540	11.480
60	16.540	15.510	14.480	13.450	12.420	11.390
65	16.290	15.285	14.280	13.275	12.270	11.265
70	15.940	14.960	13.980	13.000	12.020	11.040
75	15.700	14.750	13.800	12.850	11.900	10.950
80	15.530	14.595	13.660	12.725	11.790	10.855
85	15.270	14.355	13.440	12.525	11.610	10.695
90	15.030	14.145	13.260	12.375	11.490	10.605
95	14.680	13.820	12.960	12.100	11.240	10.380
100	14.500	13.650	12.800	11.950	11.100	10.250
105	14.260	13.440	12.620	11.800	10.980	10.160
110	14.100	13.300	12.500	11.700	10.900	10.100
115	13.840	13.060	12.280	11.500	10.720	9.940
120	13.660	12.890	12.120	11.350	10.580	9.810
125	13.410	12.665	11.920	11.175	10.430	9.685
130	13.150	12.425	11.700	10.975	10.250	9.525
135	12.990	12.285	11.580	10.875	10.170	9.465
140	12.730	12.045	11.360	10.675	9.990	9.305
145	12.570	11.905	11.240	10.575	9.910	9.245
150	12.380	11.720	11.060	10.400	9.740	9.080
155	12.220	11.580	10.940	10.300	9.660	9.020
160	12.040	11.410	10.780	10.150	9.520	8.890
165	11.810	11.215	10.620	10.025	9.430	8.835
170	11.540	10.960	10.380	9.800	9.220	8.640
175	11.460	10.890	10.320	9.750	9.180	8.610
180	11.200	10.650	10.100	9.550	9.000	8.450
185	11.030	10.495	9.960	9.425	8.890	8.355
190	10.850	10.325	9.800	9.275	8.750	8.225
195	10.680	10.170	9.660	9.150	8.640	8.130
200	10.580	10.070	9.560	9.050	8.540	8.030
205	10.418	9.927	9.436	8.945	8.454	7.963
210	10.265	9.797	9.330	8.862	8.395	7.927
215	10.088	9.632	9.176	8.720	8.264	7.808
220	9.922	9.483	9.044	8.605	8.166	7.727
225	9.731	9.297	8.862	8.428	7.993	7.559
230	9.558	9.137	8.716	8.295	7.874	7.453
235	9.405	9.007	8.610	8.212	7.815	7.418
240	9.306	8.909	8.512	8.115	7.718	7.321
245	9.121	8.742	8.362	7.983	7.603	7.224
250	8.978	8.612	8.246	7.880	7.514	7.148
255	8.856	8.494	8.132	7.770	7.408	7.046
260	8.684	8.336	7.988	7.640	7.292	6.944
265	8.584	8.236	7.888	7.540	7.192	6.844
270	8.403	8.084	7.766	7.447	7.129	6.810
275	8.303	7.985	7.666	7.347	7.029	6.711
280	8.160	7.855	7.550	7.245	6.940	6.635
285	8.038	7.737	7.436	7.135	6.834	6.533

Lampiran 15. Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 5.
Tabel 9. Data suhu dugaan buah manggis percobaan 5

Waktu (menit)	Jarak Dari Pusat Buah (cm)					
	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2
0	21.230	19.680	18.130	16.580	15.030	13.480
5	20.714	19.224	17.734	16.244	14.754	13.264
10	20.270	18.820	17.370	15.920	14.470	13.020
15	19.847	18.452	17.057	15.662	14.267	12.872
20	19.317	17.972	16.627	15.282	13.937	12.592
25	18.894	17.604	16.314	15.024	13.734	12.444
30	18.443	17.188	15.933	14.678	13.423	12.168
35	18.020	16.820	15.620	14.420	13.220	12.020
40	17.683	16.528	15.373	14.218	13.063	11.908
45	17.246	16.136	15.026	13.916	12.806	11.696
50	16.895	15.820	14.745	13.670	12.595	11.520
55	16.451	15.416	14.381	13.346	12.311	11.276
60	16.100	15.100	14.100	13.100	12.100	11.100
65	15.756	14.796	13.836	12.876	11.916	10.956
70	15.319	14.404	13.489	12.574	11.659	10.744
75	14.968	14.088	13.208	12.328	11.448	10.568
80	14.710	13.860	13.010	12.160	11.310	10.460
85	14.273	13.468	12.663	11.858	11.053	10.248
90	14.001	13.216	12.431	11.646	10.861	10.076
95	13.650	12.900	12.150	11.400	10.650	9.900
100	13.392	12.672	11.952	11.232	10.512	9.792
105	13.034	12.344	11.654	10.964	10.274	9.584
110	12.776	12.116	11.456	10.796	10.136	9.476
115	12.504	11.864	11.224	10.584	9.944	9.304
120	12.146	11.536	10.926	10.316	9.706	9.096
125	11.888	11.308	10.728	10.148	9.568	8.988
130	11.623	11.068	10.513	9.958	9.403	8.848
135	11.358	10.828	10.298	9.768	9.238	8.708
140	11.100	10.600	10.100	9.600	9.100	8.600
145	10.823	10.340	9.856	9.373	8.889	8.406
150	10.656	10.196	9.736	9.276	8.816	8.356
155	10.377	9.932	9.487	9.042	8.597	8.152
160	10.120	9.706	9.292	8.878	8.464	8.050
165	9.946	9.551	9.155	8.760	8.364	7.969
170	9.662	9.278	8.894	8.510	8.126	7.742
175	9.430	9.073	8.716	8.359	8.002	7.645
180	9.224	8.884	8.544	8.204	7.864	7.524
185	9.019	8.696	8.374	8.051	7.729	7.406
190	8.834	8.530	8.226	7.922	7.618	7.314
195	8.644	8.347	8.050	7.753	7.456	7.159
200	8.442	8.158	7.874	7.590	7.306	7.022
205	8.236	7.969	7.702	7.435	7.168	6.901

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 16. Tabel data suhu dugaan manggis percobaan 6
Tabel 10. Data suhu dugaan buah manggis percobaan 6

Waktu (menit)	Jarak Dari Pusat Buah (cm)					
	0.6	1.1	1.6	2.1	2.6	3.1
0	21.576	20.306	19.036	17.766	16.496	15.226
5	21.018	19.783	18.548	17.313	16.078	14.843
10	20.384	19.204	18.024	16.844	15.664	14.484
15	19.926	18.781	17.636	16.491	15.346	14.201
20	19.380	18.280	17.180	16.080	14.980	13.880
25	18.922	17.857	16.792	15.727	14.662	13.597
30	18.364	17.334	16.304	15.274	14.244	13.214
35	17.906	16.911	15.916	14.921	13.926	12.931
40	17.448	16.488	15.528	14.568	13.608	12.648
45	16.990	16.065	15.140	14.215	13.290	12.365
50	16.520	15.620	14.720	13.820	12.920	12.020
55	16.080	15.230	14.380	13.530	12.680	11.830
60	15.710	14.885	14.060	13.235	12.410	11.585
65	15.334	14.529	13.724	12.919	12.114	11.309
70	14.876	14.106	13.336	12.566	11.796	11.026
75	14.500	13.750	13.000	12.250	11.500	10.750
80	14.136	13.416	12.696	11.976	11.256	10.536
85	13.766	13.071	12.376	11.681	10.986	10.291
90	13.402	12.737	12.072	11.407	10.742	10.077
95	13.026	12.381	11.736	11.091	10.446	9.801
100	12.668	12.058	11.448	10.838	10.228	9.618
105	12.374	11.769	11.164	10.559	9.954	9.349
110	12.022	11.457	10.892	10.327	9.762	9.197
115	11.734	11.179	10.624	10.069	9.514	8.959
120	11.358	10.823	10.288	9.753	9.218	8.683
125	11.082	10.567	10.052	9.537	9.022	8.507
130	10.900	10.400	9.900	9.400	8.900	8.400
135	10.523	10.043	9.562	9.082	8.601	8.121
140	10.248	9.788	9.328	8.868	8.408	7.943
145	9.989	9.564	9.138	8.713	8.287	7.862
150	9.708	9.298	8.888	8.478	8.068	7.658
155	9.464	9.059	8.654	8.249	7.844	7.439
160	9.211	8.821	8.430	8.040	7.649	7.259
165	8.986	8.607	8.229	7.850	7.472	7.093
170	8.721	8.371	8.022	7.672	7.323	6.973
175	8.514	8.175	7.837	7.498	7.160	6.821
180	8.312	7.981	7.649	7.318	6.986	6.655
185	8.112	7.781	7.449	7.118	6.786	6.455
190	7.861	7.561	7.262	6.962	6.663	6.361

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - 1 (cm²/menit)

Bagian Dalam (r = 1.5 cm) =	0.04007525	±	0.00841781
Bagian Lunak (r = 2.0 cm) =	0.04997022	±	0.01110497
Bagian Keras (r = 2.5 cm) =	0.05797233	±	0.01411147
Bagian Luar (r = 3.0 cm) =	0.06435376	±	0.01801241

Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : 0.05309289 ± 0.01048532

Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis
Pada Contoh Ke - 1

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)											
	1.5			2.0			2.5			3.0		
	U	H	K	U	H	K	U	H	K	U	H	K
5	21.0	20.8	99.28	19.7	19.6	99.33	18.5	18.4	99.40	17.3	17.2	99.46
10	20.4	20.3	99.52	19.2	19.1	99.48	18.0	17.9	99.44	16.8	16.7	99.39
15	19.9	19.8	99.13	18.8	18.6	99.06	17.6	17.5	98.98	16.5	16.3	98.89
20	19.5	19.3	99.11	18.4	18.2	99.16	17.2	17.1	99.23	16.1	16.0	99.30
25	19.0	18.9	99.72	17.9	17.8	99.64	16.8	16.7	99.56	15.7	15.6	99.46
30	18.6	18.4	99.02	17.5	17.3	98.97	16.5	16.3	98.93	15.4	15.3	98.85
35	18.0	18.0	99.81	17.0	17.0	99.87	16.0	16.0	99.94	15.0	15.0	99.99
40	17.7	17.5	98.98	16.7	16.5	98.86	15.7	15.5	98.74	14.7	14.5	98.59
45	17.3	17.2	99.27	16.3	16.2	99.22	15.4	15.3	99.17	14.5	14.3	99.11
50	16.8	16.8	99.95	15.9	15.9	99.94	14.9	15.0	99.91	14.0	14.1	99.83
55	16.4	16.3	99.11	15.5	15.4	99.13	14.6	14.5	99.17	13.8	13.6	99.20
60	16.0	16.0	99.40	15.2	15.1	99.31	14.3	14.2	99.21	13.5	13.4	99.10
65	15.6	15.6	99.91	14.8	14.8	99.97	13.9	14.0	99.96	13.1	13.1	99.88
70	15.2	15.2	99.58	14.4	14.4	99.48	13.6	13.6	99.38	12.9	12.8	99.25
75	14.9	14.8	99.35	14.1	14.0	99.33	13.4	13.3	99.32	12.6	12.5	99.29
80	14.5	14.5	99.89	13.7	13.8	99.87	13.0	13.0	99.84	12.3	12.3	99.82
85	14.1	14.1	99.61	13.4	13.4	99.63	12.7	12.7	99.66	12.0	11.9	99.69
90	13.8	13.8	99.57	13.1	13.1	99.54	12.4	12.4	99.53	11.7	11.7	99.50
95	13.5	13.4	99.88	12.8	12.8	99.94	12.1	12.1	99.98	11.4	11.4	99.90
100	13.1	13.1	99.59	12.5	12.4	99.52	11.8	11.8	99.45	11.2	11.1	99.36
105	12.8	12.8	99.83	12.2	12.2	99.80	11.6	11.5	99.77	10.9	10.9	99.74
110	12.6	12.5	99.37	12.0	11.9	99.40	11.3	11.3	99.43	10.7	10.7	99.43
115	12.3	12.2	99.87	11.7	11.7	99.79	11.1	11.1	99.70	10.5	10.5	99.60
120	11.9	12.0	99.49	11.3	11.4	99.38	10.7	10.8	99.25	10.2	10.3	99.10
125	11.7	11.6	99.32	11.1	11.0	99.24	10.6	10.5	99.16	10.0	9.9	99.06
130	11.4	11.4	99.68	10.9	10.8	99.70	10.3	10.3	99.73	9.8	9.8	99.76
135	11.1	11.1	99.62	10.6	10.6	99.67	10.1	10.1	99.71	9.6	9.6	99.76
140	10.8	10.8	99.79	10.3	10.3	99.78	9.9	9.8	99.77	9.4	9.4	99.77
145	10.6	10.6	99.88	10.1	10.1	99.90	9.6	9.6	99.87	9.2	9.2	99.89
150	10.3	10.3	99.84	9.9	9.9	99.76	9.4	9.4	99.70	8.9	9.0	99.59
155	10.1	10.1	100.00	9.6	9.6	99.98	9.2	9.2	99.96	8.7	8.7	99.94
160	9.8	9.8	99.96	9.4	9.4	99.88	9.0	9.0	99.81	8.6	8.6	99.71
165	9.6	9.6	99.76	9.2	9.2	99.78	8.8	8.8	99.79	8.4	8.4	99.84
170	9.4	9.4	99.82	9.0	9.0	99.97	8.6	8.6	99.87	8.2	8.2	99.70
175	9.1	9.2	98.84	8.7	8.8	98.93	8.3	8.4	99.02	7.9	8.0	99.15
180	8.9	8.9	100.00	8.5	8.5	99.85	8.1	8.2	99.68	7.8	7.8	99.50
185	8.7	8.7	99.87	8.3	8.3	99.91	8.0	8.0	99.68	7.6	7.6	99.40
190	8.5	8.5	99.89	8.1	8.1	99.85	7.8	7.8	99.79	7.5	7.5	99.74
195	8.3	8.3	99.73	7.9	8.0	99.57	7.6	7.6	99.41	7.3	7.3	99.20
200	8.1	8.1	99.78	7.8	7.8	99.95	7.5	7.4	99.71	7.2	7.1	99.39
205	7.9	7.9	99.51	7.6	7.6	99.35	7.3	7.3	99.18	7.0	7.0	98.99
210	7.7	7.7	99.22	7.4	7.4	99.22	7.1	7.1	99.22	6.8	6.8	99.23
215	7.5	7.5	99.85	7.2	7.2	99.89	6.9	6.9	99.95	6.7	6.7	99.99
220	7.3	7.3	99.88	7.1	7.1	99.83	6.8	6.8	99.83	6.5	6.5	99.76
225	7.1	7.2	99.32	6.9	6.9	99.22	6.6	6.7	99.17	6.4	6.4	99.04
230	7.0	7.0	99.63	6.7	6.7	99.63	6.5	6.5	99.68	6.2	6.2	99.67
235	6.8	6.8	99.23	6.6	6.6	99.30	6.3	6.4	99.37	6.1	6.1	99.45
240	6.6	6.7	99.38	6.4	6.4	99.51	6.2	6.2	99.65	6.0	6.0	99.81
245	6.5	6.5	99.54	6.3	6.3	99.33	6.0	6.1	99.09	5.8	5.9	98.84
250	6.3	6.4	99.42	6.1	6.1	99.35	5.9	5.9	99.28	5.7	5.7	99.20
Rata-Rata			99.58			99.56			99.52			99.46
Deviasi			0.30			0.01			0.32			0.35

Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : 99.53 ± 0.05

Lampiran 18. Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 2

Tabel 12. Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 2

Berat Manggis = 149.7 g

Jari-Jari = 3.476 cm

Kecepatan Aliran Udara = 1.960 m/s

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)			
	1.5	2.0	2.5	3.0
0	0.01684783	0.02028986	0.02264493	0.02391304
5	0.01472222	0.01629630	0.01620370	0.01444444
10	0.01867816	0.02298851	0.02634100	0.02873563
15	0.01318359	0.01562500	0.01708984	0.01757813
20	0.01762948	0.02071713	0.02241036	0.02270916
25	0.01383197	0.01639344	0.01793033	0.01844262
30	0.02039749	0.02510460	0.02876569	0.03138075
35	0.01794872	0.02051282	0.02136752	0.02051282
40	0.01493363	0.01769912	0.01935841	0.01991150
45	0.01628959	0.01990950	0.02262443	0.02443439
50	0.01555300	0.01843318	0.02016129	0.02073733
55	0.01485849	0.01698113	0.01768868	0.01698113
60	0.01638350	0.01941748	0.02123786	0.02184466
65	0.02425373	0.02985075	0.03420398	0.03731343
70	0.01607143	0.01836735	0.01913265	0.01836735
75	0.01223684	0.01473684	0.01644737	0.01736842
80	0.01925134	0.02352941	0.02673797	0.02887701
85	0.01721311	0.01967213	0.02049180	0.01967213
90	0.02754237	0.03389831	0.03884181	0.04237288
95	0.01482558	0.01860465	0.02180233	0.02441860
100	0.01852941	0.02117647	0.02205882	0.02117647
105	0.01280488	0.01463415	0.01524390	0.01463415
110	0.02250000	0.02750000	0.03125000	0.03375000
115	0.01634615	0.02051282	0.02403846	0.02692308
120	0.02191558	0.02597403	0.02840909	0.02922078
125	0.02416107	0.02953020	0.03355705	0.03624161
130	0.01448276	0.01655172	0.01724138	0.01655172
135	0.02553191	0.03120567	0.03546099	0.03829787
140	0.01532847	0.01751825	0.01824818	0.01751825
145	0.02086466	0.02706767	0.03289474	0.03834586
150	0.01590909	0.01818182	0.01893939	0.01818182
155	0.01992188	0.02500000	0.02929687	0.03281250
160	0.02321429	0.02539683	0.02480159	0.02142857
165	0.03214286	0.04033613	0.04726891	0.05294118
170	0.00905172	0.01034483	0.01077586	0.01034483
175	0.03157895	0.03859649	0.04385965	0.04736842
180	0.02113636	0.02545455	0.02840909	0.03000000
185	0.02383178	0.02990654	0.03504673	0.03925234
190	0.02214286	0.02666667	0.02976190	0.03142857
195	0.01470588	0.01960784	0.02450980	0.02941176
200	0.02102941	0.02431373	0.02573529	0.02529412
205	0.01985743	0.02158859	0.02113035	0.01802444
210	0.02655579	0.03280085	0.03817204	0.04176408
215	0.02450658	0.02894737	0.03152412	0.03223684
220	0.03177677	0.04145786	0.05039863	0.05911162
225	0.02752294	0.03375723	0.03804348	0.04136732
230	0.02315914	0.02517815	0.02464371	0.02102138
235	0.01856061	0.02453066	0.03069620	0.03664987
240	0.03154912	0.03778338	0.04156171	0.04345088
245	0.02559055	0.03072848	0.03370419	0.03545817
250	0.02418033	0.03114754	0.03756831	0.04344262
255	0.03273481	0.03977901	0.04488950	0.04806630
260	0.02155172	0.02873563	0.03591954	0.04310345
265	0.03275862	0.03505747	0.03340517	0.02715517
270	0.02342271	0.03120125	0.03955696	0.04665630
275	0.03046875	0.03636364	0.04034810	0.04193113
280	0.02901639	0.03737705	0.04508197	0.05213115
Rata-Rata	0.02092972	0.02527951	0.02833217	0.03004842



Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - 2 (cm²/menit)

Bagian Dalam (r = 1.5 cm) =	0.02092972	±	0.00598834
Bagian Lunak (r = 2.0 cm) =	0.02527961	±	0.00760829
Bagian Keras (r = 2.5 cm) =	0.02833217	±	0.00937213
Bagian Luar (r = 3.0 cm) =	0.03004842	±	0.01149762

Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : 0.02614748 ± 0.00399868

Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis Pada Contoh Ke - 2

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)											
	1.5			2.0			2.5			3.0		
	U	H	K	U	H	K	U	H	K	U	H	K
5	18.3	18.3	99.59	17.0	16.9	99.59	15.6	15.6	99.60	14.3	14.2	99.61
10	18.1	18.0	99.38	16.8	16.7	99.28	15.5	15.3	99.15	14.2	14.0	99.01
15	17.8	17.7	99.78	16.5	16.5	99.82	15.2	15.2	99.86	13.9	13.9	99.92
20	17.5	17.4	99.25	16.3	16.2	99.24	15.0	14.9	99.23	13.8	13.7	99.23
25	17.2	17.2	99.60	16.0	16.0	99.64	14.8	14.7	99.60	13.6	13.5	99.55
30	17.0	16.9	99.32	15.8	15.7	99.31	14.6	14.5	99.31	13.4	13.3	99.30
35	16.7	16.7	99.95	15.5	15.5	99.99	14.3	14.4	99.97	13.2	13.2	99.92
40	16.4	16.4	99.72	15.3	15.2	99.64	14.1	14.1	99.54	13.0	12.9	99.43
45	16.2	16.1	99.44	15.1	15.0	99.43	14.0	13.9	99.42	12.9	12.8	99.41
50	15.9	15.9	99.57	14.9	14.8	99.60	13.8	13.7	99.63	12.7	12.6	99.67
55	15.7	15.6	99.51	14.7	14.6	99.49	13.6	13.5	99.48	12.5	12.5	99.46
60	15.5	15.4	99.45	14.5	14.4	99.39	13.4	13.4	99.33	12.4	12.3	99.26
65	15.3	15.2	99.59	14.3	14.2	99.58	13.3	13.2	99.56	12.3	12.2	99.54
70	15.0	15.0	99.70	14.0	14.0	99.67	13.0	13.0	99.64	12.0	12.1	99.60
75	14.7	14.7	99.57	13.8	13.7	99.51	12.8	12.8	99.44	11.9	11.8	99.36
80	14.6	14.5	99.25	13.7	13.6	99.27	12.7	12.6	99.29	11.8	11.7	99.32
85	14.4	14.3	99.85	13.4	13.4	99.88	12.5	12.5	99.90	11.6	11.6	99.94
90	14.1	14.1	99.68	13.3	13.2	99.61	12.4	12.3	99.54	11.5	11.4	99.45
95	13.8	13.9	99.44	13.0	13.0	99.41	12.1	12.2	99.39	11.2	11.3	99.35
100	13.6	13.6	99.49	12.8	12.7	99.55	11.9	11.9	99.62	11.1	11.1	99.71
105	13.4	13.4	99.80	12.6	12.6	99.72	11.8	11.8	99.64	11.0	10.9	99.54
110	13.3	13.2	99.33	12.5	12.4	99.30	11.7	11.6	99.27	10.9	10.8	99.23
115	13.1	13.1	99.87	12.3	12.3	99.85	11.5	11.5	99.84	10.7	10.7	99.82
120	12.9	12.8	99.63	12.1	12.1	99.69	11.3	11.3	99.76	10.6	10.6	99.85
125	12.7	12.7	99.92	11.9	11.9	99.96	11.2	11.2	100.00	10.4	10.4	99.96
130	12.4	12.5	99.74	11.7	11.7	99.73	11.0	11.0	99.72	10.2	10.3	99.70
135	12.3	12.2	99.49	11.6	11.5	99.45	10.9	10.8	99.41	10.2	10.1	99.36
140	12.0	12.1	99.64	11.4	11.4	99.63	10.7	10.7	99.62	10.0	10.0	99.61
145	11.9	11.9	99.57	11.2	11.2	99.53	10.6	10.5	99.48	9.9	9.9	99.42
150	11.7	11.7	100.00	11.1	11.1	99.89	10.4	10.4	99.77	9.7	9.8	99.62
155	11.6	11.5	99.62	10.9	10.9	99.57	10.3	10.3	99.52	9.7	9.6	99.46
160	11.4	11.4	99.92	10.8	10.8	99.98	10.1	10.2	99.95	9.5	9.5	99.88
165	11.2	11.2	99.83	10.6	10.6	99.99	10.0	10.0	99.82	9.4	9.4	99.62
170	11.0	11.0	99.19	10.4	10.5	99.14	9.8	9.9	99.08	9.2	9.3	99.02
175	10.9	10.8	99.16	10.3	10.2	99.16	9.7	9.7	99.16	9.2	9.1	99.17
180	10.6	10.7	99.24	10.1	10.2	99.25	9.5	9.5	99.26	9.0	9.1	99.27
185	10.5	10.5	99.99	10.0	10.0	99.99	9.4	9.4	100.00	8.9	8.9	100.00
190	10.3	10.3	99.80	9.8	9.8	99.75	9.3	9.3	99.69	8.8	8.8	99.62
195	10.2	10.2	99.92	9.7	9.7	99.92	9.1	9.2	99.93	8.6	8.6	99.94
200	10.1	10.0	99.53	9.6	9.5	99.70	9.0	9.0	99.83	8.5	8.5	99.97
205	9.9	9.9	99.99	9.4	9.4	99.95	8.9	8.9	99.88	8.5	8.4	99.81
210	9.8	9.8	99.93	9.3	9.3	99.81	8.9	8.8	99.68	8.4	8.4	99.53
215	9.6	9.7	99.64	9.2	9.2	99.62	8.7	8.8	99.58	8.3	8.3	99.56
220	9.5	9.5	99.77	9.0	9.1	99.82	8.6	8.6	99.86	8.2	8.2	99.92
225	9.3	9.4	99.32	8.9	8.9	99.20	8.4	8.5	99.08	8.0	8.1	98.94
230	9.1	9.2	99.58	8.7	8.8	99.58	8.3	8.3	99.59	7.9	7.9	99.59
235	9.0	9.0	99.86	8.6	8.6	100.00	8.2	8.2	99.85	7.8	7.8	99.88
240	8.9	8.9	99.84	8.5	8.5	99.93	8.1	8.1	99.91	7.7	7.7	99.77
245	8.7	8.8	99.36	8.4	8.4	99.41	8.0	8.0	99.47	7.6	7.6	99.53
250	8.6	8.6	99.73	8.2	8.3	99.75	7.9	7.9	99.79	7.5	7.5	99.82
255	8.5	8.5	99.81	8.1	8.2	99.74	7.8	7.8	99.65	7.4	7.4	99.56
260	8.3	8.4	99.32	8.0	8.0	99.34	7.6	7.7	99.37	7.3	7.3	99.40
265	8.2	8.2	99.96	7.9	7.9	99.85	7.5	7.6	99.72	7.2	7.2	99.58
270	8.1	8.1	99.32	7.8	7.8	99.56	7.4	7.5	99.81	7.1	7.1	99.91
275	8.0	8.0	99.87	7.7	7.7	99.75	7.3	7.4	99.61	7.0	7.1	99.49
280	7.9	7.9	99.48	7.5	7.6	99.53	7.2	7.3	99.58	6.9	7.0	99.64
Rata-Rata			99.63			99.62			99.60			99.57
Deviasi			0.24			0.01			0.25			0.26

Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : 99.61 ± 0.03

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 19. Tabel nilai difusifitas manggis percobaan 4

Tabel 13. Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 4

Berat Manggis = 120.6 g

Jari-Jari = 3.225 cm

Kecepatan Aliran Udara = 1.960 m/s

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)			
	1.2	1.7	2.2	2.7
0	0.01715837	0.02161538	0.02448869	0.02577828
5	0.01704673	0.02097196	0.02302804	0.02321495
10	0.02330097	0.03300971	0.04271845	0.05242718
15	0.01770874	0.02178641	0.02392233	0.02411650
20	0.01915152	0.02412626	0.02733333	0.02877273
25	0.01985340	0.02501047	0.02833508	0.02982723
30	0.01800000	0.02457609	0.03060870	0.03609783
35	0.02162637	0.02783516	0.03239560	0.03530759
40	0.02318182	0.03042614	0.03625000	0.04065341
45	0.02217544	0.02793567	0.03164912	0.03331579
50	0.01931707	0.02581098	0.03139024	0.03605488
55	0.02623602	0.03505590	0.04263354	0.04896894
60	0.01926115	0.02512102	0.02970701	0.03301911
65	0.02572549	0.03311111	0.03853595	0.04200000
70	0.02057143	0.02682993	0.03172789	0.03526531
75	0.01913287	0.02353846	0.02584615	0.02605594
80	0.02872993	0.03697810	0.04303650	0.04690511
85	0.01612214	0.02154198	0.02619847	0.03009160
90	0.02567442	0.03505426	0.04365891	0.05148837
95	0.02494488	0.03333071	0.04053543	0.04655906
100	0.02090323	0.02481452	0.02590323	0.02416935
105	0.02584615	0.03370940	0.03986325	0.04430769
110	0.02123894	0.03008850	0.03893805	0.04778761
115	0.03355752	0.04227434	0.04789381	0.05041593
120	0.01856604	0.02389623	0.02781132	0.03031132
125	0.03355340	0.04670874	0.05937864	0.07156311
130	0.02588235	0.03100000	0.03300000	0.03150000
135	0.02524721	0.03554998	0.04638415	0.05634391
140	0.03080160	0.03946048	0.04592030	0.04958264
145	0.02203651	0.02859672	0.03355278	0.03713398
150	0.02080767	0.02543064	0.02817288	0.02808684
155	0.02868754	0.04036087	0.05271987	0.06395073
160	0.03715037	0.04883666	0.05930985	0.06682852
165	0.03513581	0.04395101	0.04940447	0.05200100
170	0.02914786	0.04002140	0.04921896	0.05866416
175	0.02466865	0.03058888	0.03323442	0.03395298
180	0.03431513	0.04901961	0.06273168	0.07807981
185	0.02642265	0.03284314	0.03607072	0.03708791
190	0.02936170	0.03746201	0.04313070	0.04636778
195	0.03220447	0.04182109	0.04955272	0.05477636
200	0.03700972	0.05023240	0.06326942	0.07370946
205	0.04054608	0.05715017	0.07358362	0.08984642
210	0.02691781	0.03347603	0.03729452	0.03837329
215	0.04086957	0.05358696	0.06416667	0.07190217
220	0.04064294	0.05404996	0.06676911	0.07584842
225	0.02774704	0.04031621	0.05347826	0.06723320
230	0.04031250	0.05046875	0.05671875	0.05906250
235	0.03483051	0.04430085	0.05080508	0.05434322
240	0.03810811	0.05436937	0.07036036	0.08695946
245	0.05069289	0.06621377	0.07587895	0.08475887
250	0.03976778	0.05088322	0.05772749	0.06257396
255	0.03152916	0.04399586	0.05810882	0.06951596
Rata-Rata	0.02748899	0.03613737	0.04316062	0.04851843



Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - 4 (cm²/menit)

Bagian Dalam (r = 1.2 cm) =	0.02748899	=	0.00797578
Bagian Lunak (r = 1.7 cm) =	0.03613737	=	0.01101521
Bagian Keras (r = 2.2 cm) =	0.04316052	=	0.01425177
Bagian Luar (r = 2.7 cm) =	0.04851843	=	0.01803692

Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : 0.03882636 ± 0.00910107

Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis Pada Contoh Ke - 4

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)											
	1.2			1.7			2.2			2.7		
	U	H	K	U	H	K	U	H	K	U	H	K
5	19.5	19.3	99.03	18.5	18.3	98.98	17.4	17.2	98.92	16.3	16.1	98.86
10	19.2	19.0	99.03	18.2	18.0	98.95	17.2	17.0	98.86	16.1	15.9	98.76
15	18.8	18.8	99.62	17.8	17.8	99.79	16.8	16.8	99.98	15.7	15.8	99.81
20	18.5	18.4	99.09	17.5	17.4	99.01	16.5	16.4	98.91	15.6	15.4	98.80
25	18.2	18.1	99.24	17.3	17.1	99.19	16.3	16.2	99.13	15.3	15.2	99.06
30	17.9	17.8	99.32	17.0	16.8	99.26	16.1	15.9	99.20	15.1	15.0	99.13
35	17.6	17.5	99.17	16.7	16.6	99.25	15.8	15.7	99.34	14.9	14.8	99.43
40	17.3	17.2	99.49	16.4	16.3	99.46	15.5	15.4	99.43	14.6	14.6	99.39
45	16.9	16.9	99.63	16.1	16.0	99.63	15.2	15.2	99.64	14.4	14.3	99.64
50	16.6	16.6	99.54	15.8	15.7	99.48	15.0	14.9	99.40	14.2	14.1	99.32
55	16.4	16.3	99.32	15.6	15.5	99.36	14.8	14.7	99.41	14.0	13.9	99.46
60	16.0	16.0	99.90	15.2	15.2	99.93	14.4	14.4	99.97	13.7	13.7	99.98
65	15.8	15.7	99.32	15.0	14.9	99.32	14.2	14.1	99.33	13.5	13.4	99.33
70	15.4	15.4	99.85	14.7	14.7	99.81	14.0	13.9	99.77	13.2	13.2	99.72
75	15.2	15.1	99.44	14.5	14.4	99.44	13.8	13.7	99.44	13.0	13.0	99.45
80	15.0	14.9	99.33	14.3	14.2	99.26	13.6	13.5	99.17	12.9	12.8	99.08
85	14.6	14.6	99.90	14.0	14.0	99.95	13.3	13.3	99.99	12.7	12.7	99.94
90	14.5	14.3	99.14	13.8	13.7	99.19	13.2	13.1	99.23	12.5	12.4	99.29
95	14.2	14.2	99.86	13.5	13.5	99.94	12.9	12.9	99.98	12.3	12.3	99.88
100	13.9	13.9	99.81	13.3	13.3	99.84	12.7	12.7	99.88	12.1	12.0	99.92
105	13.7	13.6	99.50	13.1	13.0	99.37	12.5	12.4	99.22	11.9	11.8	99.06
110	13.4	13.4	99.88	12.9	12.9	99.87	12.3	12.3	99.86	11.7	11.7	99.84
115	13.2	13.2	99.56	12.7	12.6	99.68	12.1	12.1	99.82	11.5	11.5	99.97
120	12.9	13.0	99.56	12.4	12.4	99.67	11.9	11.9	99.80	11.3	11.3	99.93
125	12.8	12.7	99.38	12.2	12.2	99.38	11.7	11.7	99.37	11.2	11.1	99.36
130	12.5	12.5	99.58	12.0	12.0	99.46	11.5	11.5	99.34	10.9	11.0	99.20
135	12.3	12.2	99.89	11.8	11.7	99.74	11.3	11.3	99.58	10.8	10.8	99.41
140	12.1	12.0	99.85	11.6	11.6	99.97	11.1	11.1	99.87	10.6	10.7	99.74
145	11.8	11.8	99.78	11.4	11.4	99.84	10.9	10.9	99.89	10.5	10.5	99.96
150	11.6	11.6	99.65	11.2	11.2	99.64	10.8	10.7	99.63	10.3	10.3	99.63
155	11.5	11.4	99.58	11.1	11.0	99.50	10.7	10.6	99.44	10.2	10.2	99.35
160	11.3	11.3	99.93	10.9	10.9	99.81	10.5	10.5	99.65	10.0	10.1	99.52
165	11.0	11.1	99.39	10.6	10.7	99.41	10.2	10.3	99.40	9.8	9.9	99.42
170	10.8	10.9	99.53	10.4	10.5	99.64	10.0	10.1	99.77	9.7	9.7	99.89
175	10.6	10.6	99.90	10.2	10.3	99.83	9.9	9.9	99.79	9.5	9.5	99.71
180	10.5	10.4	99.83	10.1	10.1	99.76	9.8	9.7	99.66	9.4	9.4	99.58
185	10.3	10.3	99.61	9.9	10.0	99.47	9.6	9.6	99.35	9.2	9.3	99.18
190	10.1	10.1	99.94	9.8	9.8	99.86	9.5	9.4	99.76	9.1	9.1	99.68
195	9.9	10.0	99.90	9.6	9.6	99.95	9.3	9.3	100.00	9.0	9.0	99.94
200	9.8	9.8	99.75	9.5	9.5	99.78	9.2	9.2	99.80	8.9	8.9	99.84
205	9.6	9.6	99.51	9.3	9.4	99.46	9.0	9.1	99.40	8.7	8.8	99.35
210	9.4	9.5	99.52	9.1	9.2	99.20	8.8	8.9	99.08	8.5	8.6	98.95
215	9.3	9.3	99.97	9.0	9.0	99.90	8.7	8.7	99.82	8.4	8.4	99.74
220	9.1	9.1	99.32	8.8	8.9	99.36	8.6	8.6	99.38	8.3	8.3	99.42
225	8.9	9.0	99.36	8.6	8.7	99.36	8.4	8.5	99.33	8.1	8.2	99.34
230	8.8	8.8	99.99	8.5	8.5	99.85	8.3	8.3	99.71	8.0	8.1	99.56
235	8.6	8.7	99.36	8.4	8.4	99.48	8.1	8.2	99.61	7.9	7.9	99.75
240	8.5	8.5	99.66	8.3	8.3	99.73	8.0	8.0	99.80	7.8	7.8	99.87
245	8.3	8.4	99.53	8.1	8.2	99.41	7.9	7.9	99.30	7.7	7.7	99.18
250	8.1	8.2	98.94	7.9	8.0	99.02	7.7	7.8	99.14	7.5	7.6	99.22
255	8.0	8.1	99.47	7.8	7.9	99.55	7.6	7.7	99.64	7.4	7.5	99.72
Rata-Rata			99.56			99.55			99.53			99.50
Deviasi			0.28			0.01			0.31			0.34

Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : 99.56 ± 0.03

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 20. Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 5

Tabel 14. Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 5

Berat Manggis = 114.0 g

Jari-Jari = 3.152 cm

Kecepatan Aliran Udara = 1.960 m/s

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)			
	1.2	1.7	2.2	2.7
0	0.01765161	0.02171613	0.02384516	0.02403871
5	0.01626846	0.02076510	0.02391946	0.02573154
10	0.01522759	0.01834828	0.01957241	0.01890000
15	0.02064516	0.02620072	0.02996416	0.03193548
20	0.01641636	0.01978067	0.02110037	0.02037546
25	0.01934884	0.02510465	0.02950388	0.03254651
30	0.01759363	0.02119920	0.02261355	0.02183665
35	0.01460000	0.01749583	0.01851667	0.01766250
40	0.02036364	0.02553680	0.02876190	0.03003896
45	0.01708108	0.02151802	0.02437838	0.02566216
50	0.02254884	0.02878140	0.03315349	0.03566512
55	0.01831884	0.02307729	0.02614493	0.02752174
60	0.01824000	0.02244000	0.02464000	0.02484000
65	0.02450000	0.03072396	0.03460417	0.03614062
70	0.02072131	0.02610383	0.02957377	0.03113115
75	0.01554545	0.01912500	0.02100000	0.02117045
80	0.02767059	0.03470000	0.03908235	0.04081765
85	0.01878261	0.02449689	0.02896894	0.03219876
90	0.02415287	0.03042675	0.03447134	0.03628662
95	0.01824000	0.02244000	0.02464000	0.02484000
100	0.02733333	0.03518056	0.04094444	0.04462500
105	0.01982609	0.02439130	0.02678261	0.02700000
110	0.02290909	0.02987879	0.03533333	0.03927273
115	0.03075000	0.03957812	0.04606250	0.05020312
120	0.02242623	0.02759016	0.03029508	0.03054098
125	0.02482759	0.03150862	0.03603448	0.03840517
130	0.02594595	0.03292793	0.03765766	0.04013514
135	0.02581132	0.03175472	0.03496792	0.03515094
140	0.03120000	0.04148000	0.04994000	0.05697000
145	0.01782545	0.02117061	0.02196829	0.02049709
150	0.03443478	0.04601087	0.05595652	0.06427174
155	0.03047191	0.03724719	0.04053933	0.04034831
160	0.02246377	0.02812802	0.03135266	0.03260870
165	0.04129065	0.05633570	0.06914760	0.08179735
170	0.03203125	0.03940104	0.04325521	0.04359375
175	0.03176471	0.04095238	0.04775910	0.05218487
180	0.03317647	0.04250000	0.04950000	0.05360294
185	0.03099907	0.03880321	0.04430222	0.04607934
190	0.03611842	0.04921053	0.06115132	0.07194079
195	0.03818182	0.05037037	0.06037037	0.06818182
200	0.03992958	0.05147887	0.06003521	0.06559859
Rata-Rata	0.02447889	0.03111901	0.03565148	0.03810606

Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - 5 (cm²/menit)

Bagian Dalam (r = 1.2 cm) =	0.02447889 ± 0.00734805
Bagian Lunak (r = 1.7 cm) =	0.03111901 ± 0.01016117
Bagian Keras (r = 2.2 cm) =	0.03565148 ± 0.01289260
Bagian Luar (r = 2.7 cm) =	0.03810606 ± 0.01571333

Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : 0.03233886 ± 0.00598613

Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis
Pada Contoh Ke - 5

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)											
	1.2			1.7			2.2			2.7		
	U	H	K	U	H	K	U	H	K	U	H	K
5	19.2	19.0	99.08	17.7	17.6	99.03	16.2	16.1	98.98	14.8	14.6	98.91
10	18.8	18.6	98.92	17.4	17.2	98.96	15.9	15.8	99.00	14.5	14.3	99.06
15	18.5	18.2	98.79	17.1	16.8	98.72	15.7	15.5	98.65	14.3	14.1	98.55
20	18.0	17.9	99.50	16.6	16.5	99.51	15.3	15.2	99.53	13.9	13.9	99.54
25	17.6	17.4	98.97	16.3	16.1	98.90	15.0	14.8	98.82	13.7	13.6	98.71
30	17.2	17.1	99.36	15.9	15.8	99.43	14.7	14.6	99.51	13.4	13.4	99.60
35	16.8	16.7	99.14	15.6	15.5	99.06	14.4	14.3	98.97	13.2	13.1	98.86
40	16.5	16.3	98.80	15.4	15.2	98.75	14.2	14.0	98.69	13.1	12.9	98.61
45	16.1	16.1	99.51	15.0	15.0	99.50	13.9	13.8	99.48	12.8	12.7	99.46
50	15.8	15.7	99.13	14.7	14.6	99.15	13.7	13.6	99.17	12.6	12.5	99.19
55	15.4	15.4	99.78	14.4	14.4	99.79	13.3	13.3	99.82	12.3	12.3	99.84
60	15.1	15.0	99.30	14.1	14.0	99.31	13.1	13.0	99.32	12.1	12.0	99.33
65	14.8	14.7	99.30	13.8	13.7	99.26	12.9	12.8	99.22	11.9	11.8	99.18
70	14.4	14.4	100.00	13.5	13.5	99.97	12.6	12.6	99.93	11.7	11.6	99.88
75	14.1	14.0	99.59	13.2	13.2	99.59	12.3	12.3	99.59	11.4	11.4	99.59
80	13.9	13.7	99.05	13.0	12.9	99.05	12.2	12.0	99.04	11.3	11.2	99.02
85	13.5	13.5	99.66	12.7	12.7	99.72	11.9	11.9	99.78	11.1	11.1	99.85
90	13.2	13.1	99.42	12.4	12.4	99.50	11.6	11.6	99.58	10.9	10.8	99.68
95	12.9	12.9	99.97	12.1	12.1	99.95	11.4	11.4	99.93	10.6	10.6	99.90
100	12.7	12.6	99.38	12.0	11.9	99.36	11.2	11.2	99.33	10.5	10.4	99.30
105	12.3	12.4	99.72	11.7	11.7	99.70	11.0	11.0	99.68	10.3	10.3	99.66
110	12.1	12.1	99.56	11.5	11.4	99.52	10.8	10.7	99.48	10.1	10.1	99.44
115	11.9	11.8	99.85	11.2	11.2	99.91	10.6	10.6	99.98	9.9	9.9	99.94
120	11.5	11.6	99.42	10.9	11.0	99.42	10.3	10.4	99.41	9.7	9.8	99.41
125	11.3	11.3	99.82	10.7	10.7	99.76	10.1	10.1	99.71	9.6	9.5	99.64
130	11.1	11.1	99.97	10.5	10.5	99.97	10.0	10.0	99.98	9.4	9.4	99.99
135	10.8	10.8	99.87	10.3	10.3	99.89	9.8	9.8	99.90	9.2	9.2	99.91
140	10.6	10.6	99.89	10.1	10.1	99.96	9.6	9.6	99.96	9.1	9.1	99.87
145	10.3	10.4	99.43	9.9	9.9	99.38	9.4	9.4	99.31	8.9	9.0	99.21
150	10.2	10.1	99.47	9.7	9.7	99.42	9.3	9.2	99.35	8.2	8.3	99.29
155	9.9	10.0	99.23	9.5	9.6	99.15	9.0	9.1	99.06	8.6	8.7	98.96
160	9.7	9.8	99.54	9.3	9.3	99.65	8.9	8.9	99.78	8.5	8.5	99.91
165	9.6	9.5	99.85	9.2	9.1	99.84	8.8	8.7	99.82	8.4	8.3	99.80
170	9.3	9.4	98.80	8.9	9.0	98.69	8.5	8.6	98.58	8.1	8.3	98.44
175	9.1	9.1	99.47	8.7	8.8	99.57	8.4	8.4	99.68	8.0	8.0	99.80
180	8.9	8.9	99.51	8.5	8.6	99.52	8.2	8.2	99.52	7.9	7.9	99.53
185	8.7	8.7	99.43	8.4	8.4	99.46	8.1	8.1	99.47	7.7	7.8	99.50
190	8.5	8.6	99.59	8.2	8.3	99.64	7.9	7.9	99.68	7.6	7.6	99.75
195	8.3	8.4	99.29	8.0	8.1	99.20	7.8	7.8	99.09	7.5	7.5	98.98
200	8.2	8.2	99.17	7.9	7.9	99.15	7.6	7.7	99.12	7.3	7.4	99.09
Rata-Rata			99.44			99.43			99.42			99.40
Deviasi			0.34			0.01			0.39			0.43

Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : 99.42 ± 0.02

Lampiran 21. Tabel nilai difusivitas manggis percobaan 6

Tabel 15. Nilai difusivitas panas buah manggis percobaan 6

Berat Manggis = 116.9 g

Jari-Jari = 3.120 cm

Kecepatan Aliran Udara = 1.960 m/s

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)			
	1.1	1.6	2.1	2.6
0	0.02264961	0.03074016	0.03745276	0.04278740
5	0.02578543	0.03394332	0.03987449	0.04357895
10	0.01971610	0.02630508	0.03141102	0.03503390
15	0.02406550	0.03186026	0.03768996	0.04155459
20	0.02115000	0.02821818	0.03369545	0.03758182
25	0.02700939	0.03665728	0.04466197	0.05102347
30	0.02258738	0.03013592	0.03598544	0.04013592
35	0.02338191	0.03119598	0.03725126	0.04154774
40	0.02423438	0.03233333	0.03860937	0.04306250
45	0.02645946	0.03632432	0.04483784	0.05200000
50	0.02383333	0.03022222	0.03383333	0.03466667
55	0.02232353	0.03011765	0.03644118	0.04129412
60	0.02373333	0.03258182	0.04021818	0.04664242
65	0.02890062	0.03855901	0.04604348	0.05135404
70	0.02542857	0.03490909	0.04309091	0.04997403
75	0.02449333	0.03242667	0.03836000	0.04229333
80	0.02635417	0.03555556	0.04302083	0.04875000
85	0.02643165	0.03499281	0.04139568	0.04564029
90	0.02944361	0.04042105	0.04989474	0.05786466
95	0.02754264	0.03572093	0.04118605	0.04393798
100	0.02605738	0.03724590	0.04802459	0.05839344
105	0.02836364	0.03596694	0.04026446	0.04125620
110	0.02706195	0.03794690	0.04794690	0.05706195
115	0.03527928	0.04843243	0.05978378	0.06933333
120	0.02631776	0.03528972	0.04239252	0.04762617
125	0.01783495	0.02361165	0.02793204	0.03079612
130	0.03927000	0.05408000	0.06678000	0.07774000
135	0.02912168	0.03908958	0.04656030	0.05250052
140	0.02678261	0.03304348	0.03538043	0.03419565
145	0.03429442	0.04718094	0.05770580	0.06732088
150	0.03206098	0.04565854	0.05864634	0.07102439
155	0.03232099	0.04424691	0.05418519	0.06259259
160	0.03005618	0.04134739	0.05081506	0.05931941
165	0.03439322	0.04356748	0.04965462	0.05082655
170	0.03094145	0.04215323	0.05259067	0.06018177
175	0.03162418	0.04422229	0.05618312	0.06631486
180	0.03307276	0.04849955	0.06294964	0.07905138
185	0.03638004	0.04534707	0.04910072	0.04861660
Rata-Rata	0.02754625	0.03710923	0.04478553	0.05065462

Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - 6 (cm²/menit)

Bagian Dalam (r = 1.1 cm) =	0.02754625	±	0.00479632
Bagian Lunak (r = 1.6 cm) =	0.03710923	±	0.00683709
Bagian Keras (r = 2.1 cm) =	0.04478553	±	0.00913893
Bagian Luar (r = 2.6 cm) =	0.05065462	±	0.01210917

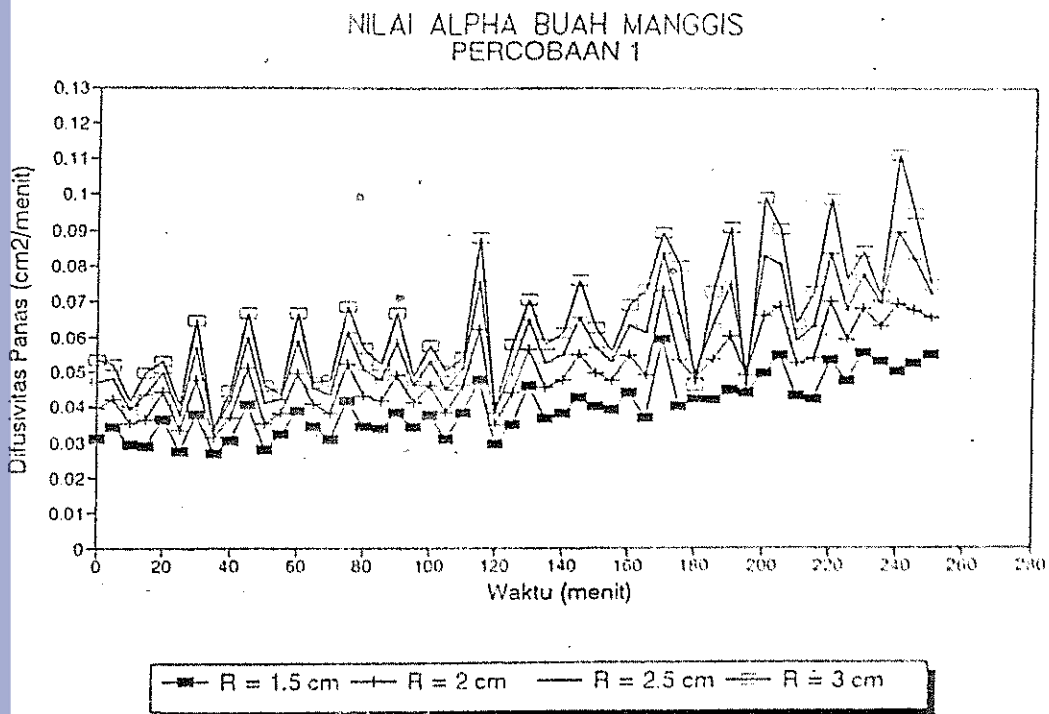
Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : 0.04002391 ± 0.00999788

Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis
Pada Contoh Ke - 6

Waktu menit	Jarak Dari Pusat Buah (cm)											
	1.1			1.6			2.1			2.6		
	U	H	K	U	H	K	U	H	K	U	H	K
5	19.8	19.7	99.43	18.5	18.4	99.45	17.3	17.2	99.49	16.1	16.0	99.52
10	19.2	19.2	99.79	18.0	18.0	99.73	16.8	16.8	99.66	15.7	15.6	99.57
15	18.8	18.6	99.11	17.6	17.5	99.10	16.5	16.3	99.09	15.3	15.2	99.08
20	18.3	18.2	99.60	17.2	17.1	99.56	16.1	16.0	99.52	15.0	14.9	99.46
25	17.9	17.7	99.28	16.8	16.7	99.27	15.7	15.6	99.26	14.7	14.6	99.25
30	17.3	17.3	99.94	16.3	16.3	99.96	15.3	15.3	99.99	14.2	14.2	99.98
35	16.9	16.8	99.45	15.9	15.8	99.44	14.9	14.8	99.42	13.9	13.8	99.40
40	16.5	16.4	99.54	15.5	15.5	99.53	14.6	14.5	99.51	13.6	13.5	99.49
45	16.1	16.0	99.64	15.1	15.1	99.62	14.2	14.2	99.60	13.3	13.2	99.58
50	15.6	15.6	99.88	14.7	14.7	99.94	13.8	13.8	100.00	12.9	12.9	99.93
55	15.2	15.2	99.60	14.4	14.3	99.44	13.5	13.4	99.31	12.7	12.6	99.13
60	14.9	14.8	99.46	14.1	14.0	99.47	13.2	13.2	99.49	12.4	12.3	99.51
65	14.5	14.5	99.61	13.7	13.7	99.66	12.9	12.9	99.72	12.1	12.1	99.79
70	14.1	14.1	99.86	13.3	13.4	99.89	12.6	12.6	99.92	11.8	11.8	99.96
75	13.8	13.7	99.78	13.0	13.0	99.84	12.2	12.2	99.90	11.5	11.5	99.96
80	13.4	13.4	99.69	12.7	12.7	99.65	12.0	11.9	99.62	11.3	11.2	99.57
85	13.1	13.1	99.88	12.4	12.4	99.89	11.7	11.7	99.90	11.0	11.0	99.90
90	12.7	12.7	99.89	12.1	12.1	99.85	11.4	11.4	99.80	10.7	10.7	99.75
95	12.4	12.4	99.81	11.7	11.8	99.77	11.1	11.1	99.71	10.4	10.5	99.65
100	12.1	12.1	100.00	11.4	11.4	99.90	10.8	10.8	99.80	10.2	10.2	99.67
105	11.8	11.8	99.86	11.2	11.2	99.99	10.6	10.6	99.82	10.0	10.0	99.64
110	11.5	11.5	99.92	10.9	10.9	99.92	10.3	10.3	99.75	9.8	9.7	99.55
115	11.2	11.2	99.96	10.6	10.6	99.94	10.1	10.1	99.83	9.5	9.5	99.71
120	10.8	10.9	99.28	10.3	10.4	99.24	9.8	9.8	99.19	9.2	9.3	99.13
125	10.6	10.6	99.89	10.1	10.0	99.88	9.5	9.5	99.87	9.0	9.0	99.86
130	10.4	10.3	99.13	9.9	9.8	99.12	9.4	9.3	99.12	8.9	8.8	99.12
135	10.0	10.1	98.94	9.6	9.7	98.89	9.1	9.2	98.85	8.6	8.7	98.79
140	9.8	9.8	99.86	9.3	9.3	99.87	8.9	8.9	99.91	8.4	8.4	99.92
145	9.6	9.6	99.93	9.1	9.1	99.74	8.7	8.7	99.53	8.3	8.2	99.30
150	9.3	9.4	99.44	8.9	8.9	99.40	8.5	8.5	99.38	8.1	8.1	99.33
155	9.1	9.1	99.63	8.7	8.7	99.49	8.2	8.3	99.34	7.8	7.9	99.18
160	8.8	8.9	99.60	8.4	8.5	99.57	8.0	8.1	99.55	7.6	7.7	99.51
165	8.6	8.6	99.79	8.2	8.2	99.75	7.8	7.9	99.71	7.5	7.5	99.65
170	8.4	8.4	99.44	8.0	8.1	99.62	7.7	7.7	99.77	7.3	7.3	99.99
175	8.2	8.2	99.74	7.8	7.9	99.72	7.5	7.5	99.66	7.2	7.2	99.64
180	8.0	8.0	99.69	7.6	7.7	99.60	7.3	7.4	99.50	7.0	7.0	99.41
185	7.8	7.8	99.57	7.4	7.5	99.37	7.1	7.2	99.19	6.8	6.9	98.94
Rata-Rata			99.65			99.62			99.59			99.54
Deviasi			0.26			0.01			0.28			0.31

Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : 99.60 ± 0.05

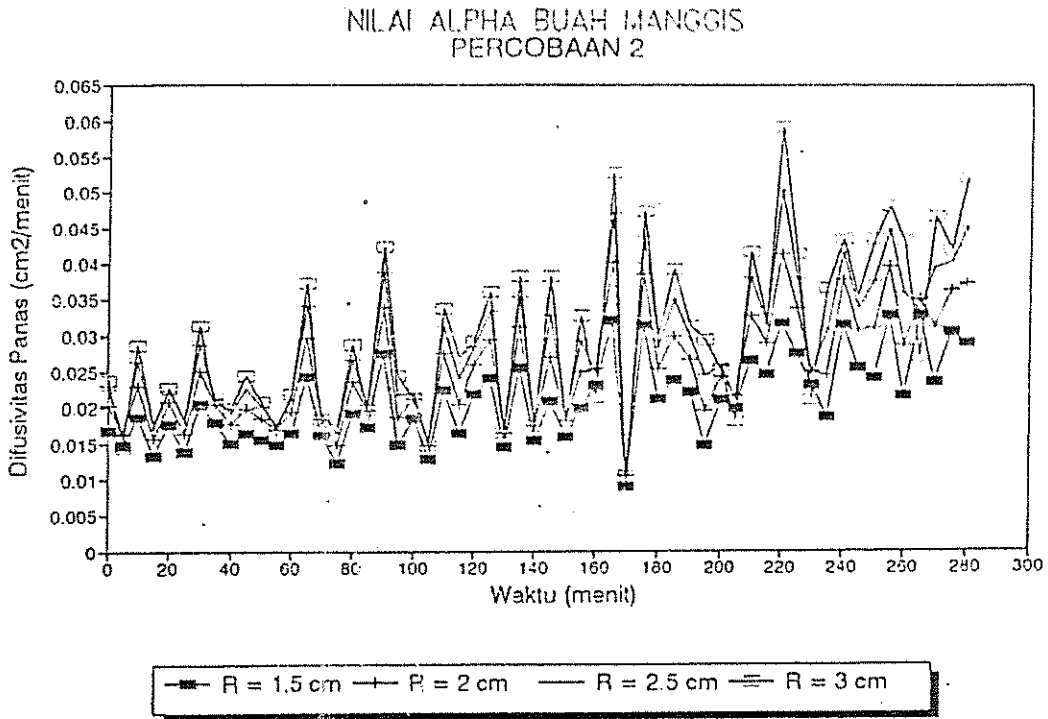
Lampiran 22. Grafik nilai alpha manggis percobaan 1



Gambar 10. Grafik nilai alpha manggis percobaan 1



Lampiran 23. Grafik nilai alpha manggis percobaan 2

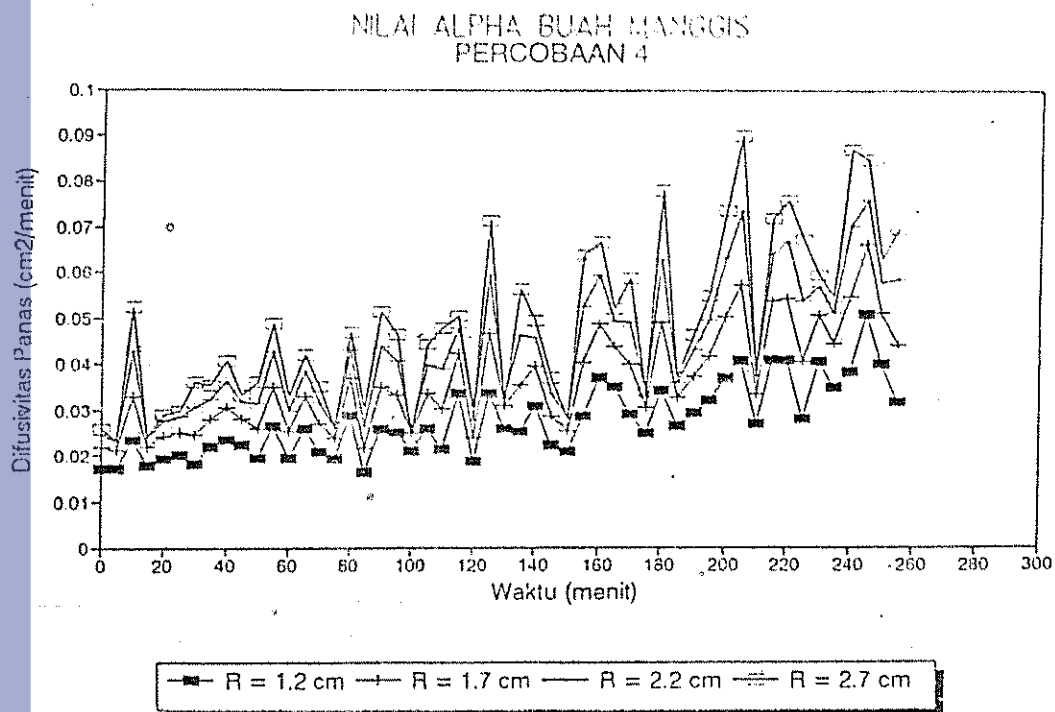


Gambar 11. Grafik nilai alpha manggis percobaan 2

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

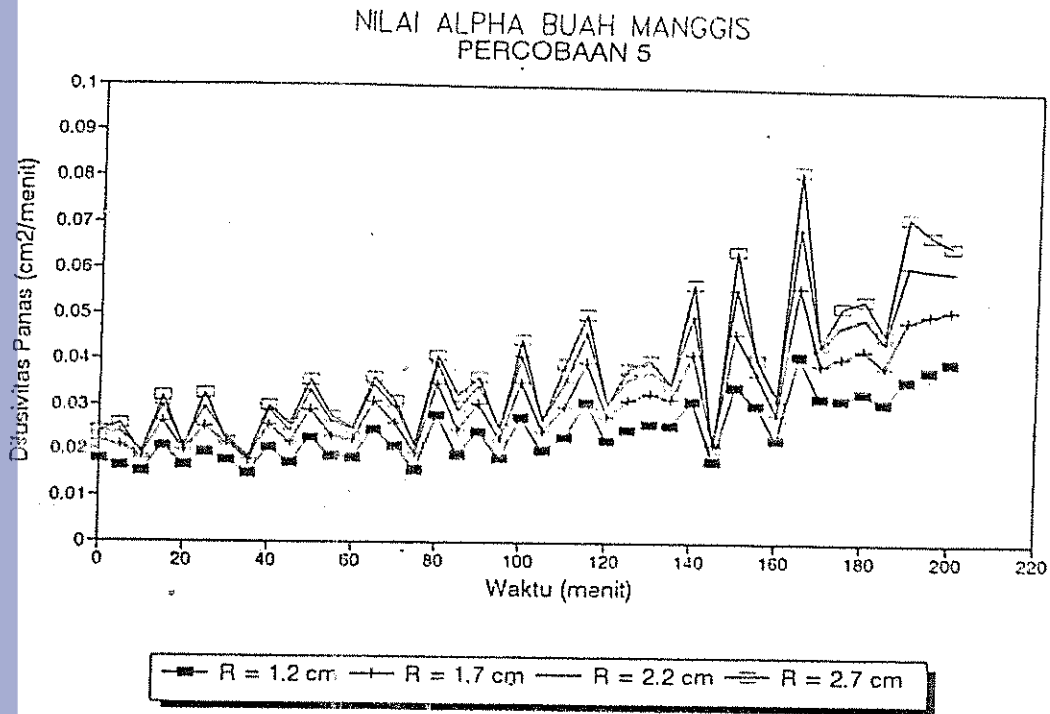
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 24. Grafik nilai alpha manggis percobaan 4



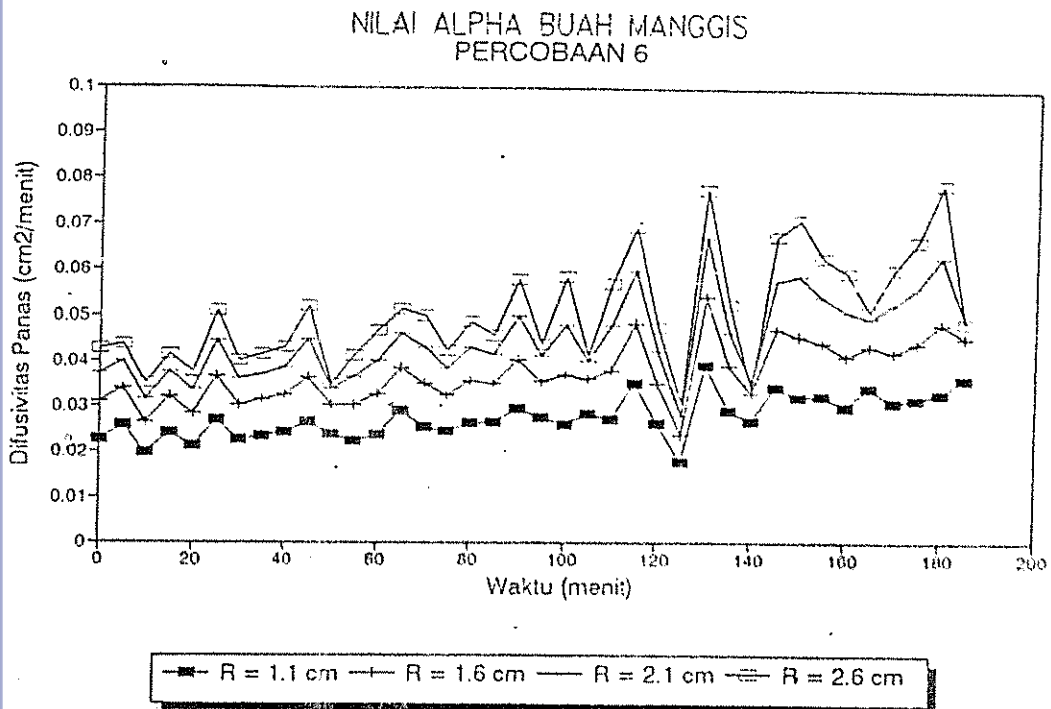
Gambar 12. Grafik nilai alpha manggis percobaan 4

Lampiran 25. Grafik nilai alpha manggis percobaan 5



Gambar 13. Grafik nilai alpha manggis percobaan 5

Lampiran 26. Grafik nilai alpha manggis percobaan 6



Gambar 14. Grafik nilai alpha manggis percobaan 6

Lampiran 27. Hasil analisis regresi percobaan 1

Percobaan 1

$$\ln(Y1) = - 0.273 - 0.0106 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.27284	0.05270	-5.18**	0.000
t	-0.0106116	0.0003562	-29.79**	0.000

$$s = 0.1928 \quad R^2 = 94.7\% \quad R^2(\text{adj}) = 94.6\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	32.974	32.974	887.41**	0.000
Error	50	1.858	0.037		
Total	51	34.831			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y1)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
52	255	-2.5745	-2.9788	0.0527	0.4043	2.18R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y2) = - 0.340 - 0.0109 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.33969	0.05852	-5.80**	0.000
t	-0.0108897	0.0003955	-27.53**	0.000

$$s = 0.2140 \quad R^2 = 93.8\% \quad R^2(\text{adj}) = 93.7\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	34.725	34.725	757.98**	0.000
Error	50	2.291	0.046		
Total	51	37.016			

$$\ln(Y3) = - 0.695 - 0.0130 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.69527	0.08500	-8.18**	0.000
t	-0.0129756	0.0005745	-22.58**	0.000

$$s = 0.3109 \quad R^2 = 91.1\% \quad R^2(\text{adj}) = 90.9\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	49.302	49.302	510.07**	0.000
Error	50	4.833	0.097		
Total	51	54.135			



Unusual Observations:

Obs.	t	Ln(Y3)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.6953	0.0850	0.6953	2.32R
2	5	-0.1041	-0.7601	0.0825	0.6560	2.19R
3	10	-0.1076	-0.8250	0.0801	0.7174	2.39R
4	15	-0.2341	-0.8899	0.0777	0.6558	2.18R
52	255	-3.4012	-4.0040	0.0850	0.6028	2.02R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y4) = -0.936 - 0.0148 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.9357	0.1067	-8.77**	0.000
t	-0.0148351	0.0007215	-20.56**	0.000

$$s = 0.3905 \quad R^2 = 89.4\% \quad R^2(\text{adj}) = 89.2\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	64.445	64.445	422.72**	0.000
Error	50	7.623	0.152		
Total	51	72.068			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y4)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.9357	0.1067	0.9357	2.49R
2	5	-0.1054	-1.0099	0.1037	0.9045	2.40R
3	10	-0.0974	-1.0840	0.1006	0.9867	2.62R
52	255	-3.7329	-4.7186	0.1067	0.9857	2.62R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y5) = -1.27 - 0.0165 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.2737	0.1290	-9.88**	0.000
t	-0.0164621	0.0008716	-18.89**	0.000

$$s = 0.4717 \quad R^2 = 87.7\% \quad R^2(\text{adj}) = 87.5\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	79.356	79.356	356.69**	0.000
Error	50	11.124	0.222		
Total	51	90.480			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y5)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-1.2737	0.1290	1.2737	2.81R
2	5	-0.1066	-1.3561	0.1252	1.2494	2.75R
3	10	-0.1100	-1.4384	0.1215	1.3284	2.91R
52	255	-4.2389	-5.4716	0.1290	1.2327	2.72R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 28. Hasil analisis regresi percobaan 2

Percobaan 2

$\ln(Y1) = - 0.483 - 0.00656 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.48332	0.05709	-8.47**	0.000
t	-0.0065639	0.0003455	-19.00**	0.000

$s = 0.2202 \quad R^2 = 86.6\% \quad R^2(\text{adj}) = 86.3\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	17.508	17.508	361.00**	0.000
Error	56	2.716	0.048		
Total	57	20.224			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y1)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.4833	0.0571	0.4833	2.27R
2	5	-0.0204	-0.5161	0.0556	0.4957	2.33R
3	10	-0.1015	-0.5490	0.0541	0.4475	2.10R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$\ln(Y2) = - 0.679 - 0.00667 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.67875	0.06347	-10.69**	0.000
t	-0.0066693	0.0003840	-17.37**	0.000

$s = 0.2448 \quad R^2 = 84.3\% \quad R^2(\text{adj}) = 84.1\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	18.075	18.075	301.59**	0.000
Error	56	3.356	0.060		
Total	57	21.431			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y2)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.6788	0.0635	0.6788	2.87R
2	5	-0.1065	-0.7121	0.0618	0.6056	2.56R
3	10	-0.2589	-0.7454	0.0602	0.4866	2.05R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$\ln(Y3) = - 1.07 - 0.00626 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.07233	0.07115	-15.07**	0.000
t	-0.0062575	0.0004305	-14.53**	0.000

$s = 0.2744 \quad R^2 = 79.0\% \quad R^2(\text{adj}) = 78.7\%$

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	15.912	15.912	211.26**	0.000
Error	56	4.218	0.075		
Total	57	20.130			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y3)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-1.0723	0.0711	1.0723	4.05R
2	5	-0.3689	-1.1036	0.0693	0.7347	2.77R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$\ln(Y4) = - 1.29 - 0.00589 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.28644	0.07355	-17.49**	0.000
t	-0.0058949	0.0004451	-13.25**	0.000

$s = 0.2837 \quad R^2 = 75.8\% \quad R^2(\text{adj}) = 75.4\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	14.121	14.121	175.44**	0.000
Error	56	4.508	0.080		
Total	57	18.629			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y4)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-1.2864	0.0736	1.2864	4.69R
2	5	-0.5596	-1.3159	0.0716	0.7563	2.76R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$\ln(Y5) = - 2.75 - 0.00239 t$

57 cases used 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-2.75068	0.05361	-51.31**	0.000
t	-0.0023920	0.0003216	-7.44**	0.000

$s = 0.1997 \quad R^2 = 50.1\% \quad R^2(\text{adj}) = 49.2\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2.2068	2.2068	55.32**	0.000
Error	55	2.1939	0.0399		
Total	56	4.4007			

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y5)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
2	5	-2.0614	-2.7626	0.0522	0.7012	3.64R
3	10	-2.3026	-2.7746	0.0508	0.4720	2.44R
54	265	-2.4039	-3.3846	0.0468	0.9806	5.05R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Lampiran 29. Hasil analisis regresi percobaan 4

$$\ln(Y1) = -0.658 - 0.00789 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.65780	0.07534	-8.73**	0.000
t	-0.0078868	0.0004995	-15.79**	0.000

s = 0.2781 R² = 83.0% R²(adj) = 82.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	19.286	19.286	249.30**	0.000
Error	51	3.945	0.077		
Total	52	23.231			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y1)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.6578	0.0753	0.6578	2.46R
2	5	-0.0698	-0.6972	0.0732	0.6274	2.34R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y2) = -0.813 - 0.00777 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.81266	0.08386	-9.69**	0.000
t	-0.0077730	0.0005560	-13.98**	0.000

s = 0.3096 R² = 79.3% R²(adj) = 78.9%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	18.733	18.733	195.47**	0.000
Error	51	4.888	0.096		
Total	52	23.621			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y2)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.8127	0.0839	0.8127	2.73R
2	5	-0.1335	-0.8515	0.0815	0.7180	2.40R
30	145	-2.6339	-1.9397	0.0433	-0.6942	-2.26R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Hak Cipta milik IPB University

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2.8653	2.8653	73.01**	0.000
Error	50	1.9622	0.0392		
Total	51	4.8275			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y5)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
2	5	-1.0986	-1.9295	0.0542	0.8309	4.36R
3	10	-1.4271	-1.9452	0.0526	0.5181	2.71R
4	15	-1.5224	-1.9608	0.0510	0.4384	2.29R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Lampiran 30. Hasil analisis regresi percobaan 5

$Ln(Y1) = - 0.418 - 0.0101 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.41761	0.05901	-7.08**	0.000
t	-0.0100648	0.0004956	-20.31**	0.000

$s = 0.1946 \quad R^2 = 91.2\% \quad R^2(adj) = 90.9\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	15.627	15.627	412.47**	0.000
Error	40	1.515	0.038		
Total	41	17.142			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y1)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.4176	0.0590	0.4176	2.25R
2	5	-0.0531	-0.4679	0.0569	0.4148	2.23R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$Ln(Y2) = - 0.541 - 0.0103 t$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.54070	0.06376	-8.48**	0.000
t	-0.0102818	0.0005355	-19.20**	0.000

$s = 0.2103 \quad R^2 = 90.2\% \quad R^2(adj) = 90.0\%$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	16.308	16.308	368.72**	0.000
Error	40	1.769	0.044		
Total	41	18.077			

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y2)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.5407	0.0638	0.5407	2.70R
2	5	-0.1102	-0.5921	0.0615	0.4819	2.40R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y3) = -0.672 - 0.0103 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.67186	0.06976	-9.63**	0.000
t	-0.0102579	0.0005859	-17.51**	0.000

$$s = 0.2301 \quad R^2 = 88.5\% \quad R^2(\text{adj}) = 88.2\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	16.232	16.232	306.56**	0.000
Error	40	2.118	0.053		
Total	41	18.350			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y3)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.6719	0.0698	0.6719	3.06R
2	5	-0.1769	-0.7232	0.0673	0.5462	2.48R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y4) = -1.12 - 0.00973 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.11680	0.08731	-12.79**	0.000
t	-0.0097283	0.0007333	-13.27**	0.000

$$s = 0.2880 \quad R^2 = 81.5\% \quad R^2(\text{adj}) = 81.0\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	14.599	14.599	176.02**	0.000
Error	40	3.318	0.083		
Total	41	17.917			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y4)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-1.1168	0.0873	1.1168	4.07R
2	5	-0.5404	-1.1654	0.0842	0.6251	2.27R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y5) = -2.77 - 0.00196 t$$

41 cases used 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-2.76678	0.02767	-99.98**	0.000
t	-0.0019627	0.0002296	-8.55**	0.000

$$s = 0.08698 \quad R^2 = 65.2\% \quad R^2(\text{adj}) = 64.3\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	0.55279	0.55279	73.06**	0.000
Error	39	0.29509	0.00757		
Total	40	0.84788			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y5)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
2	5	-2.4204	-2.7766	0.0267	0.3562	4.30R
3	10	-2.5745	-2.7864	0.0257	0.2119	2.55R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Lampiran 31. Hasil analisis regresi percobaan 6

$$\ln(Y1) = -0.445 - 0.0111 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.44531	0.06150	-7.24**	0.000
t	-0.0110951	0.0005570	-19.92**	0.000

$$s = 0.1957 \quad R^2 = 91.5\% \quad R^2(\text{adj}) = 91.2\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	15.203	15.203	396.78**	0.000
Error	37	1.418	0.038		
Total	38	16.621			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y1)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.4453	0.0615	0.4453	2.40R
2	5	-0.1151	-0.5008	0.0591	0.3857	2.07R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y2) = -0.598 - 0.0111 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.59751	0.06942	-8.61**	0.000
t	-0.0111294	0.0006287	-17.70**	0.000

$$s = 0.2209 \quad R^2 = 89.4\% \quad R^2(\text{adj}) = 89.2\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	15.297	15.297	313.39**	0.000
Error	37	1.806	0.049		
Total	38	17.103			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y2)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.5975	0.0694	0.5975	2.85R
2	5	-0.2313	-0.6532	0.0667	0.4218	2.00R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y3) = -0.709 - 0.0117 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-0.70865	0.07578	-9.35**	0.000
t	-0.0117113	0.0006863	-17.06**	0.000

$$s = 0.2412 \quad R^2 = 83.7\% \quad R^2(\text{adj}) = 83.4\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	16.938	16.938	291.16**	0.000
Error	37	2.153	0.058		
Total	38	19.091			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y3)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-0.7086	0.0758	0.7086	3.09R
2	5	-0.3029	-0.7672	0.0729	0.4643	2.02R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y4) = -1.45 - 0.0119 t$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-1.4485	0.1169	-12.39**	0.000
t	-0.011858	0.001059	-11.20**	0.000

$$s = 0.3720 \quad R^2 = 77.2\% \quad R^2(\text{adj}) = 76.6\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	17.364	17.364	125.46**	0.000
Error	37	5.121	0.138		
Total	38	22.485			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y4)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	0.0000	-1.4485	0.1169	1.4485	4.10R

R denotes an obs. with a large st. resid.

$$\ln(Y_5) = - 3.23 - 0.00619 t$$

38 cases used 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	Stdev.	t-ratio	p
Constant	-3.2311	0.1005	-32.15**	0.000
t	-0.0061896	0.0008983	-6.89**	0.000

s = 0.3036 R² = 56.9% R²(adj) = 55.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	4.3766	4.3766	47.47**	0.000
Error	36	3.3189	0.0922		
Total	37	7.6955			

Unusual Observations

Obs.	t	Ln(Y5)	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
2	5	-2.4729	-3.2620	0.0966	0.7891	2.74R
3	10	-2.6080	-3.2930	0.0928	0.6850	2.37R

R denotes an obs. with a large st. resid.

Keterangan : t = Waktu (menit)

$$Y = \frac{T - T_1}{T_0 - T_1}$$

** = Signifikan pada taraf uji 1 %

* = Signifikan pada taraf uji 5 %

Lampiran 32. Program untuk mencari α dengan metoda numerik

```

uses dos,crt;

const maxdat = 100;
      maxrad = 8;

type matrik = array[1..maxdat,1..maxrad] of real;
      vektor = array[1..maxrad] of real;

var
  T,U,Alpha           : matrik;
  Rdata,alpharat      : vektor;
  dev2,dev3,dev4,dev5 : real;
  Alfa,DevAlpha       : real;
  Jum1Alfa,Jum2Alfa   : real;
  TH,Tepat            : matrik;
  bobot,radius,alir   : real;
  Dr,Dt               : real;
  lagi                : char;
  Ndata,k1,k2,r,l,j   : integer;
  fileinput,fileoutput : text;
  berkas1,berkas2     : string[15];

procedure Baca_Data;
begin
  clrscr;
  gotoXY(18,5);write('PERCOBAAN KE           : ');readln(j);
  gotoXY(18,6);write('Berat Manggis (gram)   : ');readln(bobot);
  gotoXY(18,7);write('Jari - Jari (cm)       : ');readln(radius);
  gotoXY(18,8);write('Kecepatan Aliran Udara (m/s) : ');readln(alir);
  gotoXY(18,10);write('File Input           : ');readln(berkas1);
  gotoXY(18,12);write('File Output          : ');readln(berkas2);
  gotoXY(18,14);write('Banyaknya Data       : ');readln(Ndata);
  clrscr;
  gotoxy(11,4);write('Interval Waktu Yang Digunakan (Dt dalam menit) : ');readln(Dt);
  gotoxy(11,6);write('Interval Jarak Dari Pusat Buah (Dr dalam cm)   : ');readln(Dr);
  gotoxy(11,8);write('Banyaknya Jarak Dari Pusat Buah (r)           : ');readln(r);
  for k2 := 1 to r do
  begin
    gotoxy(30,9+k2);write('R ',k2,' = ');readln(Rdata[k2]);
  end;
  assign(fileinput,berkas1);
  reset(fileinput);
  for k1:=1 to ndata do
  begin
    for k2:=1 to r do
    begin
      Read(fileinput,T[k1,k2]);
    end;
  end;
  close(fileinput);
end;

procedure Hitung_Alpha;
var jum21,jum31,jum41,jum51 : real;
    jum22,jum32,jum42,jum52 : real;
begin
  clrscr;
  gotoxy(20,13);writeln('SABAR LAA YAA !.....');
  assign(fileoutput,berkas2);
  rewrite(fileoutput);

```



```

writeln(fileoutput,' Nilai Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke -',j:2);
writeln(fileoutput,'');
writeln(fileoutput,'
                Serat Manggis = ',bobot:5:1,' g');
writeln(fileoutput,'
                Jari-Jari    = ',radius:5:3,' cm');
writeln(fileoutput,'
                Kecepatan Aliran Udara = ',alir:5:3,' m/s');
writeln(fileoutput,'');
writeln(fileoutput,'-----');
writeln(fileoutput,'Waktu                Jarak Dari Pusat Buah (cm) ');
writeln(fileoutput,'menit', ' ',Rdata[2]:13:1,' ',Rdata[3]:12:1,' ',Rdata[4]:12:1,' ',Rdata[5]:12:1);
writeln(fileoutput,'-----');
jum21:=0; jum22:=0;
jum31:=0; jum32:=0;
jum41:=0; jum42:=0;
jum51:=0; jum52:=0;
for k1:=1 to (ndata-1) do
begin
for k2:=2 to (r-1) do
begin
U[k1,k2] := T(k1,k2)*Rdata[k2];
U[k1+1,k2] := T(k1+1,k2)*Rdata[k2];
U[k1,k2-1] := T(k1,k2-1)*Rdata[k2-1];
U[k1,k2+1] := T(k1,k2+1)*Rdata[k2+1];
Alpha[k1,k2] := (sqr(Dr)/Dt)*(U[k1+1,k2]-U[k1,k2])/(U[k1,k2-1]-2*U[k1,k2]+U[k1,k2+1]));
end;
jum21:=jum21+alpha[k1,2];
jum31:=jum31+alpha[k1,3];
jum41:=jum41+alpha[k1,4];
jum51:=jum51+alpha[k1,5];
jum22:=jum22+sqr(alpha[k1,2]);
jum32:=jum32+sqr(alpha[k1,3]);
jum42:=jum42+sqr(alpha[k1,4]);
jum52:=jum52+sqr(alpha[k1,5]);
end;
alphaRat[2] := jum21/(Ndata-1);
alphaRat[3] := jum31/(Ndata-1);
alphaRat[4] := jum41/(Ndata-1);
alphaRat[5] := jum51/(Ndata-1);
dev2:=sqr((jum22-sqr(jum21))/(Ndata-1))/(Ndata-2));
dev3:=sqr((jum32-sqr(jum31))/(Ndata-1))/(Ndata-2));
dev4:=sqr((jum42-sqr(jum41))/(Ndata-1))/(Ndata-2));
dev5:=sqr((jum52-sqr(jum51))/(Ndata-1))/(Ndata-2));
for k1:=1 to (Ndata-1) do
begin
write(fileoutput,' ',(k1-1)*Dt:4:0,' ',Alpha[k1,2]:16:8,' ',Alpha[k1,3]:13:8,' ',Alpha[k1,4]:13:8,' ',alpha[k1,5]:13:8);
writeln(fileoutput,' ');
end;
writeln(fileoutput,'-----');
writeln(fileoutput,'Rata-Rata', ' ',AlphaRat[2]:12:8,' ',AlphaRat[3]:13:8,' ',AlphaRat[4]:13:8,' ',alphaRat[5]:13:8);
writeln(fileoutput,'-----');
writeln(fileoutput,'');
writeln(fileoutput,'');
Alfa := (AlphaRat[2]+AlphaRat[3]+AlphaRat[4]+alphaRat[5])/4;
Jum1Alfa := sqr(AlphaRat[2]+AlphaRat[3]+AlphaRat[4]+alphaRat[5]);
Jum2Alfa := sqr(AlphaRat[2])+sqr(AlphaRat[3])+sqr(AlphaRat[4])+sqr(alphaRat[5]);
DevAlfa := sqrt((Jum2Alfa-Jum1Alfa/4)/3);
writeln(fileoutput,'Difusivitas Panas Buah Manggis Contoh Ke - ',j:2,' (cm2/monit)');
writeln(fileoutput,'');
writeln(fileoutput,'Bagian Dalam (r = ',Rdata[2]:3:1,' cm) = ',AlphaRat[2]:12:8,' +',dev2:12:8);
writeln(fileoutput,'Bagian Lunak (r = ',Rdata[3]:3:1,' cm) = ',AlphaRat[3]:12:8,' +',dev3:12:8);
writeln(fileoutput,'Bagian Keras (r = ',Rdata[4]:3:1,' cm) = ',AlphaRat[4]:12:8,' +',dev4:12:8);
writeln(fileoutput,'Bagian Luar (r = ',Rdata[5]:3:1,' cm) = ',AlphaRat[5]:12:8,' +',dev5:12:8);
writeln(fileoutput,'');
writeln(fileoutput,'Difusivitas Panas Rata-Rata Buah Manggis : ',Alfa:5:8,' +',DevAlfa:5:8);
writeln(fileoutput,'');
end;

```

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

2. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

```

procedure Hitung_Tepat;
var jum21, jum31, jum41, jum51          : real;
    jum22, jum32, jum42, jum52          : real;
    tepatrat2, tepatrat3, tepatrat4, tepatrat5 : real;
    devt2, devt3, devt4, devt5           : real;
    Jum1Tepat, Jum2Tepat, devTepat, pas  : real;
begin
    jum21:=0; jum22:=0;
    jum31:=0; jum32:=0;
    jum41:=0; jum42:=0;
    jum51:=0; jum52:=0;
    for k1:=1 to (ndata-2) do
    begin
        for k2:=2 to (r-1) do
        begin
            U[k1, k2+1]:=T[k1, k2+1]*Rdata[k2+1];
            U[k1, k2]:=T[k1, k2]*Rdata[k2];
            U[k1, k2-1]:=T[k1, k2-1]*Rdata[k2-1];
            TH[k1, k2]:=T[k1, k2]+((AlphaRat[k2]*Dt)/(Rdata[k2]*sqr(Dr)))*(U[k1, k2+1]-2*U[k1, k2]+U[k1, k2-1]);
            Tepat[k1, k2]:= (1-abs((T[k1+1, k2]-TH[k1, k2])/T[k1+1, k2]))*100;
        end;
        jum21:=jum21+Tepat[k1, 2];
        jum31:=jum31+Tepat[k1, 3];
        jum41:=jum41+Tepat[k1, 4];
        jum51:=jum51+Tepat[k1, 5];
        jum22:=jum22+sqr(Tepat[k1, 2]);
        jum32:=jum32+sqr(Tepat[k1, 3]);
        jum42:=jum42+sqr(Tepat[k1, 4]);
        jum52:=jum52+sqr(Tepat[k1, 5]);
    end;
    tepatrat2 := jum21/(Ndata-2);
    tepatrat3 := jum31/(Ndata-2);
    tepatrat4 := jum41/(Ndata-2);
    tepatrat5 := jum51/(Ndata-2);
    devt2:=sqr((jum22-sqr(jum21))/(Ndata-2))/(Ndata-3));
    devt3:=sqr((jum32-sqr(jum31))/(Ndata-2))/(Ndata-3));
    devt4:=sqr((jum42-sqr(jum41))/(Ndata-2))/(Ndata-3));
    devt5:=sqr((jum52-sqr(jum51))/(Ndata-2))/(Ndata-3));
    writeln(fileoutput, '');
    writeln(fileoutput, 'Nilai Ketepatan Hasil Perhitungan Difusivitas Panas Buah Manggis ');
    writeln(fileoutput, 'Pada Contoh Ke ', j:2);
    writeln(fileoutput, '..... ');
    writeln(fileoutput, 'Waktu                               Jarak Dari Pusat Buah (cm) ');
    writeln(fileoutput, 'menit', ' ', Rdata[2]:10:1, ' ', Rdata[3]:18:1, ' ', Rdata[4]:17:1, ' ', Rdata[5]:17:1);
    writeln(fileoutput, '      U      H      K      U      H      K      U      H      K      U      H      K');
    writeln(fileoutput, '..... ');
    for k1:=1 to (Ndata-2) do
    begin
        write(fileoutput, ' ', k1*Dt:4:0, ' ', T[k1+1, 2]:5:1, ' ', TH[k1, 2]:5:1, ' ', Tepat[k1, 2]:6:2);
        write(fileoutput, ' ', T[k1+1, 3]:5:1, ' ', TH[k1, 3]:5:1, ' ', Tepat[k1, 3]:6:2);
        write(fileoutput, ' ', T[k1+1, 4]:5:1, ' ', TH[k1, 4]:5:1, ' ', Tepat[k1, 4]:6:2);
        write(fileoutput, ' ', T[k1+1, 5]:5:1, ' ', TH[k1, 5]:5:1, ' ', Tepat[k1, 5]:6:2);
        writeln(fileoutput, ' ');
    end;
    writeln(fileoutput, '..... ');
    writeln(fileoutput, 'Rata-Rata', ' ', TepatRat2:18:2, ' ', TepatRat3:18:2, ' ', TepatRat4:18:2, ' ', tepatrat5:18:2);
    writeln(fileoutput, 'Deviasi', ' ', devt2:18:2, ' ', devt3:18:2, ' ', devt4:18:2, ' ', devt5:18:2);
    writeln(fileoutput, '..... ');
    writeln(fileoutput, ' ');
    Jum1Tepat := TepatRat2+TepatRat3+TepatRat4+tepatrat5;
    Pas := jum1tepat/4;
    Jum2Tepat := sqr(TepatRat2)+sqr(TepatRat3)+sqr(TepatRat4)+sqr(tepatrat5);

```



```

devtepat := sqrt((Jum2Tepat-sqr(Jum1Tepat)/4)/3);
write(fileoutput,'Ketepatan Rata-Rata Perhitungan Difusivitas Panas : ',Pas:4:2,' + ',devTepat:4:2);
writeln(fileoutput,' ');
close(fileoutput);
end;

@Hak cipta milik IPB University
begin
  clrscr;
  textbackground(blue);
  textcolor(white);
  textbackground(blue);
  gotoxy(25,7);write(chr(201));GotoXY(57,7);write(chr(187));
  gotoxy(25,13);write(chr(200));GotoXY(57,13);write(chr(188));
  for l:=1 to 31 do
  begin
    gotoxy(25+l,7);write(chr(205));
    gotoxy(25+l,13);write(chr(205));
  end;
  for l:=1 to 5 do
  begin
    gotoxy(25,7+l);write(chr(186));
    gotoxy(57,7+l);write(chr(186));
  end;
  gotoxy(26,8);writeln('   Program Mencari Nilai   ');
  gotoxy(26,9);writeln('   Difusivitas Panas Suhu   ');
  gotoxy(26,10);writeln('           by               ');
  gotoxy(26,11);writeln('           HASTUTI          ');
  gotoxy(26,12);writeln('           F 25.1177        ');
  textbackground(black);
  textcolor(red);
  gotoxy(40,23);write('Tekan <Enter> Untuk Melanjutkan ');readln;
  clrscr;
  repeat
    textcolor(cyan);
    Baca_Data;
    Hitung_Alpha;
    Hitung_Tepat;
    clrscr;
    gotoxy(15,13);write('ADA DATA LAGI YANG INGIN DI PROSES (Y/N) ? ');readln(lagi);
  until ((lagi='N') or (lagi='n!));
end.

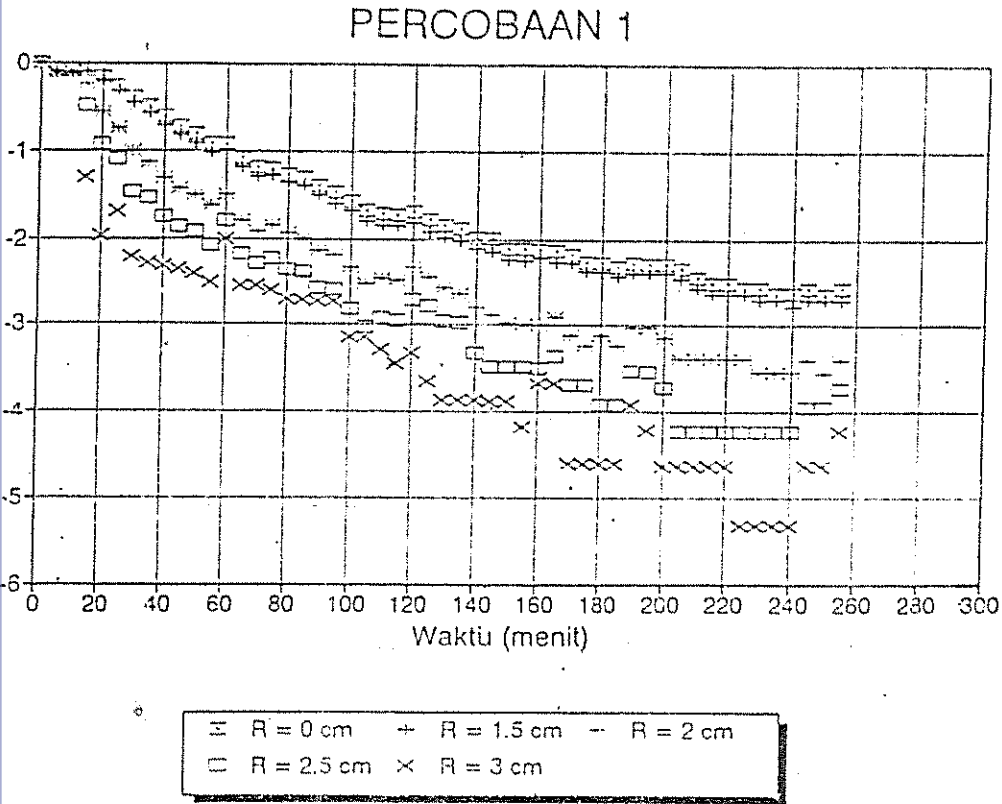
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

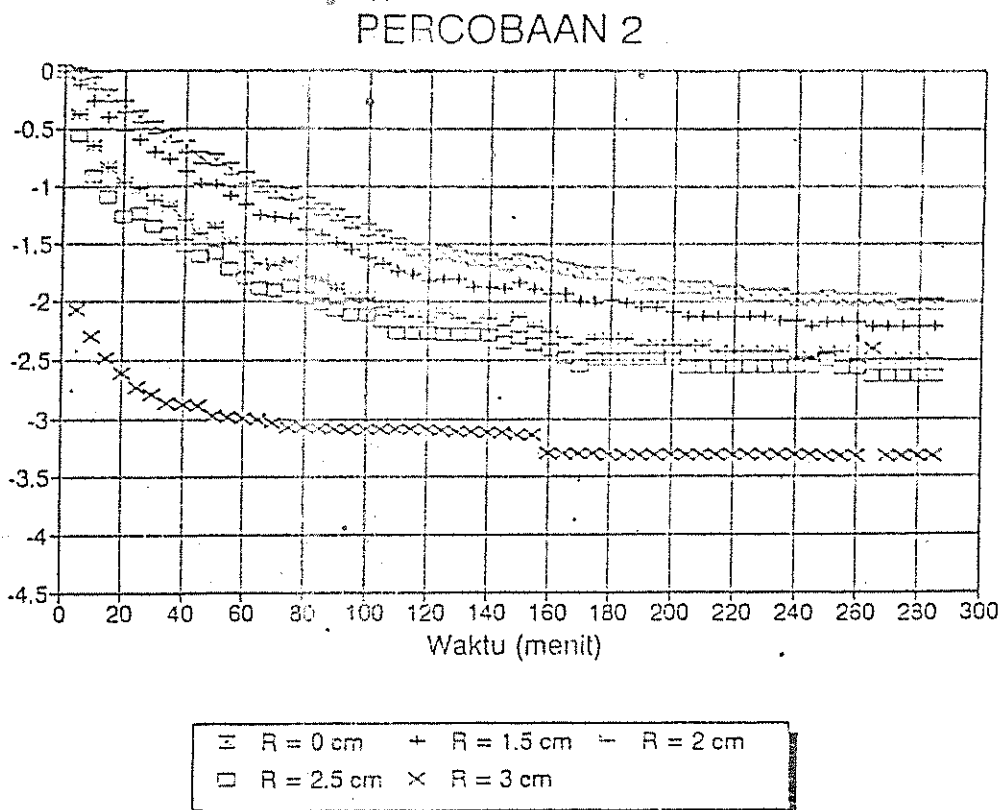


Lampiran 33. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 1 untuk mencari α dengan metoda curve fitting



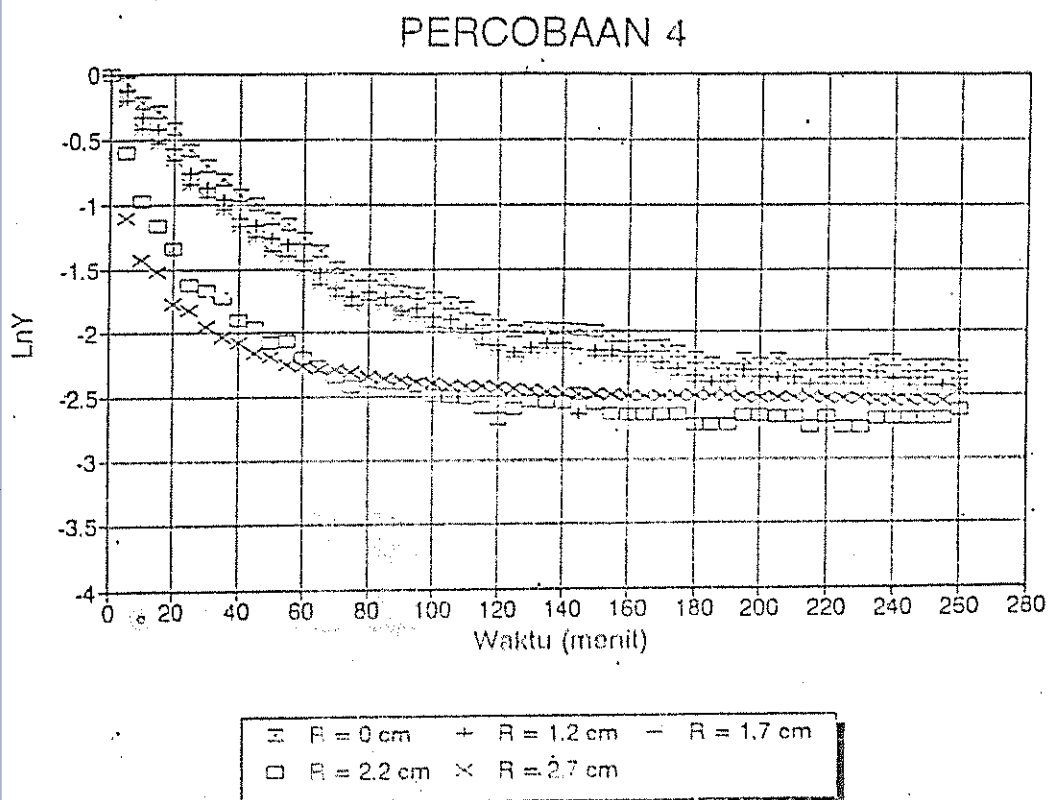
Gambar 15. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 1 untuk mencari α dengan metoda curve fitting

Lampiran 34. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 2 untuk mencari a dengan metoda curve fitting



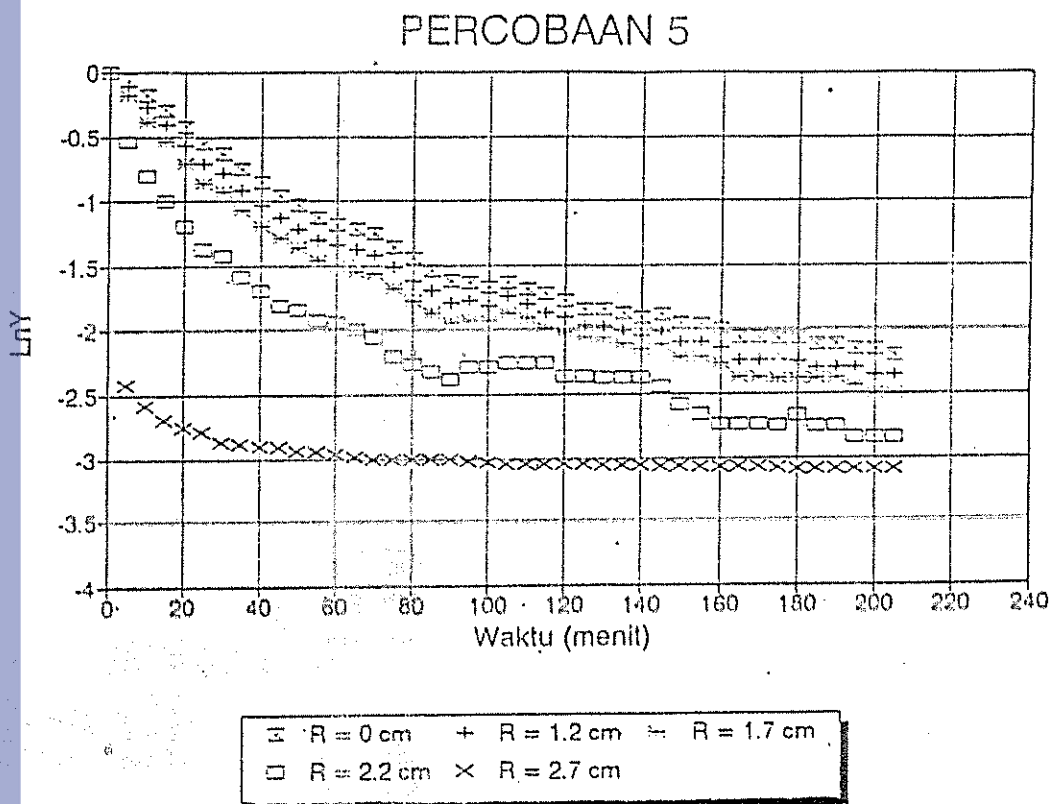
Gambar 16. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 2 untuk mencari a dengan metoda curve fitting

Lampiran 35. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 4 untuk mencari a dengan metoda curve fitting



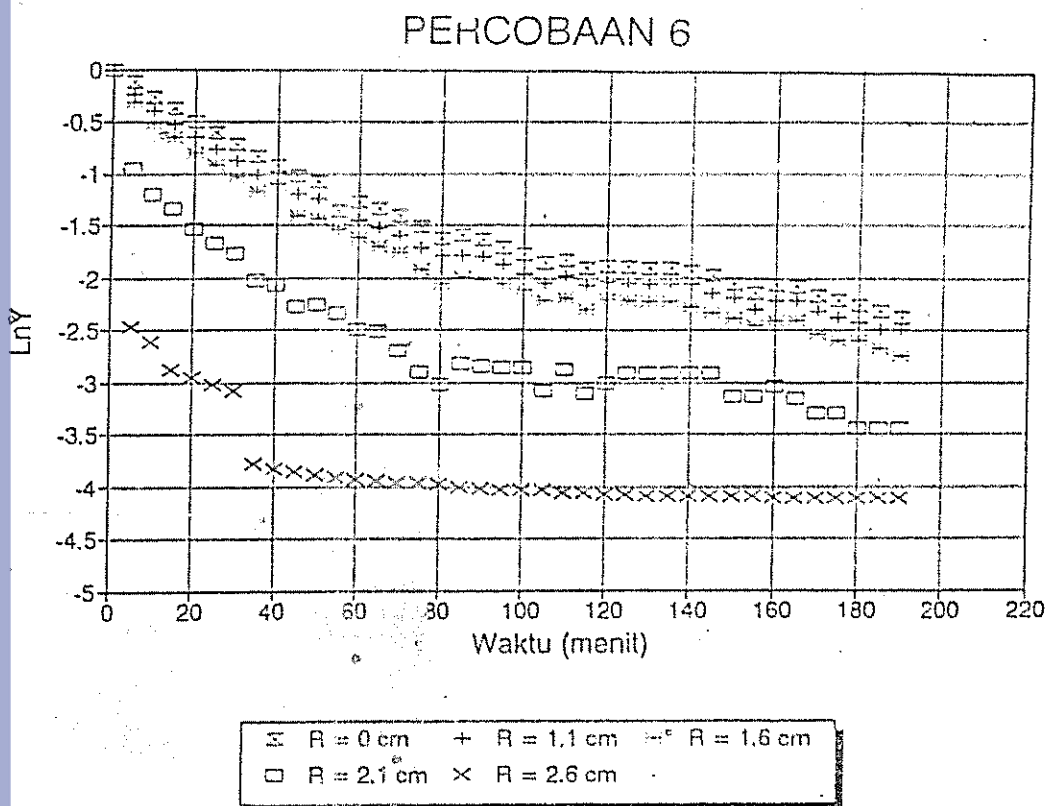
Gambar 17. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 4 untuk mencari a dengan metoda curve fitting

Lampiran 36. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 5 untuk mencari a dengan metoda curve fitting



Gambar 18. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 5 untuk mencari a dengan metoda curve fitting

Lampiran 37. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 6 untuk mencari a dengan metoda curve fitting



Gambar 19. Grafik suhu pengukuran buah manggis percobaan 6 untuk mencari a dengan metoda curve fitting

Lampiran 38. Hasil analisis regresi percobaan 1

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Percobaan 1

$$T0 = 29.2 - 0.253 t + 0.00108 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	29.2387	0.2375	123.13**	0.000
t	-0.253391	0.008144	-31.11**	0.000
t ²	0.00108425	0.00007462	14.53**	0.000
t ³	-0.00000163	0.00000019	-8.48**	0.000

s = 0.4593 R² = 99.5% R²(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1853.82	617.94	2928.73**	0.000
Error	48	10.13	0.21		
Total	51	1863.95			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1559.34
t ²	1	279.30
t ³	1	15.18

Unusual Observations

Obs.	t	T0	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.6000	29.2387	0.2375	-1.6387	-4.17RX
2	5	27.0000	27.9987	0.2053	-0.9987	-2.43R
4	15	26.7000	25.6763	0.1551	1.0237	2.37R
5	20	25.8000	24.5916	0.1374	1.2084	2.76R
6	25	24.7000	23.5561	0.1244	1.1439	2.59R
52	255	8.2000	8.0831	0.2375	0.1169	0.30 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T1 = 29.2 - 0.267 t + 0.00120 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	29.1523	0.2264	128.77**	0.000
t	-0.266537	0.007764	-34.33**	0.000
t ²	0.00120296	0.00007114	16.91**	0.000
t ³	-0.00000190	0.00000018	-10.39**	0.000

s = 0.4379 R² = 99.5% R²(adj) = 99.5%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1832.21	610.74	3185.04**	0.000
Error	48	9.20	0.19		
Total	51	1841.41			

IPB University



SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1514.53
t ²	1	296.99
t ³	1	20.69

Unusual Observations

Obs.	t	T1	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.7000	29.1523	0.2264	-1.4523	-3.87R X
2	5	26.9000	27.8495	0.1957	-0.9495	-2.42R
4	15	26.6000	25.4185	0.1479	1.1815	2.87R
5	20	25.6000	24.2876	0.1310	1.3124	3.14R
6	25	24.2000	23.2110	0.1186	0.9890	2.35R
52	255	8.0000	7.8398	0.2264	0.1602	0.43 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T2 = 28.0 - 0.313 t + 0.00169 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	28.0179	0.2792	100.34**	0.000
t	-0.313476	0.009576	-32.74**	0.000
t ²	0.00169432	0.00008775	19.31**	0.000
t ³	-0.00000312	0.00000023	-13.79**	0.000

s = 0.5401 R² = 99.1% R²(adj) = 99.1%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1627.04	542.35	1859.00**	0.000
Error	48	14.00	0.29		
Total	51	1641.05			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1239.87
t ²	1	331.69
t ³	1	55.48

Unusual Observations

Obs.	t	T2	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.6000	28.0179	0.2792	-0.4179	-0.90 X
3	10	26.6000	25.0494	0.2090	1.5506	3.11R
4	15	25.2000	23.6864	0.1824	1.5136	2.98R
52	255	7.3000	6.5551	0.2792	0.7449	1.61 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T3 = 27.1 - 0.323 t + 0.00183 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.0599	0.3804	71.14**	0.000
t	-0.32263	0.01304	-24.73**	0.000
t ²	0.0018336	0.0001195	15.34**	0.000
t ³	-0.00000350	0.00000031	-11.35**	0.000

s = 0.7357 R² = 98.3% R²(adj) = 98.2%

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1481.87	493.96	912.54**	0.000
Error	48	25.98	0.54		
Total	51	1507.85			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1087.06
t ²	1	325.08
t ³	1	69.72

Unusual Observations

Obs.	t	T3	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.500	27.060	0.380	0.440	0.70 X
3	10	26.600	24.013	0.285	2.587	3.81R
52	255	7.100	6.064	0.380	1.036	1.64 X

R denotes an obs. with a large st. resid.

X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T4 = 25.6 - 0.312 t + 0.00183 t^2 - 0.000004 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	25.5827	0.5640	45.36**	0.000
t	-0.31206	0.01934	-16.13**	0.000
t ²	0.0018289	0.0001772	10.32**	0.000
t ³	-0.00000357	0.00000046	-7.81**	0.000

$$s = 1.091$$

$$R^2 = 95.7\%$$

$$R^2(\text{adj}) = 95.4\%$$

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1269.93	423.31	355.63**	0.000
Error	48	57.13	1.19		
Total	51	1327.07			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	913.50
t ²	1	283.77
t ³	1	72.67

Unusual Observations

Obs.	t	T4	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.400	25.583	0.564	1.817	1.95 X
2	5	26.500	24.068	0.488	2.432	2.49R
3	10	26.400	22.641	0.422	3.759	3.74R
4	15	19.200	21.301	0.368	-2.101	-2.05R
5	20	17.500	20.045	0.326	-2.545	-2.44R
52	255	6.900	5.767	0.564	1.133	1.21 X

R denotes an obs. with a large st. resid.

X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T5 = 21.2 - 0.243 t + 0.00144 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	21.2040	0.5520	38.42**	0.000
t	-0.24342	0.01893	-12.86**	0.000
t ²	0.0014383	0.0001735	8.29**	0.000
t ³	-0.00000283	0.00000045	-6.32**	0.000

s = 1.068 R² = 93.3% R²(adj) = 92.8%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	757.49	252.50	221.51**	0.000
Error	48	54.71	1.14		
Total	51	812.21			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	543.48
t ²	1	168.45
t ³	1	45.56

Unusual Observations

Obs.	t	T5	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.300	21.204	0.552	6.096	6.67RX
52	255	6.600	5.805	0.552	0.795	0.87 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

Keterangan : Ti = Suhu (°C) pada jarak ke-i
 t = Waktu (menit)
 ** = Signifikan pada taraf uji 1 %

Lampiran 39. Hasil analisis regresi percobaan 2

Percobaan 2

$$t_0 = 29.0 - 0.256 t + 0.00122 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	29.0176	0.1455	199.39**	0.000
t	-0.256166	0.004461	-57.42**	0.000
t ²	0.00122028	0.00003655	33.38**	0.000
t ³	-0.00000196	0.00000008	-23.29**	0.000

s = 0.2952 R² = 99.7% R²(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1506.47	502.16	5763.00**	0.000
Error	54	4.71	0.09		
Total	57	1511.18			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1128.53
t ²	1	330.67
t ³	1	47.27

Unusual Observations

Obs.	t	T0	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
1	0	28.4000	29.0176	0.1455	-0.6176	-2.40R
3	10	27.3000	26.5760	0.1122	0.7240	2.65R
4	15	26.0000	25.4430	0.0990	0.5570	2.00R
58	285	10.2000	9.6912	0.1455	0.5088	1.98 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T1 = 27.7 - 0.263 t + 0.00133 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.7206	0.1972	140.55**	0.000
t	-0.263344	0.006046	-43.56**	0.000
t ²	0.00132859	0.00004954	26.82**	0.000
t ³	-0.00000223	0.00000011	-19.52**	0.000

s = 0.4001 R² = 99.4% R²(adj) = 99.3%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1342.54	447.51	2796.26**	0.000
Error	54	8.64	0.16		
Total	57	1351.18			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	960.76
t ²	1	320.79
t ³	1	60.99



Unusual Observations

Obs.	t	T1	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	28.4000	27.7206	0.1972	0.6794	1.95 X
2	5	27.4000	26.4368	0.1731	0.9632	2.67R
58	285	9.7000	8.9700	0.1972	0.7300	2.10RX

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T2 = 25.0 - 0.252 t + 0.00136 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	24.9664	0.3366	74.17**	0.000
t	-0.25236	0.01032	-24.46**	0.000
t ²	0.00135809	0.00008455	16.06**	0.000
t ³	-0.00000238	0.00000019	-12.23**	0.000

s = 0.6828 R² = 97.5% R²(adj) = 97.4%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1000.71	333.57	715.52**	0.000
Error	54	25.17	0.47		
Total	57	1025.88			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	669.60
t ²	1	261.36
t ³	1	69.74

Unusual Observations

Obs.	t	T2	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.9000	24.9664	0.3366	2.9336	4.94RX
2	5	25.0000	23.7383	0.2954	1.2617	2.05R
58	285	9.1000	8.1656	0.3366	0.9344	1.57 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T3 = 23.3 - 0.236 t + 0.00129 t^2 - 0.000002 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	23.3006	0.3741	62.28**	0.000
t	-0.23553	0.01147	-20.54**	0.000
t ²	0.00128835	0.00009396	13.71**	0.000
t ³	-0.00000229	0.00000022	-10.55**	0.000

s = 0.7588 R² = 96.4% R²(adj) = 96.2%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	824.10	274.70	477.10**	0.000
Error	54	31.09	0.58		
Total	57	855.20			

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	522.99	174.33	205.16**	0.000
Error	54	45.89	0.85		
Total	57	568.88			

SOURCE	DF	SEQ SS
1	1	308.07
2	1	154.95
3	1	59.97

Unusual Observations

Obs.	t	T5	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	24.000	19.108	0.454	4.892	6.10RX
58	285	7.400	6.409	0.454	0.991	1.24 X

R denotes an obs. with a large st. resid.

X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

Keterangan : T_i = Suhu (°C) pada jarak ke-i
 t = Waktu (menit)
 ** = Signifikan pada taraf uji 1 %

Lampiran 40. Hasil analisis regresi percobaan 4

Percobaan 4

$$H_0 = 28.6 - 0.278 t + 0.00146 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	28.5509	0.1646	173.45**	0.000
t	-0.278131	0.005535	-50.25**	0.000
t ²	0.00145896	0.00004974	29.33**	0.000
t ³	-0.00000260	0.00000013	-20.67**	0.000

s = 0.3210 R² = 99.6% R²(adj) = 99.6%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1369.80	456.60	4430.62**	0.000
Error	49	5.05	0.10		
Total	52	1374.85			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	1037.69
t ²	1	288.09
t ³	1	44.02

Unusual Observations

Obs.	t	TO	Fit	Stdev. Fit	Residual	St. Resid
1	0	28.2000	28.5509	0.1646	-0.3509	-1.27 X
4	15	25.5000	24.6985	0.1083	0.8015	2.65R
53	260	9.7000	9.2036	0.1646	0.4964	1.80 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T_1 = 27.7 - 0.279 t + 0.00150 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.6878	0.1885	146.87**	0.000
t	-0.278534	0.006339	-43.94**	0.000
t ²	0.00150497	0.00005697	26.42**	0.000
t ³	-0.00000274	0.00000014	-19.01**	0.000

s = 0.3677 R² = 99.5% R²(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1257.36	419.12	3100.71**	0.000
Error	49	6.62	0.14		
Total	52	1263.99			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	930.85
t ²	1	277.67
t ³	1	48.85



Unusual Observations

Obs.	t	T1	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	28.1000	27.6878	0.1885	0.4122	1.31 X
2	5	27.0000	26.3324	0.1634	0.6676	2.03R
53	260	9.5000	8.9057	0.1885	0.5943	1.88 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T2 = 27.2 - 0.275 t + 0.00151 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.1855	0.1957	138.90**	0.000
t	-0.275436	0.006581	-41.85**	0.000
t ²	0.00151354	0.00005914	25.59**	0.000
t ³	-0.00000280	0.00000015	-18.70**	0.000

s = 0.3817 R² = 99.4% R²(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1183.19	394.40	2707.05**	0.000
Error	49	7.14	0.15		
Total	52	1190.33			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	872.29
t ²	1	259.94
t ³	1	50.96

Unusual Observations

Obs.	t	T2	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	28.1000	27.1855	0.1957	0.9145	2.79RX
53	260	9.4000	8.7620	0.1957	0.6380	1.95 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T3 = 23.9 - 0.252 t + 0.00147 t^2 - 0.000003 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	23.8919	0.3136	76.18**	0.000
t	-0.25167	0.01055	-23.86**	0.000
t ²	0.00147347	0.00009478	15.55**	0.000
t ³	-0.00000284	0.00000024	-11.86**	0.000

s = 0.6117 R² = 97.8% R²(adj) = 97.6%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	806.81	268.94	718.75**	0.000
Error	49	18.33	0.37		
Total	52	825.15			

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 41. Hasil analisis regresi percobaan 5

@Hak Cipta dilindungi Undang-undang
 © Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Percobaan 5

$$T0 = 28.0 - 0.319 t + 0.00205 t^2 - 0.000005 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.9600	0.1490	187.64**	0.000
t	-0.318801	0.006372	-50.03**	0.000
t ²	0.00204964	0.00007273	28.18**	0.000
t ³	-0.00000457	0.00000023	-19.61**	0.000

s = 0.2633 R² = 99.7% R²(adj) = 99.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1033.48	344.49	4969.51**	0.000
Error	38	2.63	0.07		
Total	41	1036.12			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	818.98
t ²	1	187.85
t ³	1	26.66

Unusual Observations

Obs.	t	T0	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.6000	27.9600	0.1490	-0.3600	-1.66 X
2	5	27.0000	26.4167	0.1244	0.5833	2.51R
3	10	25.5000	24.9724	0.1045	0.5276	2.18R
42	205	9.8000	9.3693	0.1490	0.4307	1.98 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T1 = 27.1 - 0.330 t + 0.00225 t^2 - 0.000005 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	27.1051	0.2109	128.55**	0.000
t	-0.329811	0.009016	-36.58**	0.000
t ²	0.0022507	0.0001029	21.87**	0.000
t ³	-0.00000525	0.00000033	-15.93**	0.000

s = 0.3726 R² = 99.4% R²(adj) = 99.4%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	946.10	315.37	2272.07**	0.000
Error	38	5.27	0.14		
Total	41	951.37			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	728.27
t ²	1	182.61
t ³	1	35.22

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Unusual Observations

Obs.	t	T1	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.5000	27.1051	0.2109	0.3949	1.29 X
2	5	26.3000	25.5116	0.1760	0.7884	2.40R
42	205	9.5000	8.8196	0.2109	0.6804	2.22RX

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T2 = 26.0 - 0.331 t + 0.00236 t^2 - 0.000006 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	26.0350	0.2601	100.10**	0.000
t	-0.33093	0.01112	-29.76**	0.000
t ²	0.0023583	0.0001269	18.58**	0.000
t ³	-0.00000567	0.00000041	-13.95**	0.000

s = 0.4595 R² = 99.1% R²(adj) = 99.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	839.05	279.63	1324.43**	0.000
Error	38	8.02	0.21		
Total	41	847.08			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	627.51
t ²	1	170.47
t ³	1	41.08

Unusual Observations

Obs.	t	T2	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	27.1000	26.0350	0.2601	1.0650	2.81RX
2	5	25.3000	24.4386	0.2171	0.8614	2.13R
42	205	9.2000	8.4246	0.2601	0.7754	2.05RX

R denotes an obs. with a large st. resid.
 X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T3 = 23.2 - 0.315 t + 0.00242 t^2 - 0.000006 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	23.1898	0.4323	53.64**	0.000
t	-0.31460	0.01848	-17.02**	0.000
t ²	0.0024161	0.0002110	11.45**	0.000
t ³	-0.00000610	0.00000068	-9.02**	0.000

s = 0.7638 R² = 96.4% R²(adj) = 96.1%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	594.55	198.18	339.67**	0.000
Error	38	22.17	0.58		
Total	41	616.72			

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 @Hak cipta milik IPB University

IPB University



1. Dilarang menyalin, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SOURCE	DF	SEQ SS
1	1	414.93
2	1	132.13
3	1	47.49

Unusual Observations

Obs.	t	T3	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	26.300	23.190	0.432	3.110	4.94RX
42	205	8.700	7.681	0.432	1.019	1.62 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T4 = 19.2 - 0.259 t + 0.00209 t^2 - 0.000005 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	19.1879	0.6727	28.52**	0.000
t	-0.25904	0.02876	-9.01**	0.000
t ²	0.0020918	0.0003283	6.37**	0.000
t ³	-0.00000540	0.00000105	-5.14**	0.000

s = 1.189 R² = 85.8% R²(adj) = 84.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	323.93	107.98	76.44**	0.000
Error	38	53.68	1.41		
Total	41	377.61			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	203.04
t ²	1	83.61
t ³	1	37.28

Unusual Observations

Obs.	t	T4	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	25.000	19.188	0.673	5.812	5.93RX
42	205	8.400	7.430	0.673	0.970	0.99 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T5 = 18.6 - 0.268 t + 0.00218 t^2 - 0.000006 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	18.6441	0.7311	25.50**	0.000
t	-0.26829	0.03126	-8.58**	0.000
t ²	0.0021810	0.0003568	6.11**	0.000
t ³	-0.00000566	0.00000114	-4.95**	0.000

s = 1.292 R² = 84.2% R²(adj) = 83.0%

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	338.22	112.74	67.56**	0.000
Error	38	63.41	1.67		
Total	41	401.64			

SOURCE	DF	SEQ SS
1	1	209.03
2	1	88.37
3	1	40.82

Unusual Observations

Obs.	t	T5	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	25.000	18.644	0.731	6.356	5.97RX
42	205	7.600	6.576	0.731	1.024	0.96 X

R denotes an obs. with a large st. resid.

X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

Keterangan : Ti = Suhu (°C) pada jarak ke-i
t = Waktu (menit)
** = Signifikan pada taraf uji 1 %



SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	476.84
t ²	1	120.29
t ³	1	29.08

Unusual Observations:

Obs.	t	T3	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	26.200	23.003	0.408	3.197	5.63RX
39	190	8.000	7.280	0.408	0.720	1.27 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T4 = 20.9 - 0.290 t + 0.00229 t^2 - 0.000006 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	20.8873	0.6023	34.68**	0.000
t	-0.29012	0.02781	-10.43**	0.000
t ²	0.0022875	0.0003427	6.68**	0.000
t ³	-0.00000605	0.00000118	-5.10**	0.000

s = 1.032 R² = 92.8% R²(adj) = 92.2%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	482.27	160.76	150.92**	0.000
Error	35	37.28	1.07		
Total	38	519.55			

SOURCE	DF	SEQ SS
t	1	355.07
t ²	1	99.47
t ³	1	27.74

Unusual Observations

Obs.	t	T4	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	25.700	20.887	0.602	4.813	5.74RX
39	190	7.700	6.874	0.602	0.826	0.99 X

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

$$T5 = 20.4 - 0.286 t + 0.00227 t^2 - 0.000006 t^3$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	20.3569	0.6644	30.64**	0.000
t	-0.28603	0.03068	-9.32**	0.000
t ²	0.0022683	0.0003780	6.00**	0.000
t ³	-0.00000603	0.00000131	-4.61**	0.000

s = 1.139 R² = 91.1% R²(adj) = 90.3%

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	463.57	154.52	119.21**	0.000
Error	35	45.37	1.30		
Total	38	508.94			

SOURCE	DF	SEQ SS
1	1	341.42
2	1	94.58
3	1	27.57

Unusual Observations

Obs.	t	T5	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0	25.700	20.357	0.664	5.343	5.78RX
39	190	7.400	6.553	0.664	0.847	0.92 X

R denotes an obs. with a large st. resid.

X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

Keterangan : T_i = Suhu ($^{\circ}$ C) pada jarak ke-i

t = Waktu (menit)

** = Signifikan pada taraf uji 1 %

Lampiran 43. Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai alpha rata-rata percobaan 1.

Tabel. 16. Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai alpha rata-rata percobaan 1.

Waktu (menit)	Lunak (ukur)	Keras (ukur)	Lunak (Num)	Keras (Num)	Lunak (Fit.)	Keras (Fit.)	Lunak (Series)	Keras (Series)	Lunak (Paralel)	Keras (Paralel)
0	27.6	27.5	27.550	27.357	27.576	27.382	27.591	27.394	27.590	27.393
5	26.7	26.6	26.725	14.595	26.712	21.603	26.705	24.759	26.705	24.593
10	26.6	26.6	26.675	13.701	26.637	21.176	26.614	24.543	26.615	24.365
15	25.2	23.1	23.626	18.728	24.431	19.006	24.904	19.131	24.875	19.124
20	22.6	20.5	22.225	18.315	22.417	17.835	22.529	17.619	22.523	17.631
25	21.0	19.2	21.150	15.884	21.073	16.718	21.028	17.093	21.031	17.073
30	19.4	17.6	19.775	15.614	19.583	15.841	19.471	15.944	19.477	15.938
35	18.1	16.6	18.775	14.614	18.430	14.841	18.227	14.944	18.239	14.938
40	17.1	15.7	17.750	13.678	17.417	14.221	17.222	14.465	17.234	14.452
45	16.3	15.0	16.925	12.963	16.605	13.632	16.418	13.934	16.429	13.918
50	15.4	14.2	16.075	12.163	15.730	12.832	15.527	13.134	15.539	13.118
55	14.7	13.5	15.225	11.599	14.956	12.306	14.799	12.624	14.808	12.608
60	14.1	13.1	14.300	9.690	14.442	11.344	14.232	12.089	14.244	12.050
65	13.6	12.7	14.275	10.791	13.930	11.562	13.727	11.909	13.739	11.890
70	13.2	12.4	13.350	10.477	13.517	11.374	13.322	11.777	13.334	11.756
75	12.7	11.8	13.225	9.891	12.956	10.662	12.799	11.009	12.809	10.990
80	12.2	11.3	12.650	9.534	12.420	10.279	12.285	10.615	12.293	10.597
85	11.7	10.9	12.275	9.134	11.981	9.879	11.808	10.215	11.819	10.127
90	11.3	10.5	11.800	8.713	11.544	9.647	11.394	10.068	11.403	10.046
95	11.1	10.4	11.500	8.613	11.295	9.547	11.175	9.968	11.182	9.946
100	10.8	10.1	11.200	8.920	10.995	9.438	10.875	9.671	10.882	9.659
105	10.5	9.9	10.950	8.706	10.720	9.350	10.585	9.640	10.593	9.625
110	10.4	9.8	10.700	8.771	10.547	9.200	10.456	9.393	10.462	9.383
115	10.1	9.5	10.400	8.628	10.247	8.906	10.156	9.031	10.162	9.024
120	10.0	9.4	10.225	8.392	10.110	8.632	10.042	8.740	10.046	8.735
125	9.8	9.3	10.075	8.600	9.934	8.600	9.852	8.600	9.857	8.600
130	9.6	9.1	9.875	8.543	9.734	8.518	9.652	8.506	9.657	8.507
135	9.4	9.0	9.800	8.443	9.595	8.418	9.475	8.406	9.482	8.407
140	9.2	8.7	9.475	8.121	9.334	8.285	9.252	8.359	9.257	8.355
145	9.0	8.5	9.275	7.914	9.134	8.141	9.052	8.244	9.057	8.238
150	8.9	8.5	9.225	7.914	9.059	8.141	8.961	8.244	8.967	8.238
155	8.7	8.3	9.025	7.871	8.859	7.947	8.761	7.981	8.767	7.979
160	8.5	8.1	8.900	7.356	8.695	7.735	8.575	7.906	8.582	7.897
165	8.5	8.1	8.750	7.364	8.622	7.679	8.547	7.822	8.552	7.814
170	8.2	7.8	8.600	7.521	8.395	7.509	8.275	7.503	8.282	7.503
175	8.1	7.8	8.550	7.521	8.320	7.509	8.185	7.503	8.193	7.503
180	8.1	7.6	8.225	7.314	8.161	7.365	8.124	7.387	8.126	7.386
185	8.0	7.6	8.250	7.314	8.122	7.365	8.047	7.387	8.052	7.386
190	8.0	7.6	8.175	7.014	8.085	7.241	8.033	7.344	8.036	7.338
195	7.9	7.5	8.075	7.071	7.985	7.147	7.933	7.181	7.936	7.179
200	7.7	7.3	7.950	7.021	7.822	7.009	7.747	7.003	7.752	7.003
205	7.5	7.1	7.825	6.807	7.659	6.921	7.561	6.972	7.567	6.969
210	7.5	7.1	7.675	6.807	7.585	6.921	7.533	6.972	7.536	6.969
215	7.5	7.1	7.600	6.807	7.549	6.921	7.519	6.972	7.521	6.969
220	7.5	7.1	7.600	6.807	7.549	6.921	7.519	6.972	7.521	6.969
225	7.5	7.1	7.600	6.964	7.549	6.926	7.519	6.909	7.521	6.910
230	7.4	7.1	7.625	6.964	7.510	6.926	7.442	6.909	7.446	6.910
235	7.4	7.1	7.625	6.964	7.510	6.926	7.442	6.909	7.446	6.910
240	7.4	7.1	7.550	6.964	7.473	6.926	7.428	6.909	7.431	6.910
245	7.4	7.1	7.550	6.814	7.473	6.865	7.428	6.887	7.431	6.886
250	7.3	7.1	7.350	6.814	7.471	6.865	7.366	6.887	7.372	6.886
255	7.3	7.1	7.575	6.664	7.434	6.803	7.352	6.866	7.357	6.862

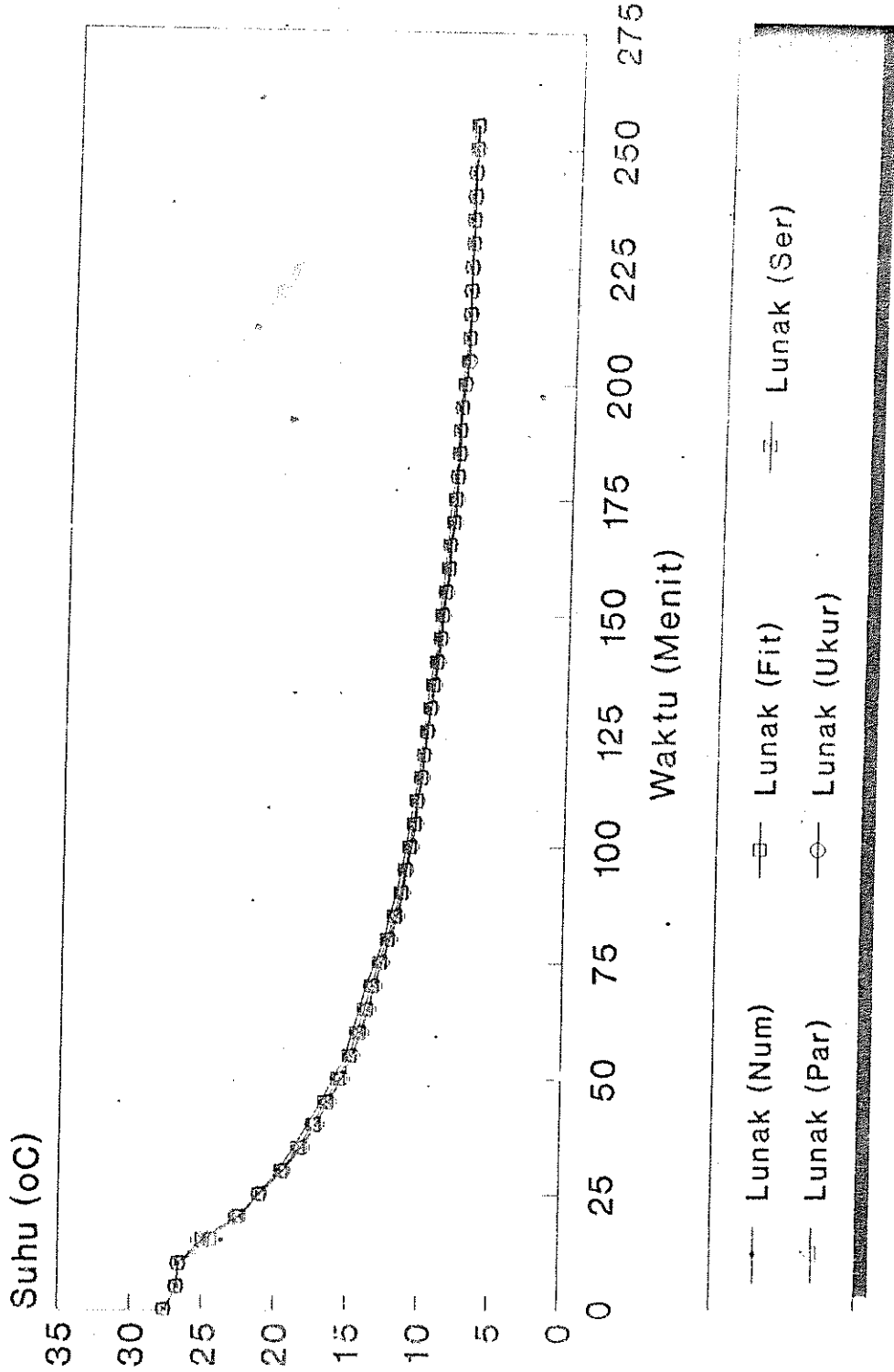
Lampiran 47. Tabel data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai alpha rata-rata percobaan 6.

Tabel 20. Data suhu pengukuran dan suhu sebaran buah manggis menggunakan nilai alpha rata-rata percobaan 6.

Waktu (menit)	Lunak (ukur)	Keras (ukur)	Lunak (Num)	Keras (Num)	Lunak (Fit.)	Keras (Fit.)	Lunak (Series)	Keras (Series)	Lunak (Paralel)	Keras (Paralel)
0	26.2	26.2	26.404	26.109	26.325	25.944	26.252	25.776	26.257	25.783
5	23.9	20.8	21.288	19.464	22.296	18.914	23.238	18.353	23.174	18.378
10	22.2	19.2	19.788	17.936	20.718	17.519	21.588	17.093	21.530	17.111
15	20.9	18.0	18.585	16.857	19.478	16.391	20.313	15.915	20.257	15.936
20	19.6	16.8	17.434	15.712	18.269	15.344	19.051	14.969	18.998	14.986
25	18.5	15.8	16.380	14.748	17.198	14.446	17.963	14.139	17.911	14.152
30	17.5	15.0	15.575	13.966	16.318	13.698	17.012	13.424	16.965	13.436
35	16.7	14.3	14.821	13.665	15.546	13.316	16.224	12.961	16.178	12.976
40	16.6	13.7	13.877	13.065	14.927	12.716	15.910	12.361	15.843	12.376
45	15.2	13.1	13.614	12.520	14.226	12.270	14.798	12.015	14.759	12.026
50	14.6	12.6	13.111	12.001	13.685	11.719	14.222	11.430	14.186	11.443
55	14.1	12.2	12.249	11.620	12.963	11.370	13.631	11.115	13.586	11.126
60	13.6	11.8	12.204	11.256	12.742	11.072	13.246	10.885	13.212	10.893
65	13.1	11.5	11.899	10.956	12.362	10.772	12.795	10.585	12.766	10.593
70	12.7	11.0	11.350	10.492	11.871	10.374	12.358	10.254	12.325	10.259
75	12.3	10.8	11.145	10.329	11.591	10.277	12.007	10.224	11.979	10.226
80	11.9	10.6	10.991	10.147	11.342	10.128	11.669	10.109	11.647	10.110
85	11.6	10.3	10.640	9.810	11.010	9.726	11.357	9.639	11.333	9.643
90	11.3	10.0	10.340	9.510	10.710	9.426	11.057	9.339	11.033	9.343
95	11.1	9.9	10.186	9.410	10.539	9.326	10.868	9.239	10.846	9.243
100	10.9	9.8	10.033	9.310	10.367	9.226	10.680	9.139	10.659	9.143
105	10.7	9.6	9.833	9.147	10.167	9.128	10.480	9.109	10.459	9.110
110	10.4	9.4	9.681	8.910	9.958	8.826	10.218	8.739	10.200	8.743
115	10.2	9.2	9.481	8.747	9.758	8.728	10.018	8.709	10.000	8.710
120	10.1	9.0	9.233	8.529	9.567	8.477	9.880	8.424	9.859	8.426
125	9.9	8.9	9.130	8.410	9.427	8.326	9.705	8.239	9.686	8.243
130	9.8	8.8	9.030	8.310	9.327	8.226	9.605	8.139	9.586	8.143
135	9.8	8.8	9.030	8.310	9.327	8.226	9.605	8.139	9.586	8.143
140	9.7	8.8	9.078	8.310	9.318	8.226	9.542	8.139	9.527	8.143
145	9.6	8.8	9.025	8.310	9.247	8.226	9.454	8.139	9.440	8.143
150	9.5	8.6	8.827	8.147	9.087	8.128	9.329	8.109	9.313	8.110
155	9.4	8.6	8.774	8.147	9.015	8.128	9.241	8.109	9.226	8.110
160	9.2	8.4	8.625	7.929	8.847	7.877	9.054	7.824	9.040	7.826
165	9.1	8.2	8.427	7.747	8.687	7.728	8.929	7.709	8.913	7.710
170	8.9	8.1	8.325	7.665	8.547	7.679	8.754	7.693	8.740	7.693
175	8.8	8.1	8.322	7.665	8.507	7.679	8.679	7.693	8.667	7.693
180	8.7	8.0	8.174	7.583	8.415	7.630	8.641	7.678	8.626	7.676
185	8.6	8.0	8.171	7.583	8.375	7.630	8.566	7.678	8.553	7.676



@Hak cipta milik IPB University
**SEBARAN SUHU MANGGIS 1
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**

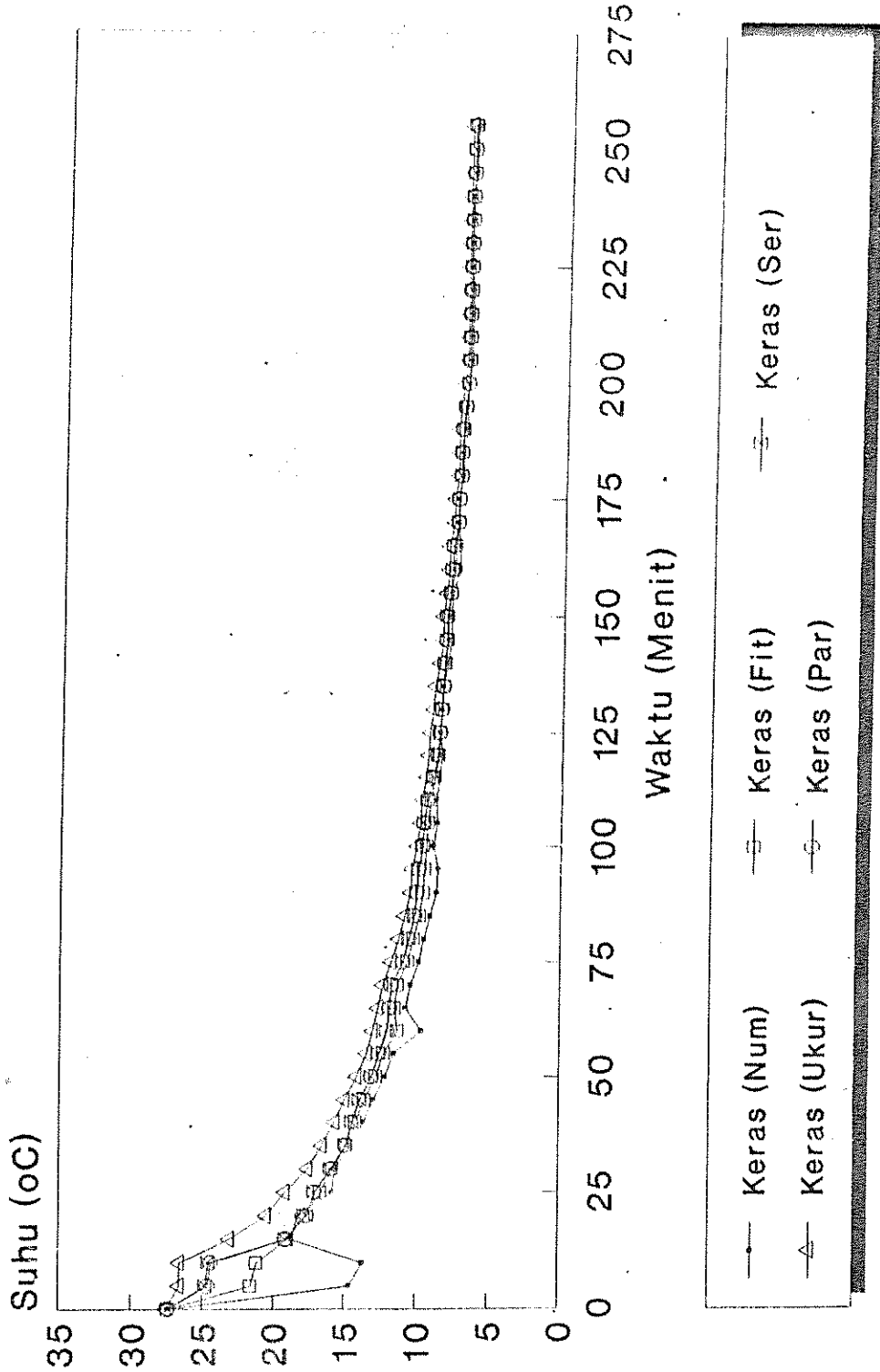


Gambar 6. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 1 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian lunak

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**SEBARAN SUHU MANGGIS 1
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**



Gambar 7. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 1 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian keras

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menaatkanurakan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

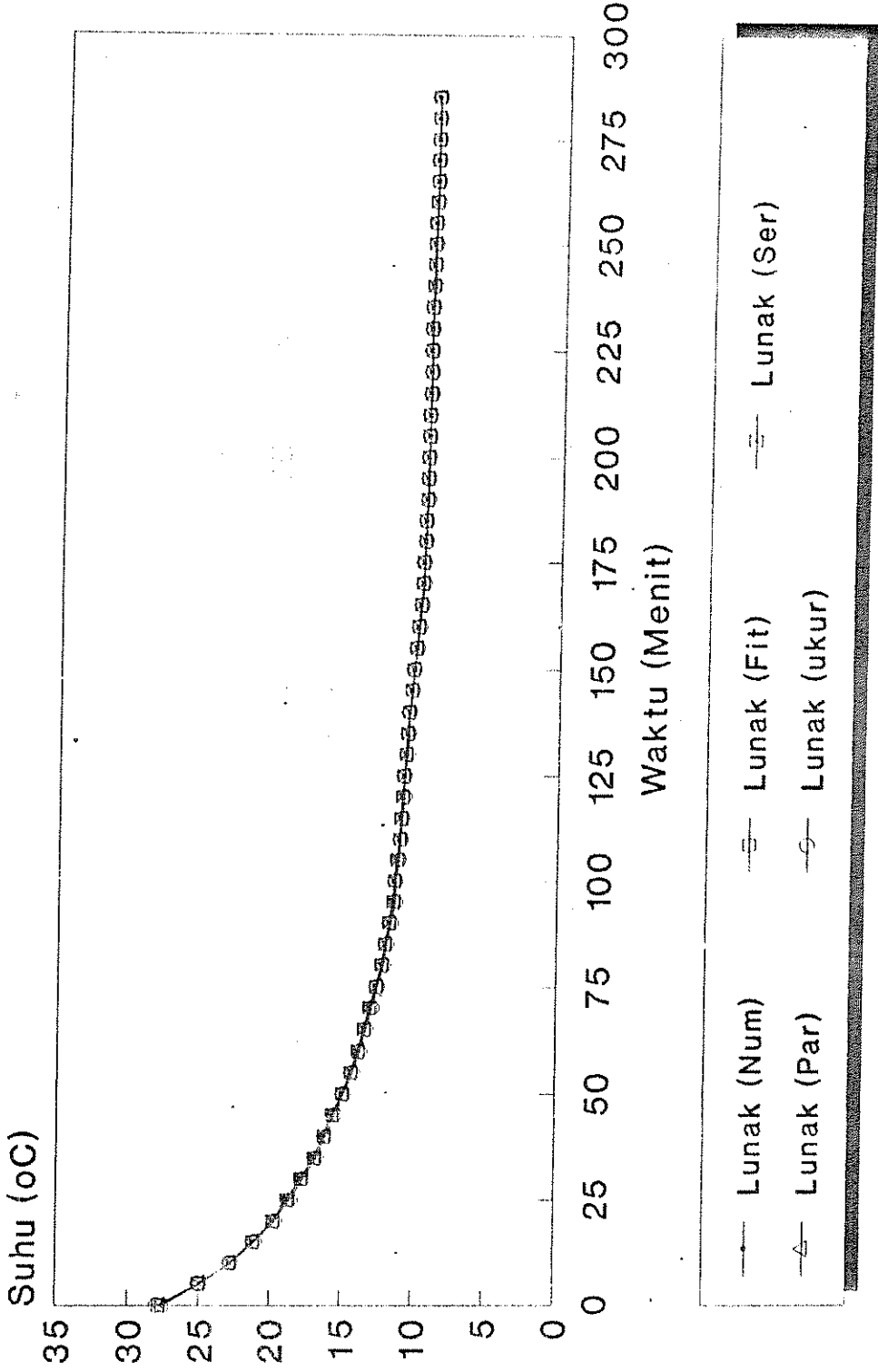


**SEBARAN SUHU MANGGIS 2
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

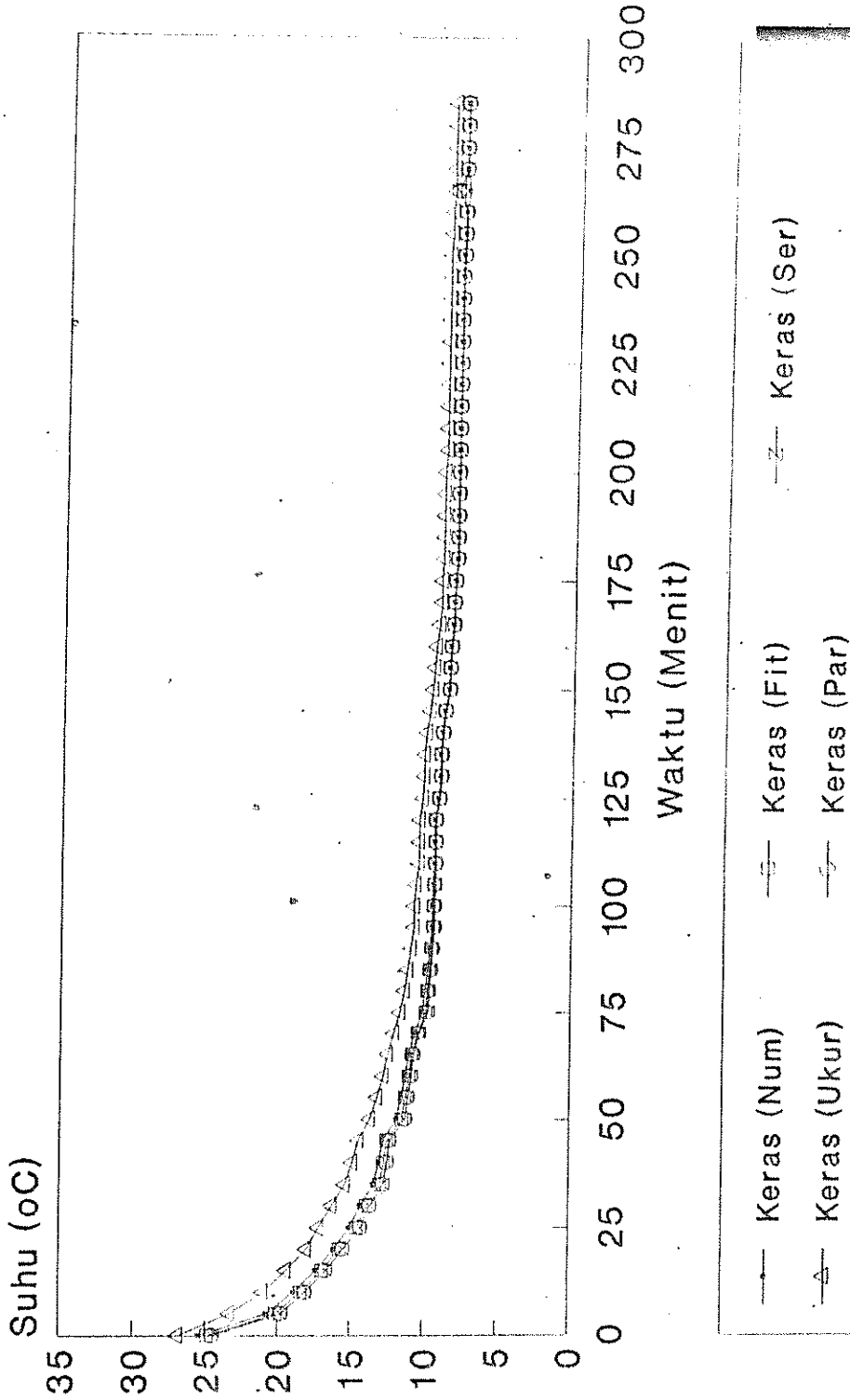


Gambar 8. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 2 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian lunak



**SEBARAN SUHU MANGGIS 2
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**

@Hak cipta milik IPB University

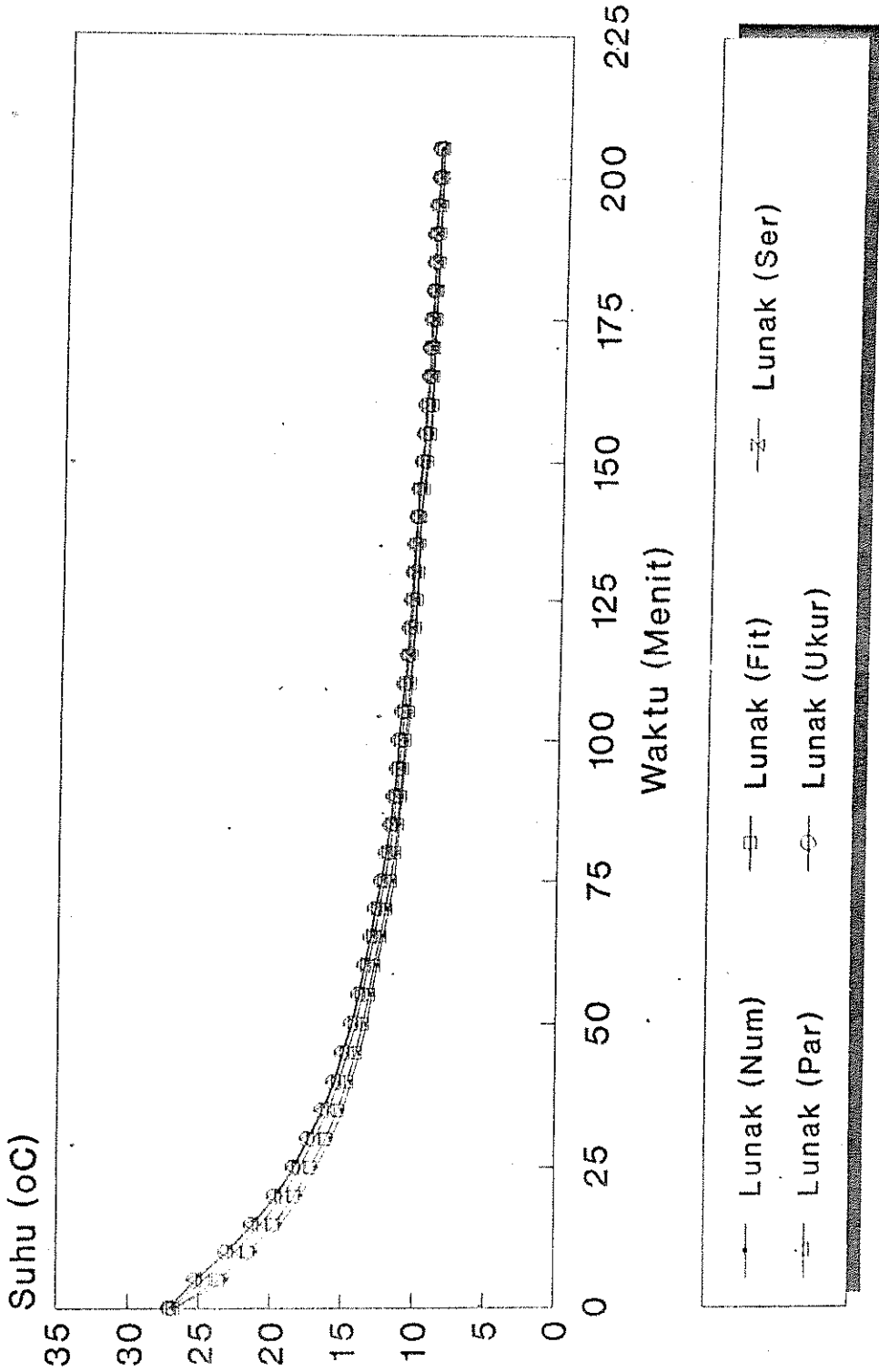


Gambar 9. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 2 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian keras

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SEBARAN SUHU MANGGIS 5 menggunakan NILAI ALPHA RATA-RATA

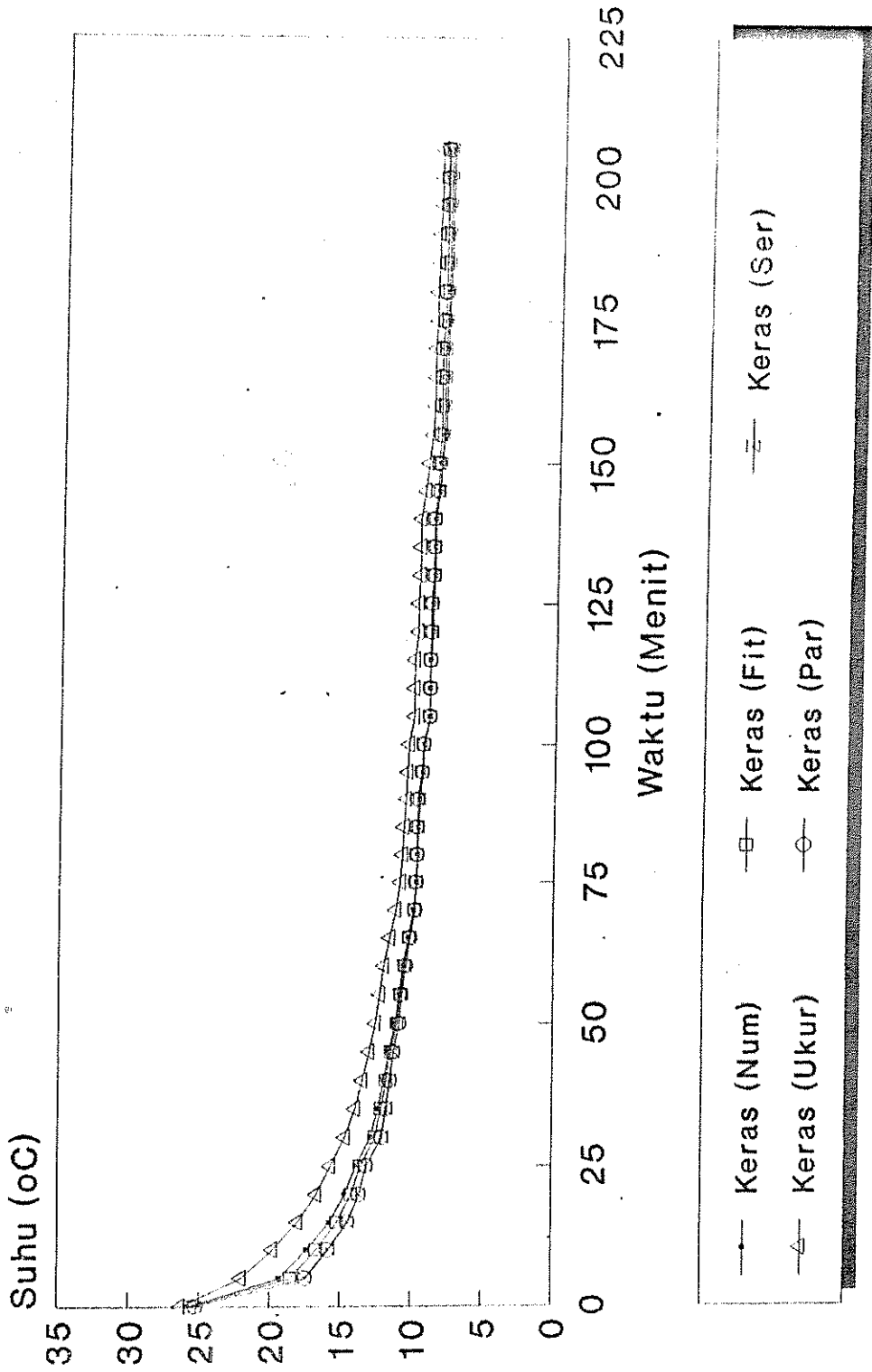


Gambar 10. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 5 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian lunak

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**SEBARAN SUHU MANGGIS 5
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**



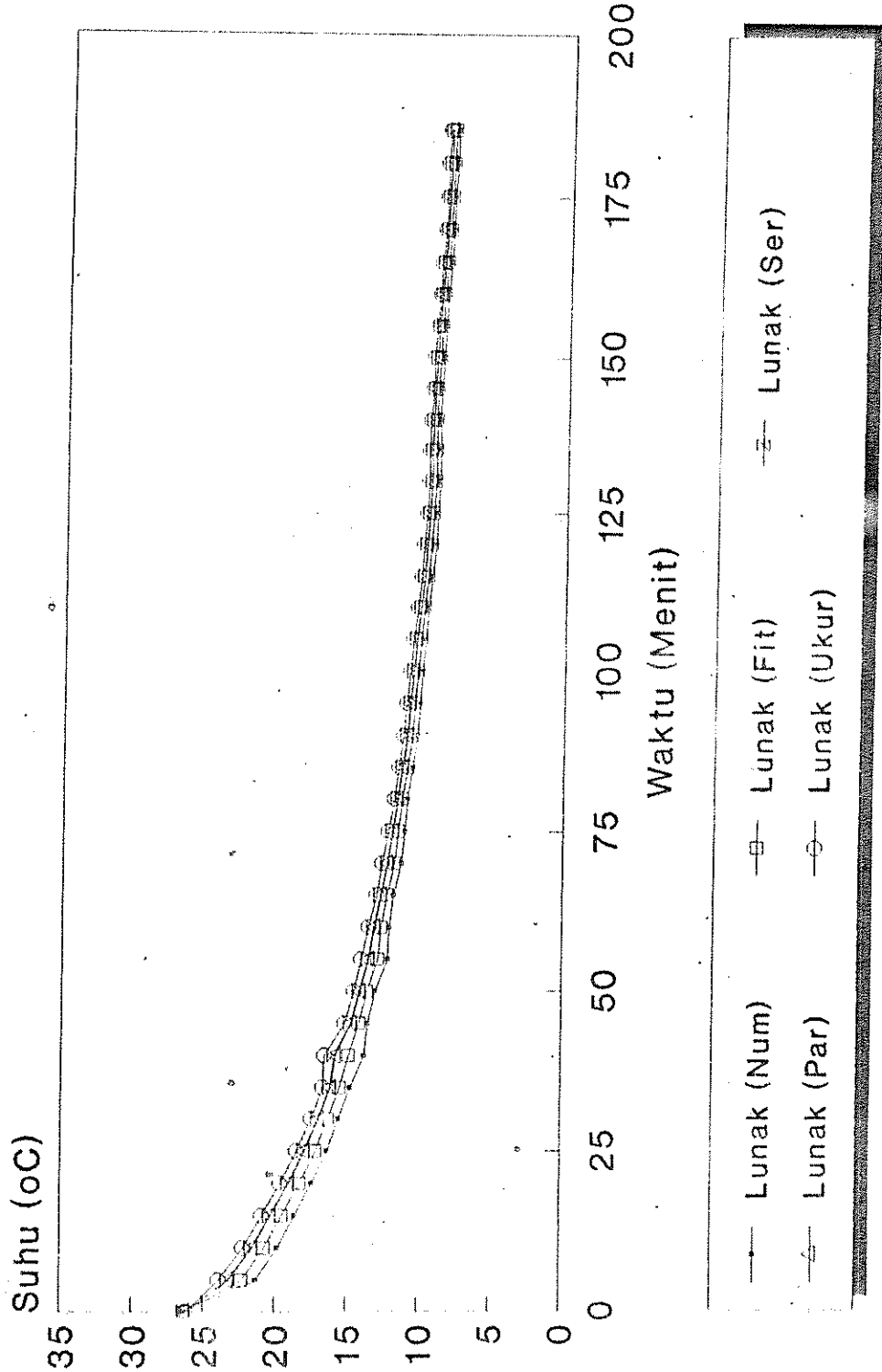
Gambar 11. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 5 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian keras

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**SEBARAN SUHU MANGGIS 6
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**

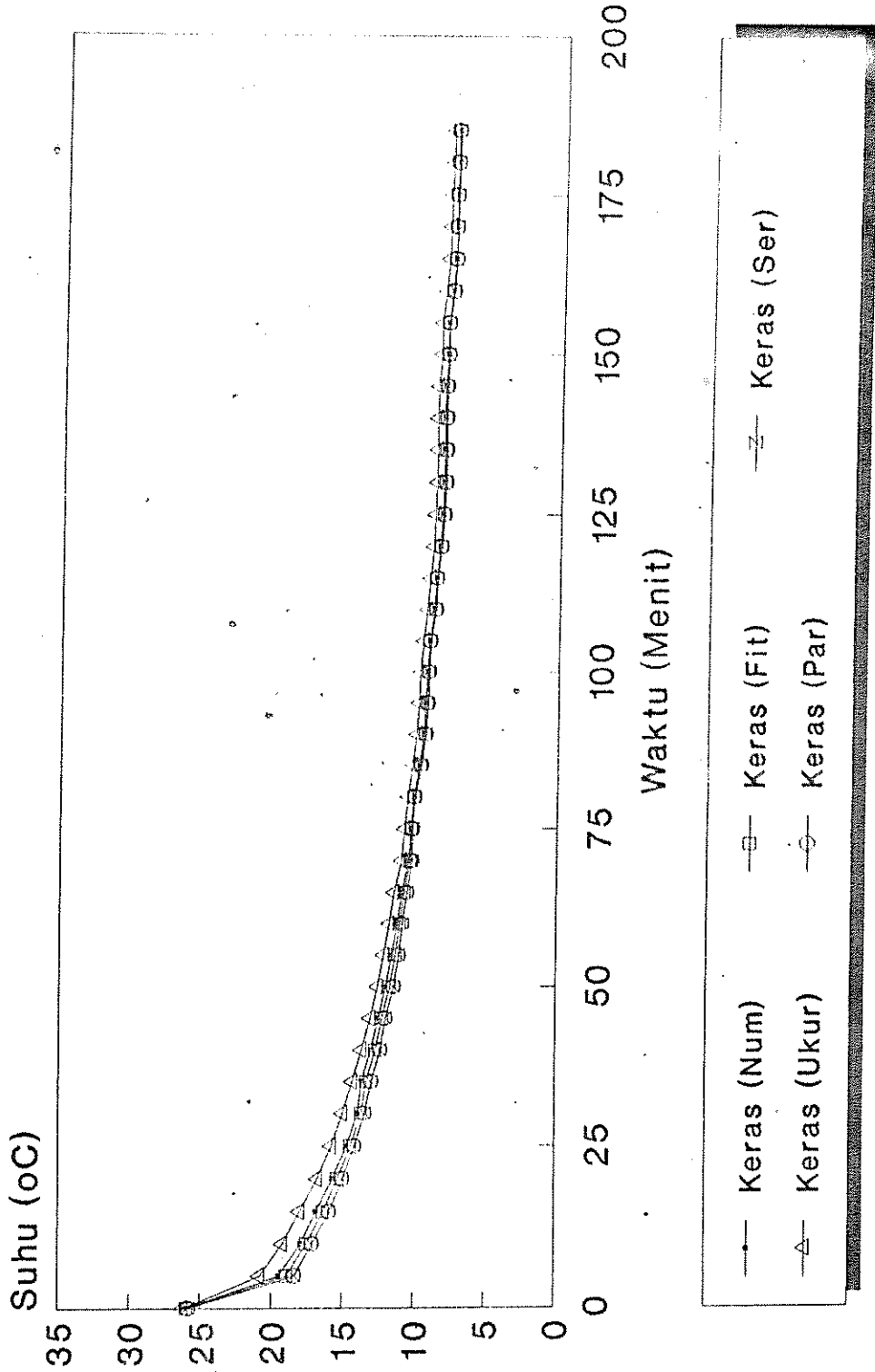


Gambar 12. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 6 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian lunak

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**SEBARAN SUHU MANGGIS 6
MENGUNAKAN NILAI ALPHA RATA-RATA**



Gambar 13. Grafik pengukuran dan sebaran suhu manggis 6 menggunakan nilai alpha rata-rata untuk bagian keras

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.