

**ANALISIS HUBUNGAN PANAS LATEN DENGAN
KADAR AIR KESETIMBANGAN PADA PROSES
PENGERINGAN SHEET KOAGULAN
ASAP CAIR**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Oleh :

ROHMAT

NIM. 961710201090

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2001

Asal : Studi
Penelitian
Terima : 7 JUL 2001
No. Induk : 10 23 6 202
Klass : 678.2
ROH
a

HALAMAN DOSEN PEMBIMBING

DOSEN PEMBIMBING:

Ir.SISWIJANTO, MP (DPU)

Ir. HERLINA, MP (DPA)

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima Oleh:

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

sebagai KARYA ILMIAH TERTULIS (SKRIPSI)

Dipertahankan Pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 06 Juni 2001

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua


Ir. SISWIJANTO, MP
NIP. 136 802 225

Anggota I


Ir. HERLINA, MP
NIP. 132 046 360

Anggota II


Ir. BAMBANG MARHAENANTO, M.Eng
NIP. 131 918 530

Mengesahkan

Dekan




SITI HARTANTI, MS

NIP. 130 350 763

MOTTO

"Barang siapa yang menghendaki kemulyaan, maka bagi Allah letak kemulyaan itu"
(Qs. Fathir – 10)

"Ambillah kesempatan lima sebelum (datang) perkara lima yaitu: hidupmu sebelum matimu, sehatmu sebelum sakitmu, kesempatammusebelum kesempitanmu, masa mudamu sebelum masa tuamu, masa kayamu sebelum masa miskinmu"
(Hadits Riwayat hakim)

"Dosa terbesar adalah Takut, Rekreasi terbesar adalah Bekerja, Kesalahan terbesar adalah Tutus asa, Keberanian terbesar adalah Sabar, Guru terbaik adalah Pengalaman, Rahasia yang paling berarti adalah Mati, Kebanggaan terbesar adalah Kepercayaan, Keuntungan terbesar adalah Anak yang Sholeh, Pemberian yang berarti adalah Partisipasi, Modal terbesar adalah Percaya diri"
(Falsafah Syarifudin Ali r.a)

"Sak bekjo bekjane wong kang Lali isih luweh bekjo wong kang Cling lan 'Waspodho"
(Pepatah Jawa)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ilmiah tertulis ini aku persembahkan kepada:

- ∞ *Ayahanda MUYALNO dan Ibunda KOSIDAH,*
atas segala kasih sayang, do'a dan perhatian yang diberikan.
- ∞ *Mbah-mbah sekalian (Mbah Tukiran, Mbok Wagirah*
(Alm), mbah Marto kaenui), atas segala Do'anya.
- ∞ *Adikku Riduwan, atas suportnya.*
- ∞ *Seseorang yang akan mendampingi hidupku, semoga setia*
mendampingiku untuk selamanya.
- ∞ *Almamater yang kebanggakan*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat **Allah SWT**, atas rahmat, taufiq, hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan judul “ **ANALISIS HUBUNGAN PANAS LATEN DENGAN KADAR AIR KESETIMBANGAN PADA PROSES PENDINGINAN SHEET KOAGULAN ASAP CAIR**”. Meskipun dengan berbagai kendala penulisan ini dapat penulis selesaikan.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

- 1 Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S, Selaku dekan fakultas teknologi pertanian.
- 2 Ir. Setiyo Harri, M.S, Selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian.
- 3 Ir. Siswijanto, M.P, selaku Dosen Pembimbing Utama.
- 4 Ir. Herlina, M.P, selaku Dosen Pembimbing Anggota.
- 5 Ir. Bambang Marhaenanto, M Eng, selaku sekretaris.
- 6 Ir. Soni Sisbudi, Meng selaku dosen wali dan Sri Sukmawati, ST, selaku dosen wali pengganti yang telah banyak memberi bimbingan dan nasehat.
- 7 Ust. K.H. Umar Hotib, yang telah banyak memberi wejangan tentang arti hidup dan hakekat kehidupan ini.
- 8 Para Teknisi Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian (mbak Wim, mas Mistar) yang telah banyak membantu kelancaran penelitian ini.
- 9 Rekan-rekan mantan poengurus “**IMATEKTA**” periode 1998/1999.

- 10 Rekan-rekan mantan pengurus "**KOSINUSTETA**" periode 1998/1999
- 11 Keluarga besar "**Pondok Pagah Permai**" (mbah Romli, mbah Meygo, Saleh, Roni, Andi, Endri, Budi, Andre, Wahyu), atas kekeluargaan yang selama ini terjalin.
- 12 Rekan-rekan FKMT cabang Jember (Rofiq, Arip, Erna, Utami, Warnida, Ida, Erdin, dan semua yang tak mungkin disebutkan semuanya) yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini.
- 13 Keluarga besar "**WORKSHOPGADE**" (mas Agus, Joko, Beben, Eko, Nungki, dll), terimakasih bantuannya selama pengerjaan skripsi ini.
- 14 Adikku tersayang Riduwan, yang telah memberikan semangat.
- 15 Rekan-rekan TEP Angkatan '96 semuanya, terima kasih atas keakraban yang tercipta selama ini.
- 16 Semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan Karya Ilmiah tertulis (Skripsi) ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Karya Ilmiah tertulis (skripsi) ini, tak lupa penulis minta saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan penulisan ini.

Jember, 2001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
RINGKASAN	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Perkembangan Karet di Indonesia	4
2.2 Komposisi Lateks	4
2.3 Asap Cair (<i>liquid Smoke</i>)	5
2.4 Kadar Air Bahan	5
2.5 Kadar Air Kesetimbangan	6
2.6 Panas Laten Penguapan	8
2.7 Proses Pengeringan	9
2.8 Laju Pengeringan	10

2.8.1 Periode Permulaan.....	12
2.8.2 Periode Laju Pengeringan Tetap.....	12
2.8.3 Periode Laju Kritis dan laju pengeringan Menurun I.....	12
2.8.4 Periode Lju Pengeringan Menurun II.....	13
III. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat dan Waktu.....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan.....	14
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3.1 Persiapan.....	15
3.3.2 Pengujian.....	15
3.3.3 Pendekatan Teori.....	16
3.3.4 Analisis Data.....	17
3.3.4.1 Data Observasi.....	17
3.3.4.2 Data Prediksi.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.2 Uji Validitas Model.....	28
4.2.1 Panas Laten Prediksi.....	28
4.2.2 Analisis Grafis.....	31
4.2.3 Analisis Statistik.....	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

JUDUL	HALAMAN
4.1 Kadar Air setimbang Sheet Observasi	20
4.2 Pers. Hubungan antara Ln Pv Dengan Ln Pvs pada berbagai EMC	25
4.3 Panas laten Prediksi Sheet pada berbagai perlakuan suhu	28
4.4 Nilai t – hitung dari berbagai perlakuan suhu	32

DAFTAR GAMBAR

JUDUL	HALAMAN
2.1 Kurva Kadar Air Kesetimbangan Statis	8
2.2 Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu Pengerinan	11
2.3 Hubungan Antara Laju Pengerinan dengan Waktu pengerinan	11
4.1 Hubungan Aw dengan EMC pada Suhu 30 °C	21
4.2 Hubungan Aw dengan EMC pada Suhu 40 °C	21
4.3 Hubungan Aw dengan EMC pada Suhu 50 °C	22
4.4 Hubungan Aw dengan EMC pada Suhu 60 °C	22
4.5 Hubungan Ln Pv dengan Ln Pvs pada berbagai EMC	24
4.6 Hubungan h' fg Observasi terhadap EMC	26
4.7 Hubungan h' fg prediksi dengan EMC pada suhu 30°C	28
4.8 Hubungan h' fg prediksi dengan EMC pada suhu 40°C	29
4.9 Hubungan h' fg prediksi dengan EMC pada suhu 50°C	29
4.10 Hubungan h' fg prediksi dengan EMC pada suhu 60°C	30
4.11 Grafik hubungan antara panas laten Sheet dengan kadar air kesetimbangan dan kelembaban relatif	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel data hasil perhitungan EMC pada berbagai suhu perlakuan	36
2. Tabel Nilai Pv pada berbagai EMC	40
3. Tabel Nilai Ln Pv Pada berbagai variasi suhu dan EMC	41
4. Tabel Nilai h'fg Observasi pada berbagai variasi EMC	42
5. Tabel Nilai h'fg prediksi pada berbagai variasi EMC	43
6. grafik hubungan EMC dengan h'fg/hfg observasi	44
7. Nilai RH dari berbagai variasi suhu dan EMC	45
8. Tabel tekanan uap jenuh (Pvs) dalam SI dan English Units.....	46
9. Perhitungan koefisien Determinasi sebuah regresi pada suhu 30°C	47
10. Perhitungan koefisien Determinasi sebuah regresi pada suhu 40°C	48
11. Perhitungan koefisien Determinasi sebuah regresi pada suhu 50°C	49
12. Perhitungan koefisien Determinasi sebuah regresi pada suhu 60°C	50
13. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y=X$ pada suhu 30°C	51
14. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y=X$ pada suhu 40°C	52
15. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y=X$ pada suhu 50°C	53
16. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y=X$ pada suhu 60°C	54

17. Uji kesamaan data observasi dan prediksi.....	55
18. analisis statisti dengan Uji-t.....	57

DAFTAR SIMBOL

Aw	=	Aktivitas air.
C,n	=	konstanta
E	=	2.303
EMC	=	Kadar Air Kesetimbangan (%)
h _{fg}	=	Panas Laten (Kj / kg)
h' _{fg}	=	Panas Laten Sheet (Kj / kg)
JKR	=	Jumlah Kuadrat Regresi ($\bar{y} - y$)
JKS	=	Jumlah Kuadrat Sisa ($y_i - \bar{y}$) ²
JKT	=	Jumlah Kuadrat Total ($y_i - \bar{y}$) ²
M	=	Massa (Kg)
P _v	=	Tekanan uap (N/M ²)
P _{vs}	=	Tekanan uap jenuh (N/M ²)
R	=	Konstanta gas umum (0,3143.10 ³ J/Kg mol)
R ²	=	Koefisien Determinasi
RH	=	Kelembaban Relatif (%)
T	=	Suhu (°C)
V _f	=	Volume Spesifik air (m ³ /Kg)
V _v	=	Volume Spesifik uap air (m ³ /Kg)
Y	=	Data panas laten prediksi

RINGKASAN

ROHMAT (961710201090), "**ANALISIS HUBUNGAN PANAS LATEN DENGAN KADAR AIR KESETIMBANGAN PADA PROSES PENGERINGAN SHEET KOAGULAN ASAP CAIR**", Dosen pembimbing Utama Ir. Siswijanto, MP; Dosen Pembimbing Anggota Ir. Herlina, MP.

Karet alam basah mempunyai kadar air yang tinggi, apabila tidak dilakukan pengeringan maka akan menyebabkan kerusakan sebelum digunakan lebih lanjut.

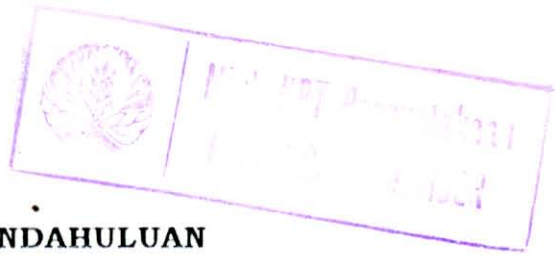
Selama proses pengeringan sebagian besar air bahan akan diuapkan ke udara. Dalam proses penguapan dilakukan data panas laten penguapan ($h'fg$). Koagulan yang digunakan adalah asap cair sebagai pengganti asam format dan asam asetat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui panas penguapan sheet ($h'fg$) pada kondisi kelembaban nisbi tertentu dengan variasi suhu ruang tertentu.

Penelitian "Analisis Hubungan Panas Laten dengan Kadar Air Kesetimbangan pada Proses Pengeringan Sheet Koagulan Asap Cair" dilaksanakan dipabrik pengolahan PDP Sumber Wadung dan di laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis Grafis dan analisis Statistik dengan uji-t. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar air kesetimbangan pada pengeringan Sheet, panas laten yang dibutuhkan semakin kecil.

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karet alam merupakan salah satu komoditi pertanian yang penting baik untuk lingkup internasional dan teristimewa bagi Indonesia. Di Indonesia karet merupakan salah satu hasil pertanian terkemuka karena banyak menunjang perekonomian negara (Nazaruddin, 1992).

Tanaman karet selain tergolong mudah diusahakan juga sangat cocok dengan kondisi negara kita yang beriklim tropis. Total luas perkebunan karet di Indonesia mencapai tiga juta hektar lebih, terluas di dunia. Volume dan nilai ekspor produk karet alam Indonesia yang terbesar adalah SIR (Crumb Rubber) 958,747 ton (813.048 US\$), SIT (Ribbed Smoked Sheet) 150.702 ton (142.468 US\$), dan lateks pekat 33.704 (45.444 US\$) (Anonim, 2000).

Dalam usaha dibidang pertanian, kegiatan penanganan atau pengelolaan bahan hasil pertanian selepas panen harus benar-benar diperhatikan, karena kebanyakan bahan hasil pertanian mempunyai kadar air yang cukup tinggi.

Karet alam basah mempunyai kadar air kurang lebih 60 %, apabila tidak dilakukan pengeringan, maka akan menyebabkan kerusakan sebelum proses lebih lanjut. Menurut Taib dkk (1988), adanya kadar air yang cukup tinggi pada bahan akan mempermudah pertumbuhan mikroorganismenya, sehingga dapat mengakibatkan berbagai perubahan fisik dan kimia dari suatu bahan pertanian. Apabila perubahan tersebut tidak diinginkan atau tidak dapat diterima oleh konsumen, maka bahan tersebut dapat dikatakan mengalami kerusakan.

Penggunaan koagulan asap cair pada penelitian ini didasarkan pada beberapa alasan yaitu :

- 1). asap cair bersifat asam, sehingga dapat digunakan sebagai bahan koagulan pada pembuatan sheet (Herlina, 1998);
- 2). pengeringan sheet dilakukan dengan menggunakan oven, sehingga untuk mendapatkan sheet yang sesuai dengan pengolahan di rumah pengasapan, sheet harus mengandung komponen asap. Menurut Herlina (1988), asap cair mengandung komponen - komponen asap yang berperan penting dalam pembentukan warna, sebagai bahan pengawet, anti bakteri, dan mengandung zat anti oksidan yang dapat meningkatkan ketahanan sheet terhadap pengusangan (panas), sehingga dengan pengeringan oven sheet yang dihasilkan mempunyai komponen penyusun yang sama dengan pengeringan di rumah pengasapan.

Selama proses pengeringan, sebagian besar air bahan akan diuapkan ke udara. Dalam proses penguapan diperlukan data panas laten penguapan bahan (h'_{fg}), yaitu sejumlah panas atau kalor yang diperlukan untuk menguapkan sejumlah air yang terdapat di dalam bahan (Earle, 1969).

Dengan diketahui besarnya panas laten penguapan bahan, maka dapat diketahui jumlah energi yang digunakan selama proses pengeringan, menurut Earle (1969), energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air di bawah pengaruh kondisi tertentu dapat dihitung dari panas laten yang diberikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui panas penguapan sheet ($h'fg$) pada kondisi kelembaban nisbi tertentu dengan variasi suhu ruang tertentu.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam penentuan ruang penyimpangan yang baik, perancangan alat pengering yang berhubungan dengan sifat termofisik dari sheet, serta dapat digunakan dasar penelitian selanjutnya.

1.4 Batasan Permasalahan

Penelitian ini dibatasi pada hubungan antara kadar air kesetimbangan dengan suhu pengeringan sheet.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Karet di Indonesia

Tanaman karet memiliki peranan yang besar dalam perekonomian Indonesia. Banyak penduduk yang hidup dengan mengandalkan pada pengolahan hasil tanaman ini. Karet tak hanya diusahakan oleh perkebunan perkebunan besar milik negara yang memiliki areal mencapai ratusan ribu hektar, tetapi juga diusahakan oleh swasta dan rakyat. Hasil devisa yang diperoleh dari karet cukup besar. Bahkan Indonesia pernah menguasai produksi karet dunia dengan melibas negara-negara lain dan negara asal tanaman karet sendiri di daratan Amerika Selatan

Indonesia sampai tahun 1992 menduduki posisi ketiga sebagai produsen karet alam dunia di bawah Thailand dan Malaysia (Nazaruddin, dkk., 1992).

2.2 Komposisi Lateks

Lateks adalah getah yang dikeluarkan oleh pohon karet, merupakan larutan koloid dengan partikel karet dan bukan karet yang tersuspensi di dalam suatu media yang banyak mengandung bermacam-macam zat (*substance*). Sifat-sifat lateks adalah sebagai berikut :

- 1) warna lateks putih susu – kuning
- 2) komposisi lateks terdiri dari bahan karet mentah (*crude rubber*) 25-40 % dan serum (air yang terlarut) 60 - 75 %, sedangkan bahan mentah karet terdiri dari : karet murni 90-95 %, protein 2-3 %, asam

lemak 1-2 %, gula 0,2 %, garam Na, K, Mg, P, Ca, Cu, Mn, dan Fe 0,5 %.

- 3) partikel karet tersuspensi dalam serum lateks dengan ukuran 0,04 – 3 mikron atau 0,2 milyar partikel karet per ml lateks.
- 4) berat jenis lateks 0,945
- 5) lateks membeku pada suhu 32 °F, karena terjadi koagulasi (Anonim, 2000).

2.3 Asap Cair (Liquid Smoke)

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan campuran larutan dari dispersi koloid asap kayu dalam air, yang dibuat dengan mengkondensasikan asap dari hasil pembakaran kayu tidak sempurna. Kayu sebagai komponen bahan bakar umumnya tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin, sedangkan komponen lainnya tanin, resin, dan terpenin (Maga, 1987).

Disamping itu kayu mengandung komponen yang bukan merupakan bagian esensial dari dinding sel termasuk di dalamnya adalah senyawa-senyawa protein dan substansi pektin. Masing-masing jenis kayu mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin, serta senyawa lain yang berbeda-beda (Fengel dan Wegener, 1955).

Menurut Maga (1987), komposisi asap cair adalah air 11- 92 %; fenol 0.2 – 2.9 %; asam 2.8 – 4.5 %; karbonil 2.6 – 4.6 %, dan tar 1,17 %.

2.4 Kadar Air Bahan

Menurut Winarno (1984), jumlah kandungan air pada bahan pertanian akan mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba, dan biasanya dinyatakan sebagai water activity

(*A_w*). Yang dimaksud dengan water activity adalah jumlah air bebas bahan yang dapat dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, maka sebagian air pada bahan dihilangkan sehingga mencapai kadar air tertentu.

Menurut Muhtadi (1997), kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (*RH*) udara sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah sedangkan *RH* sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi basah atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Bila suhu bahan lebih rendah atau dingin, maka akan terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan sehingga merupakan media yang baik bagi perkembangbiakan bakteri atau pertumbuhan kapang.

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan beberapa cara. Hal ini tergantung pada sifat bahannya. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan meneringkan bahan dalam oven pada suhu 105 – 110 ° C selama tiga sampai lima jam atau sampai didapat berat konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan (Winarno, 1984).

2.5 Kadar Air Kesetimbangan

Bahan hasil pertanian bila diletakkan dalam udara terbuka kadar airnya akan mencapai kesetimbangan dengan kelembaban udara sekelilingnya (*Equilibrium Moisture Content*). Setiap kelembaban nisbi dapat menghasilkan kadar air setimbang tertentu. Dengan demikian dapatlah dibuat suatu kurva yang menghubungkan antara besarnya kelembaban nisbi dan kadar air setimbang. Besarnya aktivitas air (*A_w*) sama dengan kelembaban nisbi seimbang dibagi 100. Oleh karena itu kurva yang menghubungkan besarnya kelembaban nisbi tertentu

dengan kadar air seimbang pada hakekatnya juga menggambarkan hubungan besarnya kadar air dan aktifitas air. Kurva tersebut disebut Isoterm Sorpsi Lembab (*Moisture Sorption Isoterm*).

Bahan basah di dalam alat pengering akan mengalami penguapan pada seluruh permukaannya. Pada suatu saat penguapan ini akan terhenti karena molekul-molekul air yang belum diserap dari bahan sama jumlahnya dengan molekul-molekul air yang diserap oleh permukaan bahan basah tersebut. Keadaan ini dikatakan sebagai keadaan kesetimbangan antara penguapan dan pengembunan. Kadar air dalam keadaan setimbang ini disebut kadar air kesetimbangan (*Equilibrium Moisture Content*). Kesetimbangan ini terjadi pada suhu tertentu dan ditentukan oleh kelembaban nisbi tertentu pula (Sri Setijahartini, 1980).

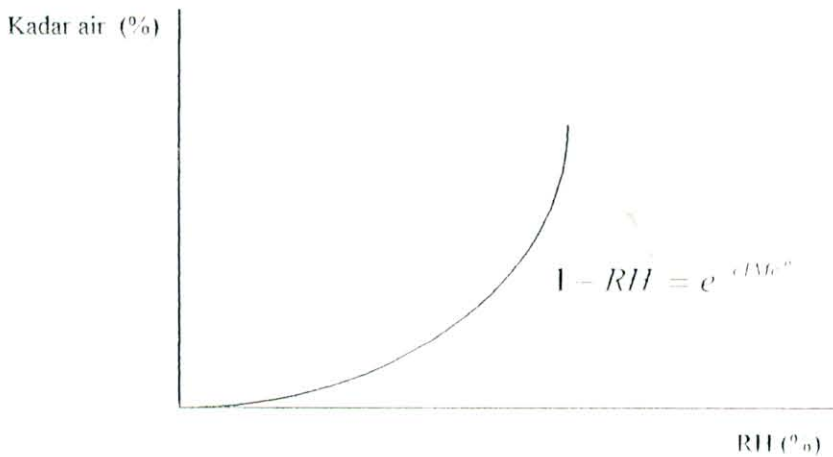
Kadar air kesetimbangan suatu bahan dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang dapat dikeringkan dibawah kondisi pengeringan yang tetap atau kesetimbangan antara kadar air bahan dengan suhu dan kelembaban udara sekelilingnya. Bila kelembaban nisbi udara sekeliling bahan dalam keadaan setimbang dengan sekitarnya disebut sebagai kelembaban nisbi kesetimbangan (*Equilibrium Relatif Humidity*) (Taib, dkk., 1988).

Kadar air kesetimbangan dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara dalam ruang pengering, suhu, kelembaban nisbi udara, jenis bahan yang digunakan, dan tingkat kematangan (Brooker, dkk., 1974).

Ada dua macam kadar air kesetimbangan yakni kadar air kesetimbangan statis dan dinamis. Kadar air kesetimbangan statis didapatkan dari sistem dimana bahan maupun udara sekelilingnya diam, sedangkan kadar air kesetimbangan dinamis didapatkan dimana bahan maupun udara sekelilingnya bergerak.

Kadar air kesetimbangan merupakan fungsi kelembaban (RH) dan suhu (T). Hubungan antara Me, RH, dan T ditunjukkan pada rumus 2.1 dan digambarkan dalam grafik seperti pada gambar 2.1 :

$$1 - RH = e^{-cTM_e^n} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.1. Kurva kadar air keseimbangan statis (Hall,1957)

2.6 Panas Laten Penguapan

Air mempunyai panas jenis (*specific heat*) dan panas laten (*latent heat*). Panas jenis adalah jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu kilogram air sebanyak 1°C. Panas laten penguapan adalah jumlah panas yang diperlukan untuk mengubah satu kilogram air menjadi uap pada suhu titik didih air. Panas laten

dan suhu penjumlahan air akan berubah menurut perubahan tekanan absolut air tersebut.

2.7 Proses Pengeringan

Proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air bahan sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan bahan hasil pertanian akibat aktifitas biologis dan kimia sebelum bahan digunakan. Pada proses pengeringan suhu udara pengering memegang peranan penting. Semakin besar perbedaan antara suhu pemanas dengan bahan yang akan dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan, sehingga pengurangan air dari bahan akan lebih cepat ke udara. Semakin tinggi suhu udara pengering semakin cepat proses pindah panas antara udara pengering dan bahan, akibatnya uap air yang dikeluarkan dari bahan semakin cepat.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah, sehingga terjadi penguapan.

Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara pengering dengan udara di sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan udara yang mengalir. Bila udara tidak mengalir, maka kandungan uap air di sekitar bahan yang dikeringkan makin jatuh, sehingga pengeringan makin lambat.

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim

terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan yang lama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu : faktor yang berhubungan dengan udara pengering antara lain suhu, kecepatan, volumetrik aliran udara pengering dan kelembaban udara; sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan antara lain ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial dalam bahan (Hall, 1957).

Menurut Earle (1969), peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses, yaitu :

- 1) proses perpindahan panas, yaitu proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas.
- 2) proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

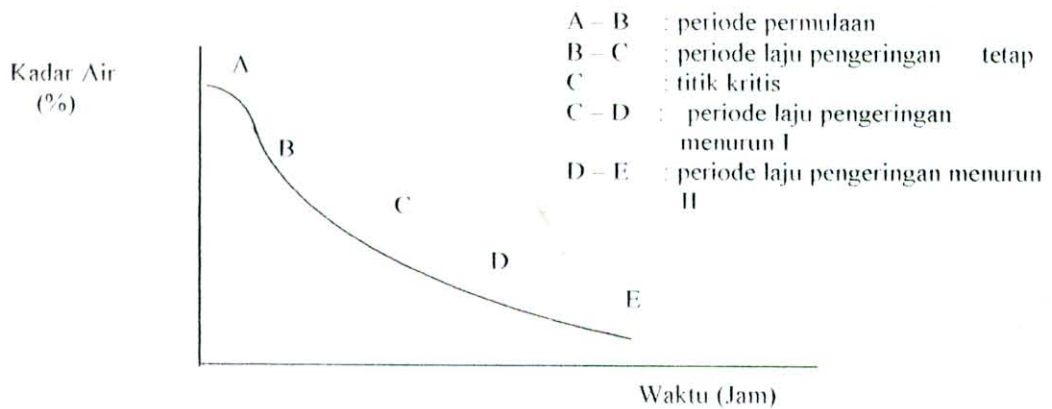
Selama proses pengeringan terjadi penurunan suhu bola kering udara, disertai dengan kenaikan kelembaban mutlak, kelembaban nisbi, tekanan uap dan suhu pengembunan udara pengering.

2.8 Laju Pengeringan

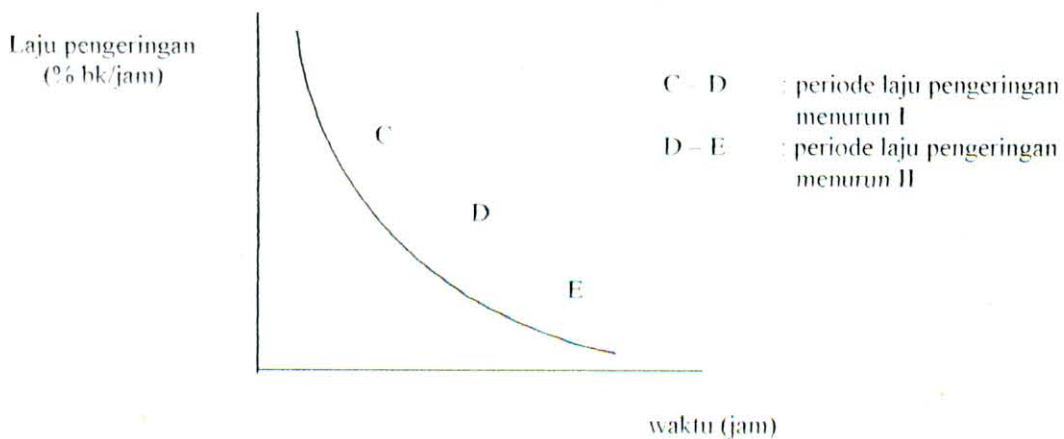
Menurut Henderson dan Perry (1955), proses pengeringan mempunyai dua periode utama, yaitu periode pengeringan dengan laju pengeringan tetap dan periode pengeringan dengan laju pengeringan menurun. Kedua periode utama ini dibatasi oleh kadar air kritis. Kadar air kritis adalah kadar air terendah saat laju air bebas dari dalam bahan ke permukaan sama dengan laju pengambilan uap air maksimum dari bahan.

Laju pengeringan dalam proses pengeringan suatu bahan yang mempunyai arti penting, karena laju pengeringan menggambarkan

bagaimana cepatnya pengeringan tersebut berlangsung. Untuk mengetahui berapa besarnya laju pengeringan dari suatu proses pengering maka perlu dilakukan pengukuran banyaknya uap air yang diuapkan. Secara sederhana laju pengeringan diartikan jumlah pound air yang diuapkan per bahan kering perjam. Selanjutnya dapat dibuat kurva pengeringan dari bahan yang bersangkutan, (Earle, 1969).



Gambar 2.2 Hubungan antara kadar air dengan waktu pengeringan (Taib,dkk., 1988).



Gambar 2.3 Hubungan antara laju pengeringan dengan waktu pengeringan (Taib, dkk., 1988).

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa proses pengeringan suatu bahan pangan akan menurunkan kadar air (ka) sampai mencapai kadar air minimum dalam jangka waktu yang lama. Sedangkan laju pengeringan akan menurun seiring dengan pertambahan waktu pengeringan.

2.9.1 Periode Permulaan

Periode ini disebut sebagai periode pemanasan. Panas dari udara pengering digunakan untuk memanaskan bahan sampai mencapai suhu pemanasan. Periode ini sangat pendek dan banyak, hal ini tidak dapat ditentukan dalam percobaan, (Anonim, 1988).

2.9.2 Periode Laju Pengeringan Tetap

Pada tahapan ini penguapan pada permukaan bahan sama dengan laju difusi air dari dalam bahan ke permukaan pada tingkatan, dimana permukaan bahan akan tetap dalam keadaan basah. Selama air tetap menutup permukaan penguapan maka laju pengeringan akan tetap dan periode ini digambarkan sebagai garis lurus atau mendatar, karena adanya penurunan kadar air maka jumlah cairan yang terdifusi ke permukaan bahan menjadi berkurang sampai akhirnya kadar air pada tingkatan dimana laju difusi tidak cukup membasahi bahan lagi.

2.9.3 Periode Titik Kritis dan Laju Pengeringan Menurun I

Pada tingkat terakhir pada laju pengeringan tetap kadar air bebas dalam bahan dinyatakan dalam kadar air kritis. Kadar air kritis adalah kadar air terendah saat laju air bebas dalam bahan ke permukaan dan sama dengan laju pengambilan uap air maksimum dari dalam bahan. Periode setelah kadar air kritis adalah laju pengeringan menurun. Pada

periode ini laju aliran dari dalam bahan ke permukaan bahan lebih kecil dibandingkan dengan laju air yang diuapkan dari permukaan bahan ke udara lingkungan. Periode ini disebut sebagai periode laju pengeringan menurun I.

2.9.4 Periode Laju Pengeringan Menurun II

Pada dasarnya laju pengeringan menurun I dan II adalah sama, hanya pada bagian bahan yang mempunyai kandungan air bahan sebagai air yang terisolasi terjadi laju pengeringan menurun II. Air yang terisolasi adalah air yang terkurung diantara turunan bahan yang terserap. Air ini sangat sulit diuapkan dalam proses pengeringan. Untuk menguapkan harus dibantu dengan jalan merusak struktur jaringan penyusun bahan tersebut misalnya dengan jalan penghancuran (Earle, 1969).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Pabrik Pengolahan PDP Jember, Kebun Sumber Wadung, Kecamatan Silo, Jember dan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember mulai bulan Desember 2000 sampai dengan Februari 2001.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Bak Koagulasi Lateks
2. Gilingan Karet
3. Botol Timbang
4. Toples
5. Termometer
6. Timbangan Analitis
7. Hygrometer
8. Oven / Inkubator

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Sheet basah dengan kadar air $\pm 60\%$
2. Bahan kimia berupa garam jenuh LiCl, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, NaBr, $NaNO_2$, NaCl, KNO_3 , K_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$
3. Asap cair kayu karet redestilasi

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Persiapan

1. Lateks segar dengan KKK 27 % diencerkan dengan air sampai KKK 14 %
2. Menyiapkan lateks sebanyak satu liter
3. Menambahkan asap cair sebanyak 20 ml ke dalam lateks kemudian dibiarkan selama ± 3 jam sampai lateks menggumpal dan siap digiling
3. Menggiling koagulum karet sampai ketebalan 2 – 3 mm
4. Mencuci lembaran sheet untuk menghilangkan kotoran dan mentiriskannya selama $\pm \frac{1}{2}$ jam
5. Memotong sheet dengan ukuran 40 x 10 x 3 mm
6. Mengeringkan sheet dengan oven sampai kadar air mencapai ± 14 %

3.3.2 Pengujian

1. Mengisi toples dengan garam jenuh dan membiarkannya selama 1 hari untuk mendapatkan RH konstan
2. Memasukkan sheet ke dalam toples
3. Memasukkan toples ke dalam inkubator dengan pengaturan suhu 30° C, sampai tercapai kadar air setimbang (kurang lebih selama enam hari)
4. Setelah tercapai suhu dan RH setimbang, toples dikeluarkan dari inkubator, kemudian bahan diuji kadar airnya dengan metode pengeringan pada suhu 110 °C selama 5 jam atau sampai berat bahan konstan
5. Mengulangi langkah 1 – 4 untuk suhu 40 °C, 50 °C, dan 60 °C

3.3.3 Pendekatan Teori

Kadar air kesetimbangan dapat digunakan untuk mengetahui panas laten penguapan.

1. Untuk mengetahui panas laten penguapan dapat digunakan persamaan yang disebut dengan persamaan Clapeyron sebagai (Brooker, 1974), berikut :

$$\frac{dp_v}{dT} = \frac{hfg}{T(v_g - v_f)} \quad (3.1)$$

Karena volume cairan (v_f) terlalu kecil dibandingkan dengan volume uap (v_g), sedangkan $v_g = mRT/P_v$ maka persamaan (3.1) menjadi

$$\frac{hfg}{mR T^2} = \frac{dp_v}{P_v} \quad (3.2)$$

Jika hfg diasumsikan konstan pada selang suhu yang kecil, maka integral dari persamaan (3.2) akan diperoleh :

$$\ln P_v = \frac{hfg}{mRT} + c \quad (3.3)$$

Untuk uap air di dalam bahan persamaan (3.3) menjadi

$$\ln P_v = \frac{h'fg}{mRT} + c \quad (3.4)$$

Pembagian persamaan (3.3) dengan persamaan (3.4) menghasilkan :

$$\frac{\ln P_v}{\ln P_{vs}} = \frac{h' f_g}{h f_g} + c \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\ln P_v = \frac{h' f_g}{h f_g} \ln P_{vs} + c \dots \dots \dots (3.6)$$

Besarnya panas laten penguapan air (hfg) dapat dicari dengan persamaan (Hall, 1957)

$$hfg = 2502 - 2,3775 T \dots \dots \dots (3.7)$$

2. Hubungan EMC dengan panas laten dapat dicari dengan persamaan (Hall, 1957)

$$\frac{h' f_g}{h f_g} = 1 + ac^{bMC} \dots \dots \dots (3.8)$$

3.3.4 Analisis Data

Dari hasil penelitian didapat dua data yaitu data dari hasil percobaan (*data observasi*) dan data hasil simulasi model (*data prediksi*).

3.3.4.1 Data Observasi

Data observasi adalah data kadar air setimbang dari berbagai variasi suhu dan RH. Data ini diolah kembali untuk mendapatkan data panas laten dalam hubungannya dengan suhu dan kadar air setimbang.

3.3.4.2 Data Prediksi

Data prediksi diuji validitasnya terhadap data observasi dengan menggunakan analisis grafis dan analisis statistik sebagai berikut :

1. Analisis Grafis

Membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara data observasi dan data prediksi dengan persamaan $Y = X$.

2. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan untuk menguji apakah data prediksi sama dengan data observasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji - t pada taraf kepercayaan 95 %, dengan rumus sebagai berikut (Sudjana, 1989).

$$t = \frac{x_1 - x_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots \dots \dots (3.9)$$

dimana :

x_1 = Rata - rata Data Observasi

x_2 = Rata - rata Data Prediksi

S = Simpangan Baku Gabungan

n_1 = Jumlah Data Observasi

n_2 = Jumlah Data Prediksi

Hipotesis dilakukan dengan pengujian terhadap uji dua data sebagai berikut :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ dan $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Dengan pengambilan keputusan sebagai berikut :

Jika : $-t - \text{tabel} < t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$, berarti H_0 diterima



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Suhu, kelembaban relatif , Kadar air setimbang, tekanan uap jenuh dapat digunakan untuk menentukan panas laten sheet.
2. Hubungan Kadar Air Keseimbangan dengan Panas Laten Penguapan Sheet ($h'fg$), dapat dituliskan dalam suatu persamaan $h'fg = (2502 - 2.3775T) \left(1 + 1.3914e^{-0.0593T/MC} \right)$.
3. Semakin tinggi Kadar Air Setimbang, Panas Laten yang dibutuhkan pada pengeringan sheet semakin kecil.

5.2 Saran

Nilai panas laten yang diperoleh dapat digunakan untuk melaksanakan penelitian selanjutnya, misalnya perhitungan efisiensi panas pada pengeringan sheet .

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. *Pengolahan Karet*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker – Arkema and C.W. Hall.1974. *Drying Cereal Grains*. USA : Avi Publising Company inc.
- Earle, R.L. 1969. *Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan*. Terjemahan Nasution Z. PT. Sastra Hudaya.
- Esmay, M.L. and M. Soemangat. 1973. Grain drying, handling and storage in the tropics. M.S.U., Michigan.
- Fengel dan Wegener.1955. *Kayu*. Fakultas MIPA. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hall, C. W.1957. *Dying and Storage of Agricultural*. USA : Avi Publishing Company inc.
- Henderson, S.M. and Perry.1955. *Agricultural Process Engineering*. USA : Avi Publishing Company inc.
- Herlina.1998. *Penggunaan Asap Cair (Liquid Smoke) Sebagai Bahan Koagulan dan Pengganti Proses Pengasapan Pada Proses Pengolahan Sit (Ribbed Smoked Sheet)*. Laporan Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Gadjahmada. Yogyakarta.
- Maga, J. A. 1988. *Smoke in Food Processing*. Bocaotan CRC Press. Florida.
- Muhtadi, T.R. 1997. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nazarudin.1992. *Karet*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sri Setijahartini. 1980. *Pengeringan*. Jurusan Teknologi Industri. Fateta. Institut Pertanian Bogor.
- Sudjana. 1989. *Metoda Statistika*. Tarsito. Bandung.

- Taib, G.G., Said dan Wiraatmadja, S. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. P.T. Rineka Cipta. Jakarta
- Winarno, F. G., Fardiaz. 1984. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.

Lampiran 1. Data Hasil Perhitungan EMC pada Berbagai Suhu
Kadar Air Setimbang pada Suhu 30 °C

RH(%)	B1	B2	B3	B Air	BK	KA	KA Rata-rata
12.850	17.2900	20.1600	19.9990	0.1610	2.7090	5.9432	5.9630
	22.3240	25.1750	25.0080	0.1670	2.6840	6.2221	
	23.9880	26.8510	26.6960	0.1550	2.7080	5.7238	
33.940	22.3490	25.2920	24.9980	0.2940	2.6490	11.0985	8.6284
	23.9330	26.8270	26.6860	0.1410	2.7530	5.1217	
	23.1410	25.9890	25.7380	0.2510	2.5970	9.6650	
58.700	21.1850	24.1690	23.8360	0.3330	2.6510	12.5613	12.3703
	22.4490	25.4660	25.1410	0.3250	2.6920	12.0728	
	22.7210	25.7590	25.4220	0.3370	2.7010	12.4769	
78.380	21.2890	24.5620	24.1230	0.4390	2.8340	15.4905	15.5632
	23.1210	26.3830	25.9470	0.4360	2.8260	15.4282	
	24.6500	27.9240	27.4780	0.4460	2.8280	15.7709	
85.890	22.6170	25.8420	25.3190	0.5230	2.7020	19.3560	19.3164
	22.9460	26.1880	25.6570	0.5310	2.7110	19.5869	
	23.2260	26.5070	25.9830	0.5240	2.7570	19.0062	
86.730	20.4890	23.7730	23.2320	0.5410	2.7430	19.7229	19.6579
	14.9780	18.2790	17.7490	0.5300	2.7710	19.1267	
	11.2680	14.5630	14.0110	0.5520	2.7430	20.1240	
93.460	22.9150	26.2050	25.6360	0.5690	2.7210	20.9114	20.9105
	23.1230	26.5120	25.9340	0.5780	2.8110	20.5621	
	18.4870	21.8410	21.2530	0.5880	2.7660	21.2581	
94.610	23.4800	26.8180	26.2290	0.5890	2.7490	21.4260	21.5870
	11.5270	14.9250	14.3270	0.5980	2.8000	21.3571	
	7.0270	10.4680	9.8480	0.6200	2.8210	21.9780	

Lanjutan

Kadar Air Setimbang pada Suhu 40 °C

RH(%)	B1	B2	B3	B Air	BK	KA	KA Rata-rata
12.850	24.9820	27.8320	27.6650	0.1670	2.6830	6.2244	4.6026
	22.8670	25.7410	25.6060	0.1350	2.7390	4.9288	
	22.1060	24.5810	24.5170	0.0640	2.4110	2.6545	
33.940	22.2470	25.2170	24.9920	0.2250	2.7450	8.1967	7.4566
	23.4250	26.3120	26.1060	0.2060	2.6810	7.6837	
	23.6200	26.5410	26.3630	0.1780	2.7430	6.4892	
58.700	22.1710	25.2060	24.8740	0.3320	2.7030	12.2826	11.8728
	25.7790	28.8110	28.4890	0.3220	2.7100	11.8819	
	23.1770	26.2130	25.9010	0.3120	2.7240	11.4537	
78.380	22.0070	25.2220	24.7560	0.4660	2.7490	16.9516	15.7155
	21.9220	25.1210	24.7020	0.4190	2.7800	15.0719	
	23.3590	26.5410	26.1230	0.4180	2.7640	15.1230	
85.890	23.6750	26.8520	26.3030	0.5490	2.6280	20.8904	18.8750
	18.3460	21.4510	20.9980	0.4530	2.6520	17.0814	
	23.0150	26.1510	25.6580	0.4930	2.6430	18.6530	
86.730	21.6970	24.8970	24.3970	0.5000	2.7000	18.5185	18.9172
	24.9510	28.1420	27.6240	0.5180	2.6730	19.3790	
	23.9980	27.2130	26.7030	0.5100	2.7050	18.8540	
93.460	20.7480	24.0300	23.4950	0.5350	2.7470	19.4758	19.8305
	24.0450	27.2410	26.7030	0.5380	2.6580	20.2408	
	23.8500	27.2540	26.6920	0.5620	2.8420	19.7748	
94.610	22.1960	25.4020	24.8530	0.5490	2.6570	20.6624	20.8832
	23.7250	26.8140	26.2800	0.5340	2.5550	20.9002	
	21.9480	25.1120	24.5610	0.5510	2.6130	21.0869	

Lanjutan

Kadar Air Setimbang pada Suhu 50 °C

RH(%)	B1	B2	B3	B Air	BK	KA	KA Rata-rata
12.850	24.7460	27.9320	27.8540	0.0780	3.1080	2.5097	2.3334
	21.9910	24.9770	24.9130	0.0640	2.9220	2.1903	
	22.2380	25.4400	25.3680	0.0720	3.1300	2.3003	
33.940	20.5240	23.8200	23.7210	0.0990	3.1970	3.0967	3.8108
	25.9920	29.1700	29.0230	0.1470	3.0310	4.8499	
	18.8980	21.8370	21.7380	0.0990	2.8400	3.4859	
58.700	21.0390	23.9040	23.7420	0.1620	2.7030	5.9933	7.1315
	18.6460	21.4920	21.2470	0.2450	2.6010	9.4195	
	23.0490	26.0610	25.8910	0.1700	2.8420	5.9817	
78.380	13.8540	16.8800	16.6080	0.2720	2.7540	9.8765	10.8417
	19.2030	22.1710	21.8220	0.3490	2.6190	13.3257	
	23.7390	26.6940	26.4420	0.2520	2.7030	9.3230	
85.890	22.5660	25.7660	25.3660	0.4000	2.8000	14.2857	12.1071
	23.4330	26.5530	26.2820	0.2710	2.8490	9.5121	
	21.8570	24.8400	24.5080	0.3320	2.6510	12.5236	
86.730	21.8070	25.0480	24.6780	0.3700	2.8710	12.8875	12.7903
	22.5760	25.6580	25.2590	0.3990	2.6830	14.8714	
	24.4900	27.5440	27.2510	0.2930	2.7610	10.6121	
93.460	21.3920	24.8630	24.3740	0.4890	2.9820	16.3984	15.1382
	21.7420	24.9620	24.5470	0.4150	2.8050	14.7950	
	22.3580	25.9000	25.4590	0.4410	3.1010	14.2212	
94.610	22.4830	25.7660	25.3510	0.4150	2.8680	14.4700	15.9856
	17.9700	21.1890	20.6990	0.4900	2.7290	17.9553	
	22.3180	25.6430	25.1960	0.4470	2.8780	15.5316	

Lanjutan

Kadar Air Setimbang pada Suhu 60 °C

RH (%)	B1	B2	B3	B Air	BK	KA	KA Rata-rata
12.850	22.7380	25.9150	25.8860	0.0290	3.1480	0.9212	1.0848
	22.3640	25.4730	25.4430	0.0300	3.0790	0.9743	
	18.2890	21.3470	21.3060	0.0410	3.0170	1.3590	
33.940	22.1830	25.0970	25.0620	0.0350	2.8790	1.2157	1.7353
	22.2910	25.1070	25.0690	0.0380	2.7780	1.3679	
	10.6450	13.5410	13.4670	0.0740	2.8220	2.6223	
58.700	21.2030	24.1440	23.9680	0.1760	2.7650	6.3653	5.7238
	24.7730	28.6210	28.4670	0.1540	3.6940	4.1689	
	23.4980	26.6310	26.4360	0.1950	2.9380	6.6372	
78.380	21.4620	24.5620	24.3250	0.2370	2.8630	8.2780	8.4929
	24.2300	27.4230	27.1690	0.2540	2.9390	8.6424	
	23.6760	27.0120	26.7490	0.2630	3.0730	8.5584	
85.890	15.9680	19.1750	18.9040	0.2710	2.9360	9.2302	9.3133
	22.9800	26.0830	25.8120	0.2710	2.8320	9.5692	
	24.6590	27.8710	27.6020	0.2690	2.9430	9.1403	
86.730	21.3080	24.4680	24.1660	0.3020	2.8580	10.5668	10.4798
	22.9390	26.0710	25.7730	0.2980	2.8340	10.5152	
	23.7930	26.8510	26.5640	0.2870	2.7710	10.3573	
93.460	8.1660	11.2810	10.9490	0.3320	2.7830	11.9296	11.4283
	20.0230	23.2430	22.9710	0.2720	2.6480	10.2719	
	23.6710	27.0010	26.6420	0.3590	2.9710	12.0835	
94.610	21.9510	25.2700	24.9660	0.3040	3.0150	10.0829	11.6488
	21.8190	25.0430	24.6950	0.3480	2.8760	12.1001	
	22.6070	26.1410	25.7410	0.4000	3.1340	12.7632	

Keterangan :

B1 = Berat Botol Timbang

B2 = Berat Botol Timbang + Bahan Sebelum Pengeringan

B3 = Berat Botol Timbang + Bahan Setelah Pengeringan

Bair = B2 - B3

BK = B3 - B1

$$KA = \frac{B2 - B3}{B3 - B1} \times 100\%$$

Lampiran 2. Nilai Pv pada berbagai nilai EMC

EMC	PV			
	T1	T2	T3	T4
3	0.1315137	0.69672	3.1005804	7.00847
4	0.3522112	1.06458	3.856672	8.4711
5	0.5729087	1.43244	4.6127636	9.93373
6	0.7936063	1.80029	5.3688551	11.3964
7	1.0143038	2.16815	6.1249467	12.859
8	1.2350014	2.53601	6.8810383	14.3216
9	1.4556989	2.90387	7.6371299	15.7842
10	1.6763965	3.27172	8.3932215	17.2469
11	1.8970940	3.63958	9.1493131	18.7095

Lampiran 3. Nilai Ln Pvs pada berbagai variasi suhu dan EMC

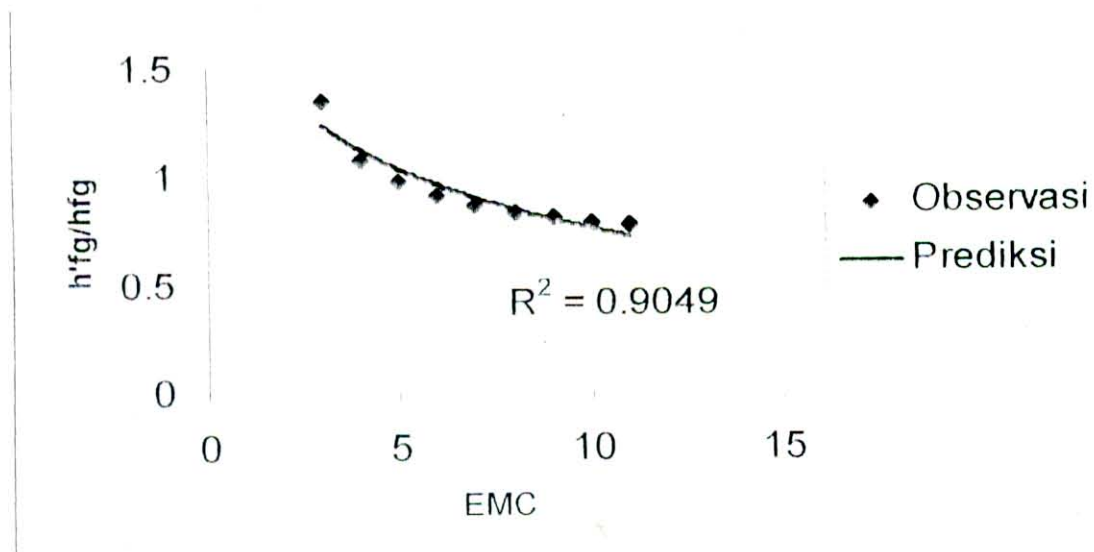
EMC	Ln Pvs			
	T1	T2	T3	T4
3	1.4459774	1.99932	2.5136561	2.99273
4	-2.028645	-0.3614	1.1315893	1.94712
5	-1.043524	0.06258	1.3498046	2.13666
6	-0.557029	0.35938	1.5288271	2.29594
7	-0.231168	0.58795	1.6806147	2.43329
8	0.0142025	0.77387	1.8123701	2.55404
9	0.2110721	0.93059	1.9287696	2.66177
10	0.3754861	1.06604	2.0330219	2.75901
11	0.5166465	1.18532	2.1274244	2.84763
11	0.6403232	1.29187	2.2136788	2.92903

Lampiran 4. Nilai h'fg Observasi pada berbagai variasi EMC

EMC	h'fg Observasi				
	H'fg/hfg	h'fg 1	h'fg 2	h'fg 3	h'fg 4
3	1.342	3261.97	3230.0598	3198.15	3166.25
4	1.0828	2631.93	2606.1913	2580.45	2554.7
5	0.9728	2364.56	2341.4323	2318.3	2295.18
6	0.9086	2208.51	2186.9093	2165.31	2143.71
7	0.8658	2104.48	2083.894	2063.31	2042.73
8	0.835	2029.61	2009.7615	1989.91	1970.06
9	0.8118	1973.22	1953.9214	1934.62	1915.32
10	0.7935	1928.74	1909.8752	1891.01	1872.14
11	0.778	1891.07	1872.5682	1854.07	1835.57

Lampiran 5. Nilai h'fg Prediksi pada berbagai variasi EMC

EMC	h'fg Prediksi				
	h'fg/hfg	h'fg 1	h'fg 2	h'fg 3	h'fg 4
3	1.2366594	3005.92	2976.5155	2947.11	2917.71
4	1.1227661	2729.08	2702.3856	2675.69	2649
5	1.0344235	2514.35	2489.754	2465.16	2440.57
6	0.9622424	2338.9	2316.0213	2293.14	2270.27
7	0.9012142	2190.56	2169.1324	2147.71	2126.28
8	0.8483491	2062.06	2041.8914	2021.72	2001.55
9	0.8017188	1948.72	1929.657	1910.6	1891.54
10	0.7600066	1847.33	1829.2598	1811.19	1793.12
11	0.7222733	1755.61	1738.4395	1721.27	1704.1

Lampiran 6. Grafik Hubungan EMC dengan $h'fg/h'fg$ Observasi

Lampiran 7. Nilai RH dari berbagai variasi suhu dan EMC

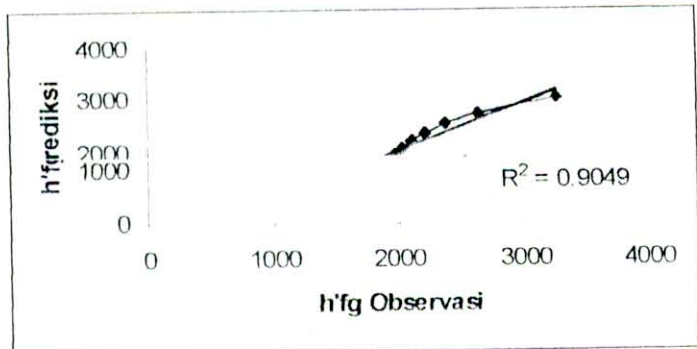
EMC	RH (%)			
	T1	T2	T3	T4
3	3.0973543	9.43556	25.105914	35.1478
4	8.2951297	14.41738	31.228113	42.48295
5	13.492905	19.39919	37.350312	49.81809
6	18.69068	24.38101	43.472511	57.15323
7	23.888456	29.36283	49.59471	64.48837
8	29.086231	34.34464	55.71691	71.82352
9	34.284006	39.32646	61.839109	79.15866
10	39.481782	44.30827	67.961308	86.4938
11	44.679557	49.29009	74.083507	93.82894

Lampiran 8. Tekanan Uap jenuh (Pvs) dalam SI dan English Units antara 0 °C sampai 85 °C (32 – 185 °F)

Temp(°C)	Pvs (kPa)	Temp (°F)	Pvs (psi)
0	0.611	32	0.088
5	0.872	41	0.127
10	1.228	50	0.178
15	1.705	59	0.217
20	2.339	68	0.339
25	3.169	77	0.459
30	4.246	86	0.459
35	5.628	95	0.615
40	7.384	104	1.07
45	9.593	113	1.39
50	12.35	122	1.789
55	15.76	131	2.28
60	19.94	140	2.889
65	25.03	149	3.62
70	31.19	158	4.519
75	38.58	167	5.59
80	47.39	176	6.868
85	57.83	185	8.385

Lampiran 9. Perhitungan Koefisien Determinasi sebuah Regresi pada Suhu 30 °C menggunakan komputer

X	Y
3261.97	3005.92
2631.93	2729.08
2364.56	2514.35
2104.48	2190.56
2029.61	2062.06
1973.22	1948.72
1928.74	1847.33
1891.07	1755.61



Perhitungan Koefisien Determinasi dengan manual:

\bar{X}	\bar{Y}	$Y - Y_i$	$(Y - Y_i)^2$	$Y_0 = a + bX$	$Y_0 - Y$	$(Y_0 - Y)^2$
3261.97	3005.92	740.0833	547723.3403	3006.030352	740.020353	547630.1228
2631.93	2729.08	2729.08	7447877.646	2729.213911	2729.213911	7448608.573
2364.56	2514.35	2514.35	6321955.923	2514.502185	2514.502185	6322721.236
2208.51	2338.9	2338.9	5470453.21	2339.067115	2339.067115	5471234.969
2104.48	2190.56	2190.56	4798553.114	2190.739739	2190.739739	4799340.603
2029.61	2062.06	2062.06	4252091.444	2062.250674	2062.250674	4252877.842
1973.22	1948.72	1948.72	3797509.638	1948.920319	1948.920319	3798290.41
1928.74	1847.33	1847.33	3412628.129	1847.538947	1847.538947	3413400.162
1891.07	1755.61	1755.61	3082166.472	1755.826753	1755.826753	3082927.585
20391.09	20392.53		39130958.92	20394.08999	20394.08999	39137031.5
2266.01	2265.83667		4347884.324	2266.009999		4348559.056

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{(y_0 - y)^2}{(y - y)^2} = 1.0001$$

Dimana : x = Nilai panas laten Observasi

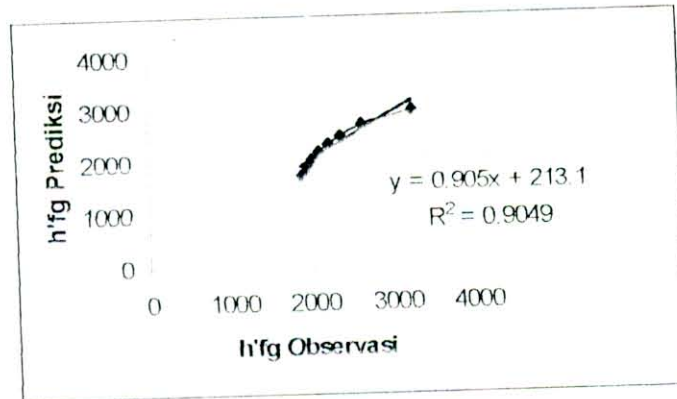
Y = Nilai panas laten Prediksi

Y_i = Nilai y rata-rata

Y_0 = Nilai y taksiran

Lampiran 10. Perhitungan Koefisien Determinasi Sebuah Regresi pada Suhu 40 °C menggunakan komputer

Xi	Yi
3230.06	2976.516
2606.191	2702.386
2341.432	2489.754
2186.909	2316.021
2083.894	2169.132
2009.762	2041.891
1953.921	1929.657
1909.875	1829.26
1872.568	1738.44



Perhitungan Koefisien Determinasi dengan Manual:

X	Y	Y - Yi	(Y - Yi) ²	Y0 = a + bX	Y0 - Y	(Y0 - Y) ²
3230.06	2976.516	732.8426	537058.2	3230.151	986.1324	972457
2606.191	2702.386	2702.386	7302888	2606.334	2606.334	6792978
2341.432	2489.754	2489.754	6198875	2341.597	2341.597	5483077
2186.909	2316.021	2316.021	5363955	2187.087	2187.087	4783349
2083.894	2169.132	2169.132	4705135	2084.08	2084.08	4343390
2009.762	2041.891	2041.891	4169320	2009.954	2009.954	4039914
1953.921	1929.657	1929.657	3723576	1954.118	1954.118	3818578
1909.875	1829.26	1829.26	3346191	1910.076	1910.076	3648389
1872.568	1738.44	1738.44	3022172	1872.772	1872.772	3507274
20194.61	20193.06	17949.38	38369171	20196.17		37389408
2243.846	2243.673	1994.376	4263241	2244.019		4154379

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{(y_0 - y)^2}{(y - y_i)^2} = 0.9745$$

Dimana : x = nilai panas Laten Observasi

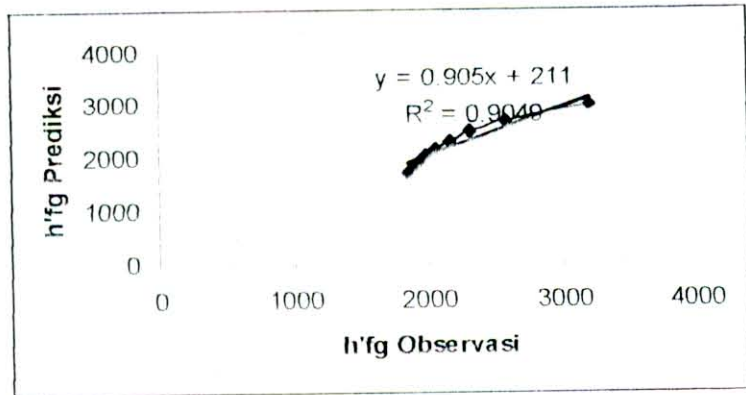
Y = nilai panas Laten Prediksi

Yi = nilai y rata-rata

Yo = nilai y taksiran

Lampiran 11. Perhitungan Koefisien Determinasi Sebuah Regresi pada Suhu 50 °C menggunakan komputer

X	Y
3198.15	2947.11
2580.45	2675.69
2318.3	2465.16
2165.31	2293.14
2063.31	2147.71
1989.91	2021.72
1934.62	1910.6
1891.01	1811.19
1854.07	1721.27



Perhitungan Koefisien Determinasi dengan Manual

X	Y	Y - Yi	(Y - Yi)²	Y0 = a + bX	Y0 - Y	(Y0 - Y)²
3198.15	2947.11	725.6	526495.4	3198.243	976.3912	953339.8
2580.45	2675.69	2675.69	7159317	2580.593	2580.593	6659458
2318.3	2465.16	2465.16	6077014	2318.463	2318.463	5375273
2165.31	2293.14	2293.14	5258491	2165.486	2165.486	4689328
2063.31	2147.71	2147.71	4612658	2063.494	2063.494	4258006
1989.91	2021.72	2021.72	4087352	1990.1	1990.1	3960496
1934.62	1910.6	1910.6	3650392	1934.814	1934.814	3743505
1891.01	1811.19	1811.19	3280409	1891.207	1891.207	3576665
1854.07	1721.27	1721.27	2962770	1854.27	1854.27	3438318
19995.13	19993.59	17772.08	37614899	19996.67		36654389
2221.681	2221.51	1974.676	4179433	2221.852		4072710

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{(y_0 - y)^2}{(y - y)^2} = 0.9745$$

Dimana : x = Nilai Panas Laten Observasi

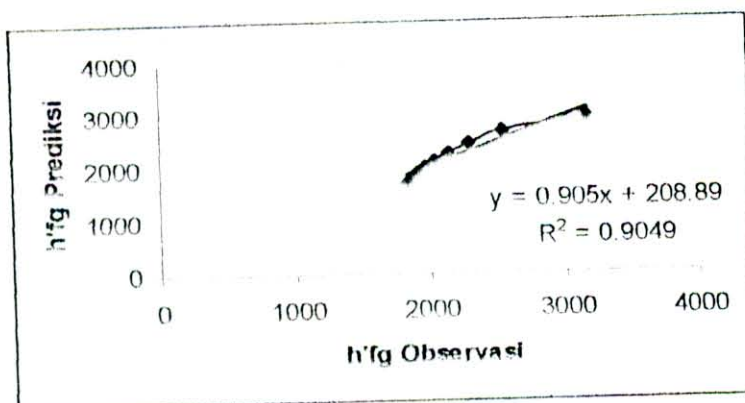
Y = Nilai Panas Laten Prediksi

Yi = Nilai y rata-rata

Yo = Nilai y taksiran

Lampiran 12. Perhitungan Koefisien Determinasi Sebuah Regresi pada Suhu 60 °C menggunakan Komputer

X	Y
3166.25	2917.71
2554.7	2649
2295.18	2440.57
2143.71	2270.27
2042.73	2126.28
1970.06	2001.55
1915.32	1891.54
1872.14	1793.12
1835.57	1704.1



Perhitungan Koefisien Determinasi Dengan Manual :

X	Y	Y - Yi	(Y - Yi) ²	Y0 = a + bX	Y0 - Y	(Y0 - Y) ²
3166.25	2917.71	718.3611	516042.7	3166.343	966.6565	934424.8
2554.7	2649	2649	7017201	2554.841	2554.841	6527213
2295.18	2440.57	2440.57	5956382	2295.341	2295.341	5268592
2143.71	2270.27	2270.27	5154126	2143.883	2143.883	4596235
2042.73	2126.28	2126.28	4521067	2042.911	2042.911	4173486
1970.06	2001.55	2001.55	4006202	1970.247	1970.247	3881873
1915.32	1891.54	1891.54	3577924	1915.511	1915.511	3669183
1872.14	1793.12	1793.12	3215279	1872.335	1872.335	3505637
1835.57	1704.1	1704.1	2903957	1835.767	1835.767	3370042
19795.66	19794.14		36868180	19797.18	17597.49	35926685
2199.518	2199.349		4096464	2199.687	1955.277	3911854

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{(y_0 - y)^2}{(y - y_i)^2} = 0.9744$$

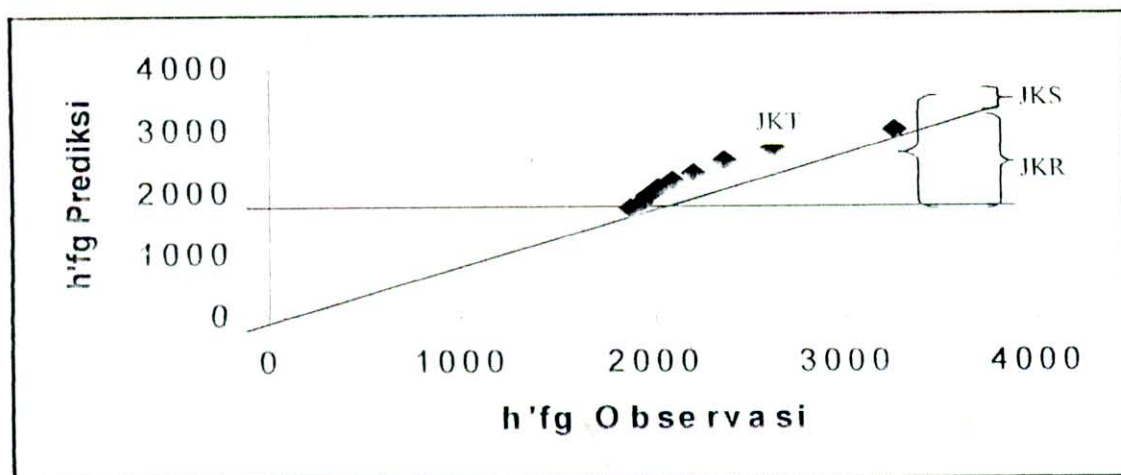
Dimana : x = Nilai Panas Laten Observasi

Y = Nilai Panas Laten Prediksi

Yi = Nilai y rata-rata

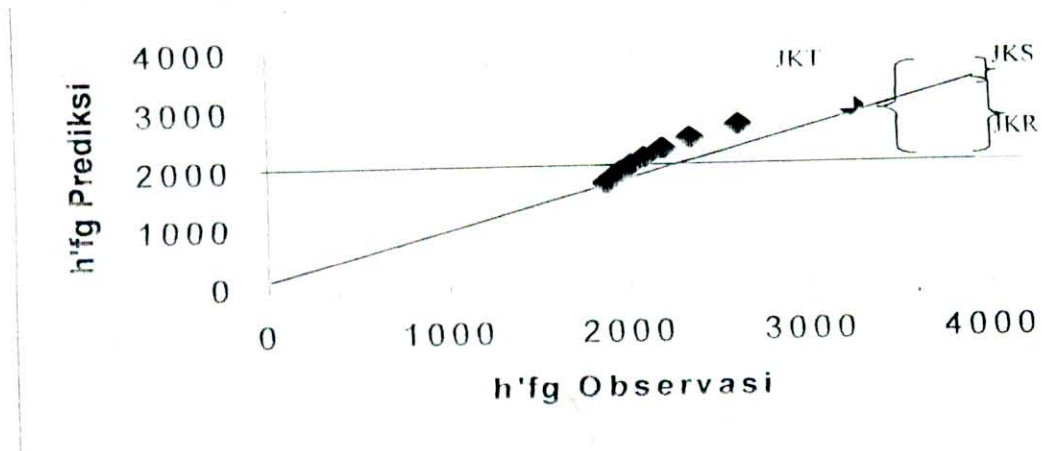
Yo = Nilai y taksiran

Lampiran 13. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y = X$ pada Suhu 30 °C



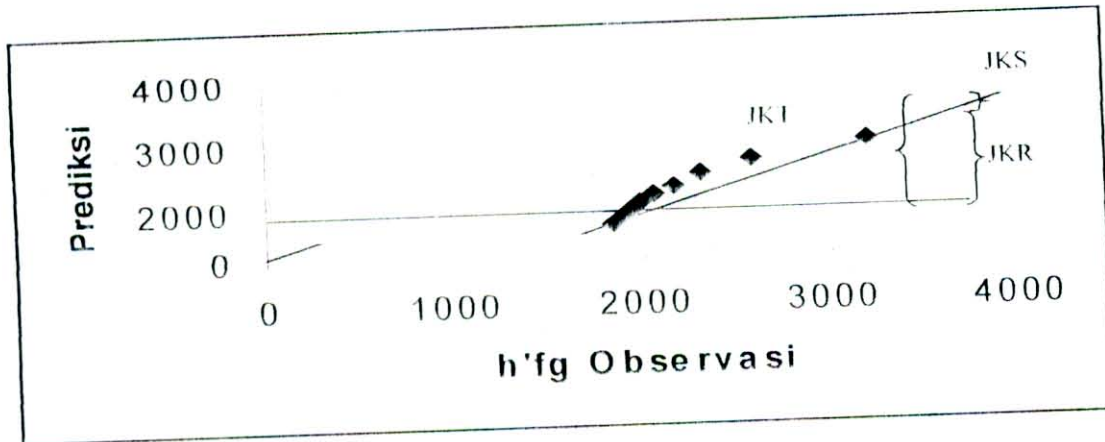
x	Y	Y = X	Y Rerata	JK T	JKR	JKS	R ²
3261.96585	3005.917	3261.96585	2265.835613	547720.4594	992275.4	65561.01	1.049686
2631.93489	2729.079	2631.93489	2265.835613	214594.4356	134028.7	9436.978	
2364.56064	2514.347	2364.56064	2265.835613	61757.90947	9746.631	22435.95	
2208.511305	2338.899	2208.511305	2265.835613	5338.25852	3286.076	17000.95	
2104.478415	2190.559	2104.478415	2265.835613	5666.568465	26036.15	7409.867	
2029.613625	2062.061	2029.613625	2265.835613	41524.0929	55800.83	1052.832	
1973.221965	1.949	1973.221965	2265.835613	100562.312	85622.75	600.3463	
1928.740613	1837.347	1928.740613	2265.835613	183602.4915	113633	8352.792	
1891.06515	1694.667	1891.06515	2265.835613	326233.5845	140452.9	38572.23	
20394.09245	20321.596	20394.09245	2265.835613	1487000.112	1560882	170423	
2266.010273	2257.955111	2266.010273	2265.835613	165222.2347	173431.4	18935.89	

Lampiran 14. perhitungan koefisien determinasi dengan persamaan $Y = X$ pada Suhu 40°C



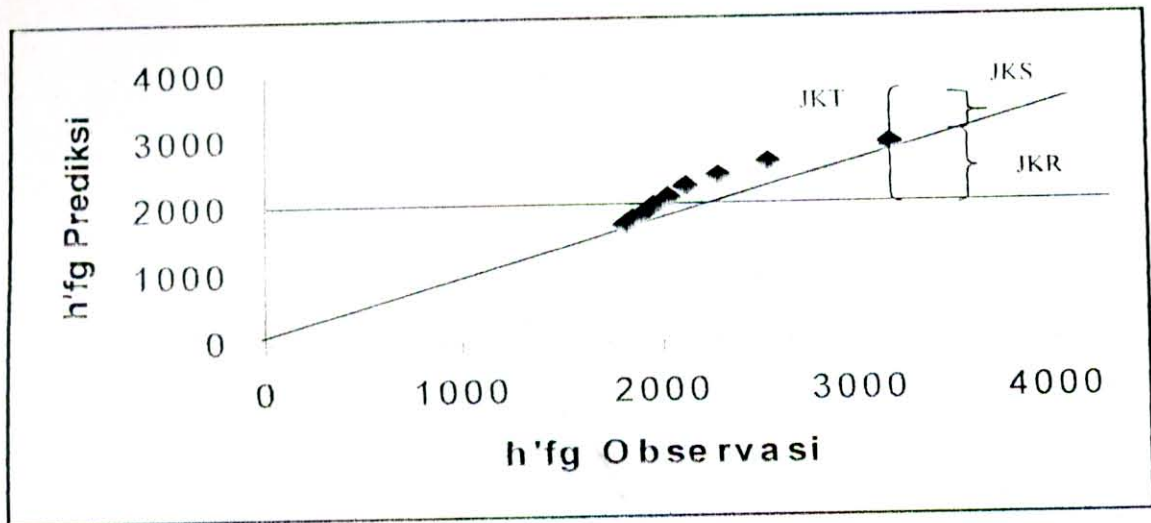
x	Y	Y = X	Y Rerata	JK T	JKR	JKS	R ²
3230.0598	2976.5155	3230.0598	2243.672944	537058.2119	972959	64284.71	1.104938
2606.1913	2702.3856	2606.1913	2243.672944	210417.3008	131419.6	9253.343	
2341.4323	2489.754	2341.4323	2243.672944	60555.88612	9556.892	21999.33	
2186.9093	2316.0213	2186.9093	2243.672944	5234.284616	3222.111	16669.91	
2083.894	2169.1324	2083.894	2243.672944	5556.2927	25529.31	7265.585	
2009.7615	2041.8914	2009.7615	2243.672944	40715.7915	54714.56	1032.33	
1953.9214	1929.657	1953.9214	2243.672944	98606.01309	83955.96	588.7611	
1909.8752	1829.2598	1909.8752	2243.672944	171738.2539	111420.9	6498.843	
1872.5682	1738.4395	1872.5682	2243.672944	255260.8329	137718.7	17990.51	
20194.613	20193.0565	20194.613	2243.672944	1385142.868	1530497	145583.3	
2243.845889	2243.672944	2243.845889	2243.672944	153904.7631	170055.2	16175.92	

Lampiran 15. Perhitungan Koefisien Determinasi dengan persamaan $Y = X$ pada Suhu 50°C



X	Y	Y = X	Y Rerata	JK T	JKR	JKS	R^2
3198.15	2947.11	3198.15	2221.681111	526247.073	953491.5	63021.08	1.104943
2580.45	2675.69	2580.45	2221.681111	206124.0713	128715.1	9070.658	
2318.3	2465.16	2318.3	2221.681111	59281.96939	9335.21	21567.86	
2165.31	2293.14	2165.31	2221.681111	5106.372817	3177.702	16340.51	
2063.31	2147.71	2063.31	2221.681111	5471.725263	25081.41	7123.36	
1989.91	2021.72	1989.91	2221.681111	39984.44591	53717.85	1011.876	
1934.62	1910.6	1934.62	2221.681111	96771.45762	82404.08	576.9604	
1891.01	1811.19	1891.01	2221.681111	168502.9522	109343.4	6371.232	
1854.07	1721.27	1854.07	2221.681111	250411.28	135137.9	17635.84	
19995.13	19993.59	19995.13	2221.681111	1357901.348	1500404	142719.4	
2221.681111	2221.51	2221.681111	2221.681111	150877.9275	166711.6	15857.71	

Lampiran 16. Perhitungan koefisien determinasi dengan persamaan $Y = X$ pada Suhu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$



x	Y	Y = X	YRerata	JK T	JKR	JKS	R ²
3166.25	2917.71	3166.25	2199.517778	515800.0677	934571.2	61772.13	1.104946
2554.7	2649	2554.7	2199.517778	202034.2679	126154.4	8892.49	
2295.18	2440.57	2295.18	2199.517778	58106.17373	9151.261	21138.25	
2143.71	2270.27	2143.71	2199.517778	5005.876918	3114.508	16017.43	
2042.73	2126.28	2042.73	2199.517778	5363.772126	24582.41	6980.603	
1970.06	2001.55	1970.06	2199.517778	39191.24113	52650.87	991.6201	
1915.32	1891.54	1915.32	2199.517778	94850.31174	80768.38	565.4884	
1872.14	1793.12	1872.14	2199.517778	165159.154	107176.2	6244.16	
1835.57	1704.1	1835.57	2199.517778	245438.7748	132458	17284.36	
19795.66	19794.14	19795.66	2199.517778	1330949.64	1470627	139886.5	
2199.517778	2199.348889	2199.517778	2199.517778	147883.2933	163403	15542.95	

Lampiran 17. Uji Kesamaan Data Observasi dan Prediksi
Suhu 30 °C

EMC	X_{i1}	X_{i2}	X_{i1}^2	X_{i2}^2	S_1^2	S_2^2	F hitung	F tabel
3	3261.97	3005.92	10640448	9035555	60261186	58919978	1.02276	3.18
4	2631.93	2729.08	6927056	7447877.6				
5	2364.56	2514.35	5591144	6321955.9				
6	2208.51	2338.9	4877516	5470453.2				
7	2104.48	2190.56	4428836	4798553.1				
8	2029.61	2062.06	4119317	4252091.4				
9	1973.22	1948.72	3893597	3797509.6				
10	1928.74	1847.33	3720038	3412628.1				
11	1891.07	1755.61	3576146	3082166.5				
Jumlah	20394.09	20392.5	47774098	47618791				
Rata-rata	2266.01	2265.84	5308233	5290976.7				

Suhu 40 °C

EMC	X_{i1}	X_{i2}	X_{i1}^2	X_{i2}^2	S_1^2	S_2^2	F hitung	F tabel
3	3230.06	2976.52	10433286	8859644.5	59088071	57772900	1.00326	3.18
4	2606.191	2702.39	6792233	7302887.9				
5	2341.432	2489.75	5482305	6198875				
6	2186.909	2316.02	4782572	5363954.7				
7	2083.894	2169.13	4342614	4705135.4				
8	2009.762	2041.89	4039141	4169320.5				
9	1953.921	1929.66	3817809	3723576.1				
10	1909.875	1829.26	3647623	3346191.4				
11	1872.568	1738.44	3506512	3022171.9				
Jumlah	20194.61	20193.1	46844096	46691757				
Rata-rata	2243.846	2243.67	5204900	5187973				

Suhu 50 °C

EMC	X_{i1}	X_{i2}	X_{i1}^2	X_{i2}^2	S_1^2	S_2^2	F hitung	F tabel
3	3198.15	2947.11	10228163	8685457.4	57926440	56637070	1.00326	3.18
4	2580.45	2675.69	6658722	7159317				
5	2318.3	2465.16	5374515	6077013.8				
6	2165.31	2293.14	4688567	5258491.1				
7	2063.31	2147.71	4257248	4612658.2				
8	1989.91	2021.72	3959742	4087351.8				
9	1934.62	1910.6	3742755	3650392.4				
10	1891.01	1811.19	3575919	3280409.2				
11	1854.07	1721.27	3437576	2962770.4				
Jumlah	19995.13	19993.6	45923207	45773861				
Rata-rata	2221.681	2221.51	5102579	5085984.6				

Suhu 60 °C

EMC	X_{i1}	X_{i2}	X_{i1}^2	X_{i2}^2	S_1^2	S_2^2	F hitung	F tabel
3	2917.71	3166.25	8513032	10025139	55512764	56776551	0.99675	3.18
4	2649	2554.7	7017201	6526492.1				
5	2440.57	2295.18	5956382	5267851.2				
6	2270.27	2143.71	5154126	4595492.6				
7	2126.28	2042.73	4521067	4172745.9				
8	2001.55	1970.06	4006202	3881136.4				
9	1891.54	1915.32	3577924	3668450.7				
10	1793.12	1872.14	3215279	3504908.2				
11	1704.1	1835.57	2903957	3369317.2				
Jumlah	19794.14	19795.7	44865169	45011533				
Rata-rata	2199.349	2199.52	4985019	5001281.5				

Lampiran 18. Analisis statistik dengan uji-t pada berbagai perlakuan suhu

Perlakuan	X1	X2	X3	S1 ²	S2 ²	t-hitung	t-tabel
Suhu 30 °C	5476.45	5523.64	60261186	58919978	7719.494	-0.00288	1.83
Suhu 40 °C	6372.677	6425.72	59088071	57772900	7643.984	-0.00327	1.83
Suhu 50 °C	7293.51	7338.6	57926440	56637070	7568.471	-0.00281	1.83
Suhu 60 °C	8460.654	8486.14	55512764	56776551	7492.974	-0.0016	1.83

- X_1 = Rata – rata Data Observasi
 X_2 = Rata – rata Data Prediksi
 S_1 = Simpangan Baku Data Observasi
 S_2 = Simpangan Baku Data Prediksi
 S = Simpangan Baku Gabungan
 n_1 = Jumlah Data Observasi
 n_2 = Jumlah Data Prediksi
 xi_1 = Data Observasi
 xi_2 = Data Prediksi

$$S_1 = S_2 = \left(n \sum xi^2 - (\sum xi)^2 \right) / n(n-1)$$

$$S = \left((n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2 \right) / n_1 + n_2 - 2$$