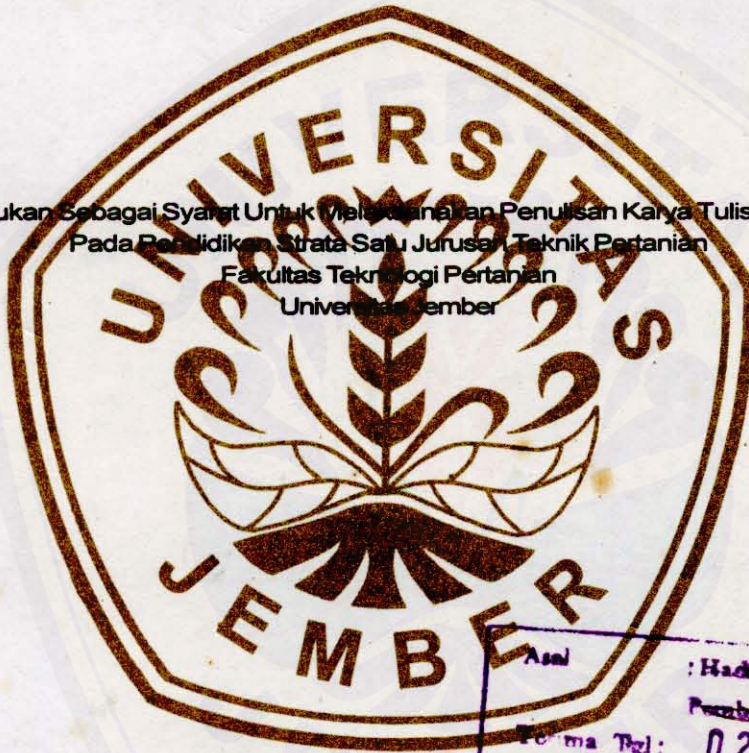


**UJI KETAHANAN KERTAS MINYAK (*Imitation Parchment*)
SEBAGAI BAHAN PENGEMAS KOPI BUBUK**



KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Melaksanakan Penulisan Karya Tulis Ilmiah
Pada Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Asal	: Hadiah	Kelas 676.2 WIB U 0.1
Persebutan		
Forma Tgl:	02 OCT 2002	
No Induk:	sdm	

Oleh :

ENDRI WIBOWO
971710201063

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2002**

MOTTO

عَشْ مَا شِئْتَ فَإِنَّكَ مَيِّتٌ
وَاحْبِبْ مَا شِئْتَ فَإِنَّكَ مُنَاقِرَةٌ
وَأَعْلَنْ مَا شِئْتَ فَإِنَّكَ مَجْزِيٌّ عَنْهُ

- ☞ **Hiduplah Sekehendakmu
Sesungguhnya Kamu Akan Mati**
- ☞ **Cintailah Apapun Sekehendakmu
Sesungguhnya Kamu Akan Berpisah**
- ☞ **Berbuatlah Sekehendakmu
Sesungguhnya Kamu Akan Menerima Balasan**

(Al Hadist)

Digital Repository Universitas Jember

Alhamdulillah, hanya dengan ridha-Mulah ya Allah, akhirnya setitik ilmu dari banyaknya ilmu-Mu dapat terwujud menjadi sebuah karya kecil, yang kupersembahkan untuk:

- ♥ Islam pegangan dan penerang jalan hidupku
- ♥ Yang kusayangi dan kucintai Ayahanda dan Ibunda yang senantiasa menyayangiku, mendidikku, dan mendo'akanku dengan segenap kasih sayang dan perhatiannya yang tercurahkan semenjak aku kecil hingga dewasa. Semoga Allah senantiasa memberikan ampunan, rahmat, perlindungan kepadanya.
- ♥ Yang kuhormati Pak dhe, Bu dhe (alm), Pak lek dan Bu lek yang telah memberikan dukungan baik secara materi dan spiritual.
- ♥ Adikku yang selalu memberikan perhatian serta dorongan dan do'a yang tulus dan adikku semoga kamu lebih berhasil lagi.
- ♥ Sahabat-sahabatku Rudi, Agus, Desi, Ila (*semoga kenangan hidup kita tetap terpajang dimemori kita*).
- ♥ Dinda Ulvi yang selalu memberikan perhatian, kasih sayang, semangat dan do'a yang tulus sehingga aku menjadi orang yang lebih berguna.
- ♥ *Bholo-bholoku* angkatan 97' terima kasih atas kerja samanya, semoga persahabatan kita takkan putus oleh putaran masa.
- ♥ UGD Club (*Qomar, Fauzi, Kholik, Udin, Ishom, Bari*) dan segenap santri Ponpes Al-Jauhar terimakasih atas nasehat dan guyonannya.
- ♥ Almamaterku yang aku banggakan.



Dosen Pembimbing:

Ir. Siswijanto, MP (DPU)

Elida Novita, S.TP, MT (DPA I)

Ir. Suryanto, MP (DPA II)

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima oleh
Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 9 September 2002

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji

Ketua,


Ir. Siswijanto, MP

NIP. 130 802 225

Anggota I



Elida Novita, S.TP, MT

NIP. 132 243 339

Anggota II

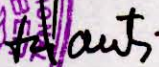


Ir. Suryanto, MP

NIP. 131 759 841

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian





Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Dengan ketulusan hati penulis memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas taufiq dan limpahan rahmat yang tiada terbatas sehingga penulisan Karya Ilmiah Tertulis (*SKRIPSI*) dengan judul : **“Uji Ketahanan Kertas Minyak (*imitation parchment*) Sebagai Bahan Pengemas Kopi Bubuk”**, dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Dengan penuh rasa hormat, penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Siswijanto, MP selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan semangat dan nuansa pemikiran yang luas dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Elida Novita, S.TP. MT selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Suryanto, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota.II yang telah memberikan masukan dan koreksi terhadap penulisan skripsi ini.
5. Staff dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian Jember yang telah banyak membantu dalam kegiatan akademis di kampus.
6. Bapak KH. Drs. Sahilun A. Nasir, MPd selaku Pengasuh Pondok Pesantren Al-Jauhar yang selalu membimbing dan mengisi kehidupan kalbuku.
7. Teman-teman angkatan '97 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
8. Saudara-saudaraku keluarga besar pondok pesantren Al-Jauhar.
9. Dan semua pihak yang banyak mendukung terselesaikannya penulisan skripsi ini.

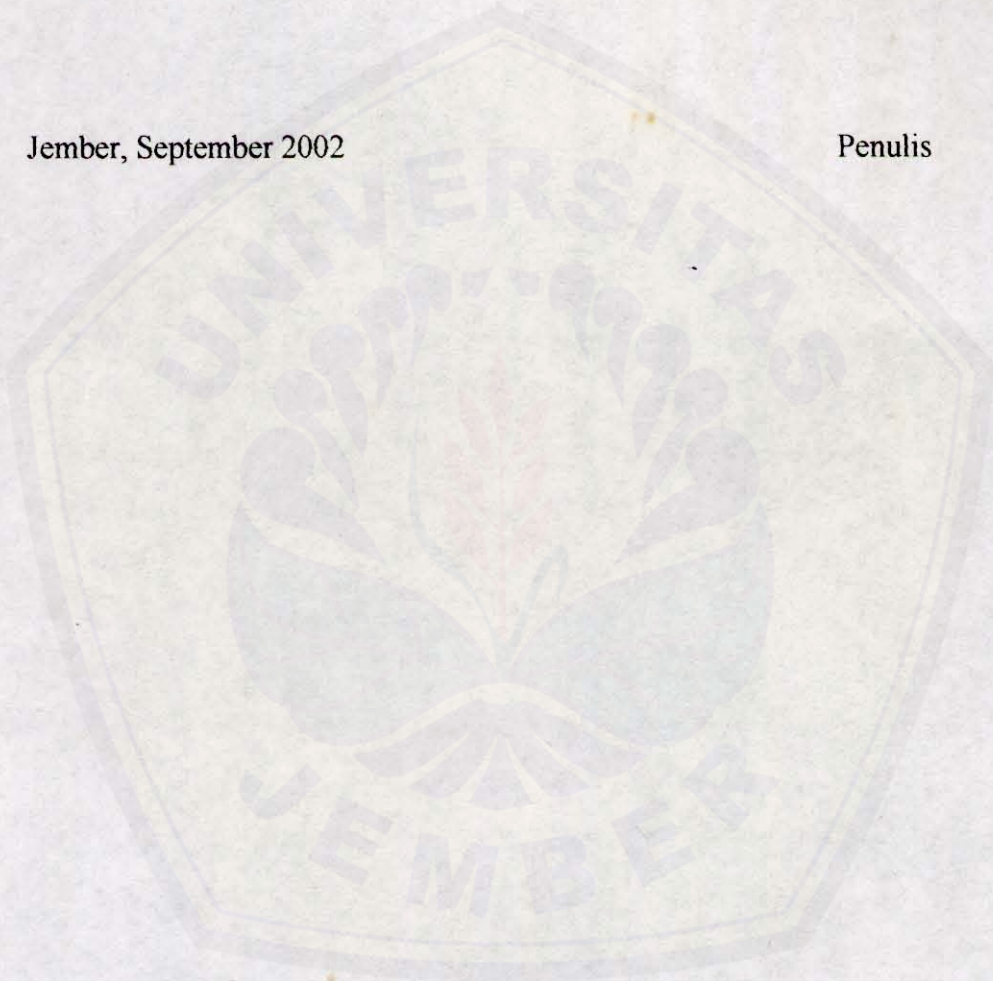
Digital Repository Universitas Jember

Dengan penuh rasa kerendahan hati penulis menyadari, bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat konstruktif dari semua pihak sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan khasanah keilmuan, khususnya pembaca yang berdisiplin ilmu di bidang pertanian.

Jember, September 2002

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Motto	ii
Halaman Persembahan	iii
Halaman Dosen Pembimbing	iv
Halaman Pengesahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Simbol.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
Ringkasan	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Kopi	4
2.2 Kopi Bubuk	5
2.2.1 Pengolahan Kopi Bubuk.....	6
a. Penyangraian	6
b. Penggilingan	7
c. Pengayakan	7
2.2.2 Syarat Mutu Kopi Bubuk	8

2.3 Aktivitas Air.....	9
2.4 Kadar Air Bahan.....	9
2.5 Kadar Air Keseimbangan.....	10
2.6 Pengemasan Kopi Bubuk.....	12
2.7 Sifat Kemas Kertas.....	14
2.8 Permeabilitas Gas (Uap Air).....	15
2.9 Umur Simpan (<i>Shelf Life</i>) Produk Olahan.....	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Teori.....	17
3.2 Jenis Penelitian.....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.4 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.4.1 Bahan Penelitian.....	19
3.4.2 Alat Penelitian.....	19
3.5 Metode Penelitian.....	20
3.5.1 Pengambilan Data.....	20
3.5.2 Pelaksanaan Kegiatan.....	20
3.6 Metode Analisis.....	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk Observasi.....	24
4.2 Isotermi Sorpsi Lembab (ISL).....	25
4.3 Penentuan Nilai Konstanta c dan n	27
4.4 Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk Prediksi.....	31
4.5 Kadar Air Kopi Bubuk Selama Penyimpanan Tanpa Pengemas.....	33
4.6 Kadar Air Kopi Bubuk Selama Pengemasan.....	35
4.7 Permeabilitas Kertas Minyak.....	36
4.8 Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk Prediksi.....	39
4.9 Uji Validitas.....	42
4.9.1 Analisis Grafis.....	42

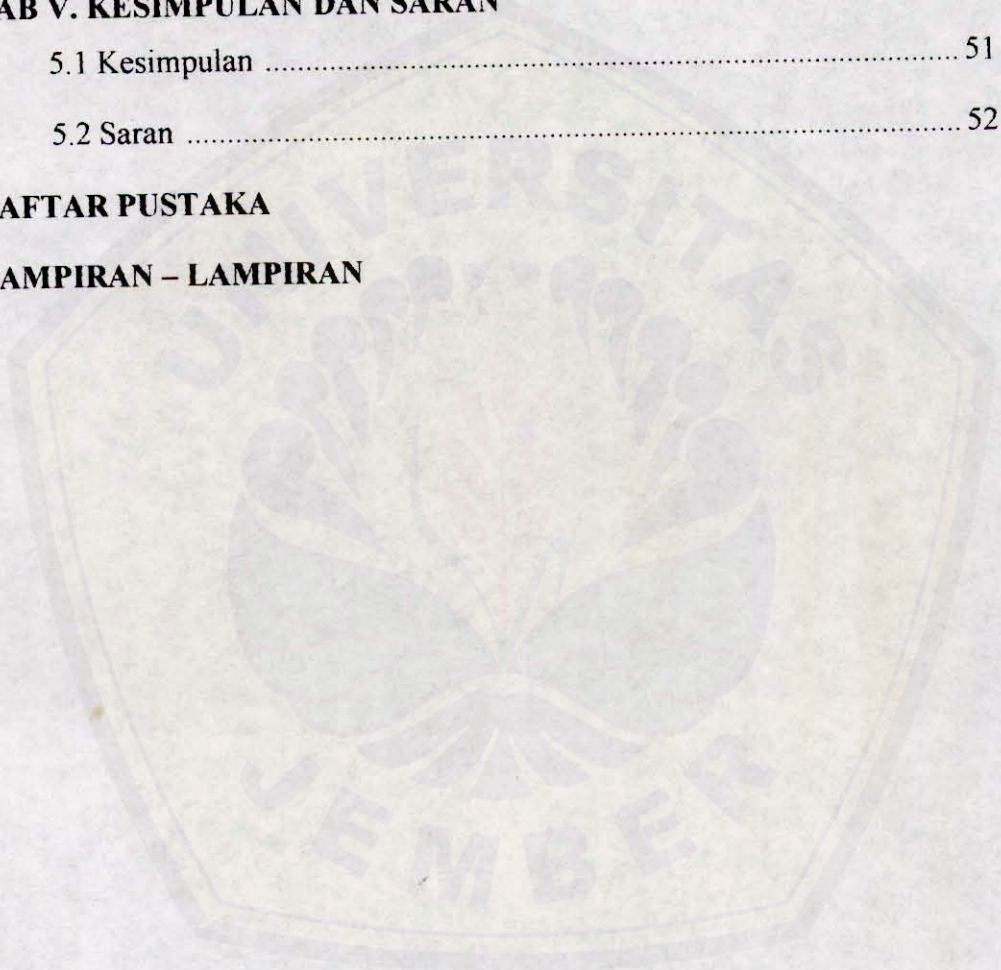
a. Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk	42
b. Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk (mt)	44
4.9.2 Analisa Statistik	46
a. Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk	47
b. Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk	47
4.10 Umur Simpan Kopi Bubuk dalam Kemasan Kertas Minyak.....	48

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN



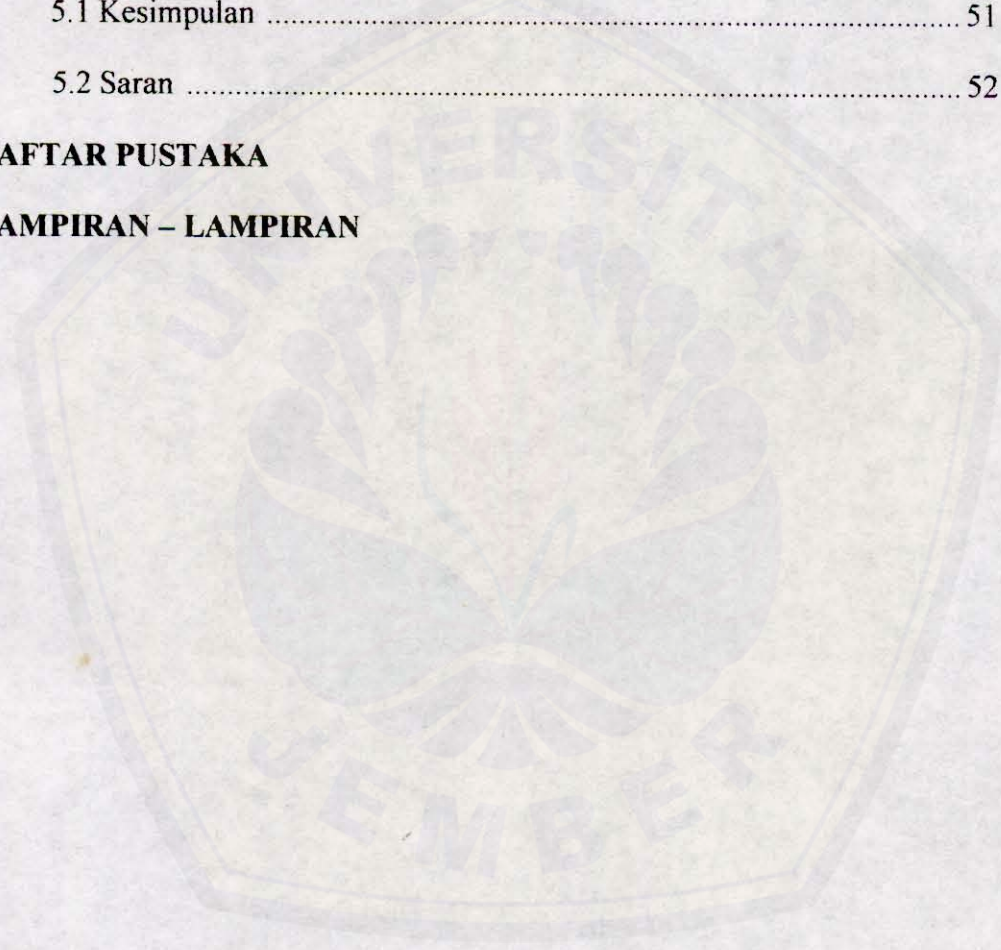
a. Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk	42
b. Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk (mt)	44
4.9.2 Analisa Statistik	46
a. Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk	47
b. Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk	47
4.10 Umur Simpan Kopi Bubuk dalam Kemasan Kertas Minyak.....	48

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Grafik Hubungan Kadar Air Keseimbangan dengan RH	26
4.2 Grafik untuk Menentukan Konstanta c dan n pada Suhu 30°C	28
4.3 Grafik untuk Menentukan Konstanta c dan n pada Suhu 40°C	28
4.4 Grafik untuk Menentukan Konstanta c dan n pada Suhu 50°C	29
4.5 Grafik Hubungan Konstanta c sebagai Fungsi Suhu	30
4.6 Grafik Hubungan Konstanta n sebagai Fungsi Suhu	30
4.7 Grafik Hubungan antara me Observasi dan me Prediksi dengan RH pada Suhu 30°C	32
4.8 Grafik Hubungan antara me Observasi dan me Prediksi dengan RH pada Suhu 40°C	32
4.9 Grafik Hubungan antara me Observasi dan me Prediksi dengan RH pada Suhu 50°C	33
4.10 Grafik Hubungan antara Waktu Penyimpanan dengan Delta Berat Bahan pada RH 90%	34
4.11 Grafik Hubungan antara $\ln(1/MR)$ dengan Waktu Penyimpanan pada RH 63,83 %	37
4.12 Grafik Hubungan antara $\ln(1/MR)$ dengan Waktu Penyimpanan pada RH 72,96 %	37
4.13 Grafik Hubungan antara $\ln(1/MR)$ dengan Waktu Penyimpanan pada RH 90,04 %	38
4.14 Grafik Hubungan antara RH Penyimpanan dengan Nilai Konstanta B Bahan Pengemas	39
4.15 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi dengan Waktu Penyimpanan pada RH 63,83 %	40
4.16 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi dengan Waktu Penyimpanan pada RH 72,96 %	41

4.17 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi dengan Waktu Penyimpanan pada RH 90,04 %	41
4.18 Grafik Hubungan antara me Prediksi dan Observasi pada Suhu 30 °C	43
4.19 Grafik Hubungan antara me Prediksi dan Observasi pada Suhu 40 °C	43
4.20 Grafik Hubungan antara me Prediksi dan Observasi pada Suhu 50 °C	44
4.21 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi pada RH 63,83 %	45
4.22 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi pada RH 72,96 %	45
4.23 Grafik Hubungan antara mt Prediksi dan Observasi pada RH 90,04 %	46
4.24 Grafik Hubungan antara RH Penyimpanan dengan Umur Simpan Kopi Bubuk pada Suhu 30 °C	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Kadar Keseimbangan Kopi Bubuk	25
4.2 Koefisien Korelasi (R^2) dari Kurva Isotermis Isorpsi Lembab	26
4.3 Data Nilai Konstanta c dan n.....	29
4.4 Kadar Air Kopi Bubuk Prediksi	31
4.5 Perubahan Berat dan Kadar Air Kopi Bubuk Selama Penyimpanan	34
4.6 Kadar Air Kopi Bubuk dalam Kemasan Selama Penyimpanan Observasi	35
4.7 Data Nilai Konstanta Permeabilitas B.....	38
4.8 Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk (mt prediksi)	40
4.9 Koefisien Korelasi (R^2) antara Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk (me) Prediksi dan Observasi untuk Berbagai Suhu	44
4.10 Koefisien Korelasi (R^2) antara Kadar Air Sesaat Kopi Bubuk (mt) Prediksi dan Observasi untuk Berbagai RH	46
4.11 Hasil Uji Modulus Deviasi Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk	47
4.12 Hasil Uji Modulus Deviasi Kadar Air mt Kopi Bubuk selama dalam Pengemasan.....	47
4.13 Umur Simpan Kopi Bubuk pada Berbagai RH dan Suhu Penyimpanan 30 °C	49

DAFTAR SIMBOL

A_w	= aktivitas air
P	= tekanan parsial uap air bahan (N/m^2)
P_o	= tekanan jumlah uap air pada suhu yang sama (N/m^2)
ERH	= kelembaban nisbi seimbang (%)
K_a	= kadar air berdasarkan bobot basah (%)
W_a	= bobot air bahan (gr)
W_b	= bobot bahan basah (gr)
W_k	= bobot kering bahan (gr)
c dan n	= konstanta dari model persamaan Handerson
Γ	= kadar air dinamis (%)
m_e	= kadar air keseimbangan (%)
m_o	= kadar air awal (%)
m_t	= kadar air sesaat pada waktu t (%)
B	= konstanta permeabilitas film (gr air/hari m^2 mmHg)
A	= luas permukaan pengemas (m^2)
W_d	= berat padatan kering mutlak (gr)
P_o	= tekanan uap murni pada suhu pengujian (mmHg)
b	= slop dari isoterme sorpsi lembab
t	= waktu penyimpanan (hari)
m	= kadar air bahan (gr)
W_m	= berat air dalam bahan (gr)
T	= suhu absolut ($^{\circ}K$)
t_c	= waktu kritis (hari)
m_c	= kadar air kritis (%)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Awal Kopi Bubuk Berdasarkan Berat Basah	55
2. Data untuk Penentuan Kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 30 °C.....	56
3. Data untuk Penentuan Kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 40 °C.....	57
4. Data untuk Penentuan Kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 50 °C.....	58
5. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 30 °C.....	59
6. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 40 °C.....	60
7. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 50 °C.....	61
8. Data Penentuan Konstanta c dan n	62
9. Data Analisis Kadar Air Prediksi Kopi Bubuk pada Suhu 30 °C , 40 °C dan 50°C.....	63
10. Data Perubahan Kadar Air Kopi Bubuk dalam Kemasan kertas Minyak pada Suhu 30 ° C dan berbagai RH.....	64
11. Uji Permeabilitas Kertas Minyak	68
12. Data Permeabilitas Plastik.....	70
13. Data Perhitungan mt Prediksi pada Berbagai RH	72
14. Uji Modulus Deviasi me pada Berbagai Suhu	74
15. Uji Modulus Deviasi mt pada Berbagai RH.....	75
16. Contoh Perhitungan Penentuan Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk Prediksi	77

17. Contoh Perhitungan Penentuan Kadar Air	
Sesaat Kopi Bubuk Prediksi	78
18. Contoh Perhitungan Umur Simpan Kopi Bubuk	79



Endri Wibowo NIM: 971710201063 “Uji Ketahanan Kertas Minyak (*imitation parchment*) Sebagai Bahan Pengemas kopi Bubuk. Dosen Pembimbing Utama Ir. Siswijanto, MP, Dosen Pembimbing Anggota Elida Novita, S.TP, MT.

Ringkasan

Kopi merupakan suatu jenis minuman dengan citarasa sangat khas yang menyebabkan kopi digemari oleh konsumen di dunia. Kopi yang sudah diolah menjadi kopi bubuk, mudah tercemar oleh mikroba dan bahan-bahan kimia lain sehingga perlu penanganan dengan cara pengemasan. Pengemasan yang baik harus memiliki ciri-ciri ; mudah dalam pemakaian, harganya murah dan berwawasan lingkungan serta yang paling penting adalah dapat memberikan proteksi terhadap produk yang dikemas, misalnya bahan kemas kertas minyak. Untuk mengetahui kemampuan kertas minyak sebagai bahan pengemas kopi bubuk, dilakukan penelitian tentang uji ketahanan kertas minyak sebagai bahan pengemas kopi bubuk.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konstanta c dan n dari model persamaan Handerson, menentukan konstanta permeabilitas (B) kertas minyak pada berbagai variasi penyimpanan dan yang paling utama dalam penelitian ini adalah menentukan umur simpan kopi bubuk dalam kemasan kertas minyak yang disimpan pada suhu dan RH tertentu.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menyimpan sampel kopi bubuk dalam suatu ruangan yang suhu dan RH-nya tertentu sampai mencapai keseimbangan kadar air bahan dengan lingkungannya, kemudian melakukan pengemasan kopi bubuk dengan kertas minyak dan menempatkannya dalam suatu ruangan yang suhunya $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tiga variasi RH yaitu 63,83 %, 72,96 %, dan 90,04 % selama 6 hari dan diukur perubahan berat bahan. Selanjutnya, Khusus sampel yang disimpan pada RH 90,04 % ditentukan umur simpannya dengan cara melakukan uji organoleptik setiap seminggu sekali sampai bahan tidak disukai oleh konsumen.

Hasil penelitian menunjukkan nilai konstanta c dan n sebagai fungsi suhu (T) adalah sebesar $0,006T - 0,1787$ untuk konstanta c dan $-0,0046T + 3,453$ untuk konstanta n . Besarnya konstanta permeabilitas kertas minyak adalah 78,4043 pada RH 63,83 %, 95,6646 pada RH 72,96 % dan 112,3321 pada RH 90,04 %. Umur simpan kopi bubuk yang dikemas kertas minyak pada kondisi penyimpanan RH 90,04 % adalah selama 42 hari oleh karena pada waktu tersebut kadar air kopi bubuk sudah mencapai 7,9986 % (syarat mutu kopi bubuk maksimal 7 %). Sedangkan pada kondisi yang RH-nya lebih rendah, umur simpan kopi bubuk akan lebih panjang. Dari hasil perhitungan menunjukkan umur simpan kopi bubuk adalah selama 81 hari pada kondisi RH 72,96 % dan 139 hari pada kondisi RH 63,83 %.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan jenis minuman dengan citarasa sangat khas. Citarasa yang khas ditambah dengan adanya pengaruh fisiologis kesegaran setelah meminumnya menyebabkan kopi banyak digemari oleh konsumen di seluruh dunia. Pada umumnya kopi dikonsumsi bukan karena nilai gizinya melainkan karena citarasa dan pengaruh fisiologisnya.

Bagi bangsa Indonesia, kopi merupakan komoditas yang mempunyai arti yang cukup tinggi. Pada tahun 1991 menghasilkan devisa sebesar \$ 347,8 juta dari ekspor kopi sebesar 210,8 ribu ton. Nilai ini terus meningkat dari tahun ke tahun. Tercatat pada tahun 1988 sudah mampu menghasilkan devisa sebesar \$ 818,4 juta dan menduduki peringkat pertama diantara komoditi ekspor sub sektor perkebunan (Siswo Putranto, 1993).

Selain komoditas ekspor, kopi juga merupakan komoditas yang dikonsumsi di dalam negeri. Menurut survey yang dilakukan oleh Departemen Pertanian rata-rata penduduk Indonesia mengkonsumsi sebanyak 0,1 kg / orang / tahun. Apabila jumlah penduduk Indonesia kurang lebih 170 juta, maka diperkirakan setiap tahun diperlukan kopi sebanyak 85000 ton kopi untuk keperluan konsumsi dalam negeri (Siswo Putranto, 1993).

Di Indonesia minuman kopi telah menjadi minuman rakyat, tidak hanya pada kalangan atas atau menengah saja bahkan sampai ke pelosok, walaupun ada perbedaan tingkat kesukaan di berbagai daerah. Ada yang suka memilih kopi biji untuk diolah sendiri dan ada yang suka membeli kopi bubuk di pasaran.

Sebelum kopi digunakan sebagai bahan minuman, dilakukan penyangraian (*roasting*). Penyangraian kopi adalah suatu perlakuan pemanasan (penggorengan) kopi biji dibawah pengaturan kondisi yang terkontrol yang menyebabkan perubahan yang diinginkan dalam komposisi kimia maupun sifat fisiknya. Penyangraian merupakan tahap pengolahan kopi biji menjadi kopi bubuk yang erat hubungannya dengan aroma, rasa, dan warna kopi bubuk yang dihasilkan, maka hal ini mendapat perhatian. Flavor kopi yang dihasilkan selama

penyangraian tergantung pada jenis buah kopi yang dihasilkan, cara pengolahan kopi biji, penyangraian, penggilingan, penyimpanan dan cara penyuguhannya (Ciptadi, 1978).

Kopi yang sudah diolah menjadi kopi bubuk dapat dengan mudah tercemar baik oleh mikroba maupun bahan kimia seperti bau-bauan asing yang dapat menyebabkan hal-hal yang tidak diinginkan. Makanan yang dibutuhkan oleh manusia tidak selalu dapat tersedia atau dihasilkan sendiri, tetapi sering harus didatangkan dari tempat yang jauh. Selama dalam perjalanan ke tempat tujuan terjadi reaksi-reaksi atau pencemaran-pencemaran yang bila tidak dicegah akan menyebabkan kerusakan mutu. Cara untuk mencegah atau mengurangi kerusakan tersebut adalah dengan pengemasan. Kopi agar dapat tahan lama dan terjaga mutunya haruslah disimpan dalam kemasan yang baik, sehingga dapat memperluas pemasaran dan mendorong ekspor non migas.

Pengemasan yang baik harus dapat menempatkan produk di dalam suatu kemasan untuk memberikan proteksi sehingga lebih awet, memudahkan penyimpanan, mudah pemakaian, harga lebih murah serta berwawasan lingkungan.

1.2 Permasalahan

Kopi bubuk adalah salah satu hasil pertanian yang bersifat higroskopis, sehingga mutunya sangat dipengaruhi oleh kondisi tempat penyimpanannya. Salah satu cara penyimpanan adalah dengan pengemasan. Pengemasan suatu produk harus menggunakan bahan kemas yang memiliki sifat-sifat : mudah dalam pemakaian, harga lebih murah, berwawasan lingkungan dan yang paling penting adalah dapat memberikan perlindungan terhadap produk yang dikemas, misalnya dengan bahan kemas kertas minyak. Untuk mengetahui sejauh mana bahan kemas kertas minyak dapat melindungi kopi bubuk, perlu dilakukan penelitian tentang uji ketahanan dari bahan pengemas kertas minyak.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk :

1. Menentukan konstanta c dan n dari model persamaan Handerson
2. Menentukan konstanta permeabilitas B dari bahan pengemas kertas minyak pada kondisi dengan suhu dan kelembaban tertentu.
3. Memprediksi umur simpan dari kopi bubuk jika dikemas dengan kertas minyak pada kondisi suhu dan kelembaban tertentu.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat di peroleh manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi kepada para pengusaha kopi bubuk tentang kemampuan daya simpan bahan pengemas kertas minyak dalam mempertahankan mutu kopi bubuk agar tetap baik.
2. Mengetahui apakah bahan pengemas kertas minyak cocok dan baik untuk pengemasan kopi bubuk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Kopi

Tanaman kopi termasuk dalam famili *Rubiaceae* dan terdiri dari banyak jenis, tetapi yang umum ditanam adalah kopi arabika (*Coffea arabica*), kopi robusta (*Coffea robusta*) dan kopi liberika (*Coffea liberica*).

Kopi (*Coffea sp*) merupakan tanaman yang memproduksi musiman dan tumbuh di dataran tinggi. Daerah asal tanaman kopi adalah Abeasisinia. Masuk di Indonesia pada tahun 1616 dibawa oleh Pieter Van Broecke, seorang admiral Belanda (Martoharsono, 1979).

Tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang dan bila dibiarkan tumbuh dapat mencapai tinggi 12 meter, daunnya bulat telur dengan ujungnya agak meruncing. Daun tumbuh pada batang, cabang, dan ranting-rantingnya (Nadjiati & Danarti, 1990).

Pemetikan buah kopi dapat dimulai setelah buah berwarna merah. Pemetikan buah kopi dapat ditunda dari masa seharusnya kira-kira seminggu atau lebih yang mengakibatkan buah menjadi lunak (*soft*) dan warna buah berubah menjadi merah tua sampai kehitaman (Sivetz & Foote, 1963).

Buah kopi pada umumnya terdiri dari dua butir biji meskipun kadang-kadang hanya mengandung sebutir atau bahkan lebih dari dua butir. Pada kemungkinan yang pertama biji-bijinya mempunyai bidang yang datar (perut biji) dan bidang yang cembung (punggung biji). Kemungkinan kedua biji kopi berbentuk bulat panjang. Butiran kopi yang sudah siap diperdagangkan adalah berupa biji kopi kering yang sudah terlepas dari daging buah dan kulit arinya. Biji kopi yang demikian dikenal sebagai kopi beras atau kopi biji (Ciptadi, 1978).

Struktur biji kopi adalah susunan bagian-bagian yang membentuk biji kopi. Bagian yang membentuk biji muda tidak sama dengan biji yang masak atau lewat masak, karena yang muda tidak mengandung lendir sedangkan biji yang lewat masak lendirnya mengalami penguraian (Mansjur, 1976).

Menurut Nadjiati & Danarti (1990), menyatakan bahwa buah kopi terdiri atas tiga lapisan, yaitu kulit luar (*exocarp*), lapisan daging (*mesocarp*) dan lapisan kulit tanduk (*endocarp*) yang tipis tapi luas.

Kulit luar (*exocarp*) terdiri dari satu lapisan yang tipis. Buah yang masih muda berwarna hijau yang kemudian berangsur-angsur berubah menjadi hijau kekuningan, kuning dan akhirnya menjadi merah sampai merah kehitaman kalau buah itu sudah lewat matang.

Mesocarp atau daging buah adalah bagian kopi yang berlendir yang mempunyai rasa agak manis apabila sudah masak dengan jumlah air yang banyak.

Bagian *endosperma* adalah bagian yang disebut biji kopi atau kopi beras, yang dalam pengolahan selanjutnya akan mengalami proses penyangraian dan penggilingan menjadi kopi bubuk (Sivetz & Foote, 1963).

2.2 Kopi Bubuk

Pengolahan kopi bertujuan untuk mendapatkan kopi biji yang memenuhi persyaratan perdagangan, yaitu biji kopi yang kering, bebas dari sisa kulit buah, jaringan buah dan kulit tanduk, tidak keriput, dan tidak pecah serta tidak berwarna hijau kebiruan. Kopi biji yang diperoleh telah siap dipasarkan dan untuk dikonsumsi perlu dilakukan penggorengan dan penggilingan sehingga didapatkan kopi bubuk. Penggorengan dilakukan pada suhu 180° C - 240° C selama 15 – 20 menit (Presscot, 1973 dalam Kustuti, 1988).

Kopi biji belum memiliki rasa dan aroma yang enak, cita rasa timbul setelah kopi biji mengalami proses penyangraian (*roasting*). Kopi bubuk diperoleh dari hasil pengolahan biji kopi yang terdiri dari beberapa tahap pengolahan, yaitu: penyangraian, penggilingan dan pengayakan. Jadi kopi bubuk merupakan biji kopi sangrai (*roasted*) yang digiling atau ditumbuk hingga merupakan serbuk yang halus. Kopi bubuk disukai konsumen apabila dapat memberikan perasaan senang dan kepuasan dari cita rasa yang dihasilkan (Wahyudi, 1983).

2.2.1 Pengolahan Kopi Bubuk

a. Penyangraian

Penyangraian adalah suatu cara pemanasan kopi biji menggunakan suhu tinggi (Ciptadi, 1978). Di dalam proses penyangraian dikenal tiga tingkat penyangraian yaitu penyangraian ringan (*Light Roast*) dengan suhu 193 - 199°C, penyangraian sedang (*Medium Roast*) dengan suhu penyangraian 204°C dan penyangraian gelap (*Dark Roast*) dengan suhu penyangraian 213 - 221° C (Wahyudi, 1983). Menurut Presscot & Proctor (1937) dalam Ciptadi (1978) untuk menghasilkan kopi sangrai yang baik dilakukan dibawah suhu 200° C atau maksimal 200° C. Suhu penyangraian mempengaruhi keasaman dan seduhan kopi.

Penyangraian mempunyai peranan penting dalam proses pengolahan kopi, karena tahap ini ikut menentukan aroma dan perasa kopi. Proses penyangraian diawali dengan penguapan kemudian diikuti terjadinya pirolisis yang menyebabkan berbagai perubahan fisikokimia sehingga terbentuk aroma dan *flavor* kopi sangrai (Anonymus, 1977).

Selama penyangraian terjadi dua tahap proses yaitu tahap penguapan air pada suhu 100° C dan tahap pirolisis yang dimulai pada suhu antara 140 - 160° C. Pirolisis mencapai puncaknya pada suhu antara 190 - 210° C. Pada tahap pirolisis terjadi perubahan komposisi kimia dan pengurangan berat sebanyak 10 % (Ciptadi, 1978). Pirolisis adalah perubahan kimia dengan degradasi dan sintesis yang terjadi serempak pada temperatur tinggi (Sivets & Foote, 1963).

Menurut Sivets & Foote (1963) pada tahap pirolisis akan dihasilkan karamelisasi gula, asam asetat dan asam-asam lainnya, alkldehida, keton, furfural, ester, asam lemak, amina, CO₂ dan sulfida.

Menurut Sivets & Foote (1963) selama proses penyangraian terjadi perubahan warna yang dapat dibedakan secara visual. Perubahan warna yang terjadi berturut-turut yaitu hijau, coklat kayu manis, hitam dengan permukaan berminyak. Suhu penyangraian juga mempengaruhi keasaman dari seduhan kopi. Pada tahap *pirolisis*, pH seduhan kopi berubah menjadi 5,5, pada “tingkat sangrai

sedang” pH 5,1 dan pada “tingkat sangrai gelap” pH menjadi 5,3. Kopi dengan hasil penyangraian rendah memberikan rasa yang lebih asam dibandingkan dengan tingkat penyangraian gelap.

Menurut Ukers & Presscot (1951) dalam Ciptadi (1978) selama proses penyangraian terjadi perubahan-perubahan fisik dan kimia seperti *swelling*, penguapan air, terbentuknya senyawa volatil, karamelisasi karbohidrat, pengurangan serat kasar, denaturasi protein, terbentuknya gas CO₂ sebagai hasil oksidasi dan terbentuknya aroma khas kopi yang disebabkan oleh senyawa Caffeol. *Swelling* selama penyangraian disebabkan oleh terbentuknya gas yang sebagian besar terdiri dari CO₂, kemudian gas-gas ini mengisi ruang di dalam sel atau pori-pori kopi. Menurut Clifford & Wilson (1985) gas CO₂ dapat menyebabkan *swelling* yang berkisar antara 170 – 230 %.

Selama proses penyangraian sebagian kecil dari kafein akan menguap dan terbentuk komponen yang lain yaitu aseton, furfural, amonia, trimethylamine, asam formiat dan asam asetat.

b. Penggilingan

Penggilingan dilakukan terhadap biji kopi hasil penyangraian untuk mendapatkan kopi bubuk. Ukuran partikel-partikel kopi bubuk berpengaruh pada rasa seduhan. Kopi bubuk sebanyak 40 gram dalam air dengan diameter 0,3 mm mempunyai rasa yang lebih baik dibandingkan dengan kopi bubuk berdiameter 0,5 mm (Ciptadi, 1978).

c. Pengayakan

Pengayakan bertujuan untuk memperoleh kopi bubuk yang partikelnya halus dan seragam. Pada umumnya pengayakan dilakukan dengan alat pengayak yang mempunyai ukuran 40 mesh. Ukuran partikel kopi bubuk dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu kasar (*regular grind*), sedang (*drip grind*) dan halus (*fine grind*) (Ciptadi, 1978).

2.2.2 Syarat Mutu Kopi Bubuk

Menurut Wahyudi (1983), faktor mutu meliputi sifat-sifat komoditi dan faktor-faktor komoditi. Sifat-sifat komoditi kopi bubuk adalah sifat-sifat yang langsung dapat diamati dan diukur dari kopi tersebut. Sifat-sifat tersebut merupakan unsur mutu yang penting, akan tetapi tidak semua sifat yang menentukan mutu tersebut dapat diukur, dikenal dan dianalisis. Sifat-sifat komoditi ini digolongkan menjadi sifat kimia, sifat fisik dan sifat organoleptik. Faktor komoditi adalah faktor-faktor yang tidak dapat diukur atau diamati secara langsung dari komoditi bersangkutan, tetapi mempunyai pengaruh terhadap mutu, misalnya faktor biologis, faktor genetik dan faktor sosial ekonomi.

Sifat-sifat organoleptik adalah sifat-sifat yang dapat diukur dengan menggunakan indera, misalnya citarasa, aroma (*flavor*) dan warna.

Kopi bubuk yang dapat diterima oleh konsumen harus memiliki syarat mutu tertentu yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Syarat Mutu Kopi Bubuk (SNI 01 – 3542 – 1994)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			I	II
1.	Keadaan			
	1. Bau	-	Normal	Normal
	2. Rasa	-	Normal	Normal
	3. Warna	-	Normal	Normal
2.	Air	% b/b	Maks. 7	Maks. 7
3.	Abu	% b/b	Maks. 5	Maks. 5
4.	Kealkalian Abu	MI N NaOH/100 g	57-64	Min. 35
5.	Sari Kopi	% b/b	20-36	Maks. 60
6.	Bahan-bahan lain	-	Tidak boleh ada	Boleh ada

Sumber : Anonim (1994)

Selama penyimpanan kopi bubuk akan terjadi perubahan aroma, kadar air dan terjadinya proses ketengikan yang mengakibatkan penurunan mutu kopi bubuk tersebut. Kopi bubuk yang disimpan di tempat yang terbuka menyebabkan penguapan aroma dan penyerapan air dari udara, jika kelembaban terlalu tinggi. Peningkatan kadar air merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroba, seperti kapang, bakteri dan ragi sehingga dapat menimbulkan rasa dan aroma

asing pada kopi tersebut. Sedangkan ketengikan pada kopi disebabkan oleh oksidasi lemak yang terkandung dalam biji kopi (Siswo Putranto, 1993).

2.3 Aktivitas Air

Aktivitas air adalah perbandingan antara tekanan parsial uap dalam bahan dengan tekanan uap air jenuh. Semakin tinggi tekanan uap air suatu bahan maka semakin besar kemungkinan terdapatnya kehidupan mikroba di dalam bahan makanan tersebut.

Pengetahuan tentang aktivitas air mempunyai nilai praktis khususnya dalam usaha pengawetan bahan makanan, demikian juga untuk membuat formulasi dalam menghasilkan bahan makanan yang awet meskipun tanpa proses pemanasan dan refrigerasi (Adnan, 1982). Winarno (1984), menjelaskan bahwa air merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan fungsinya tidak pernah digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen yang penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan.

Berbagai jenis bahan pangan menghendaki aktivitas air (A_w) minimal yang berbeda agar terhindar dari serangan mikroba. Besarnya aktivitas air (A_w) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$A_w = \frac{P}{P_o} = \frac{ERH}{100} \dots\dots\dots(2.1)$$

Berdasarkan rumus A_w di atas, dapat langsung diketahui besarnya kelembaban nisbi seimbang dengan pengukuran menggunakan berbagai tipe higrometer (Gunarif Taib, 1988).

2.4 Kadar Air Bahan

Menurut Taib (1987), kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan, yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*).

Penentuan kadar air hasil pertanian berdasarkan bobot basah, dalam perhitungan berlaku rumus :

$$KA = \frac{Wa}{Wb} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Analisis suatu bahan, biasanya kadar air bahan ditentukan berdasarkan sistem bobot kering. Ini disebabkan karena perhitungan berdasarkan bobot basah mempunyai kelemahan yakni bobot basah selalu berubah-ubah setiap saat. Kalau berdasarkan bobot kering hal ini tidak akan terjadi karena bobot kering bahan selalu tetap. Dalam perhitungan kadar air bahan berdasarkan bobot kering berlaku rumus :

$$KA = \frac{Wa}{Wk} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5 Kadar Air Keseimbangan

Menurut Brooker (1992), kandungan lengas yang dicapai suatu bahan pada saat tekanan uap bahan sama dengan tekanan uap pada lingkungan sekitar dinamakan kadar air seimbang. Penentuan nilai keseimbangan sangat dibutuhkan dalam perencanaan pengeringan, penyimpanan dan proses-proses lain. Hal ini berguna untuk memperkirakan penambahan atau pengurangan kadar air pada kondisi suhu dan RH tertentu. Gatot Priyanto (1987), menjelaskan bahwa secara teoritis bahan pangan mempunyai kandungan air minimal sesuai dengan jumlah air pada kadar air kesetimbangannya. Dalam pengeringan untuk pengawetan bahan pangan masih mengandung sejumlah air sesuai dengan kadar air kesetimbangannya.

Bila sejenis bahan basah dikeringkan, berarti terjadi penguapan air dari bahan itu melewati permukaannya. Penguapan air ini terhenti bila tingkat kebasahan permukaan sama dengan tingkat kebasahan udara sekelilingnya. Tidak ada lagi sejumlah energi yang bisa berpindah dari luar ke dalam atau sebaliknya. Walaupun bahan tersebut telah dikeringkan mencapai kadar air yang minimum, kadar airnya pun bisa meningkat lagi bila kontak dengan media atau udara yang

Digital Repository Universitas Jember

kebasahannya tinggi menjadi seimbang, keadaan ini disebut kadar air keseimbangan (Suharto, 1991).

Kadar air kesetimbangan juga merupakan kadar air bahan setelah dibiarkan terbuka pada lingkungan tertentu untuk waktu yang tidak terbatas. Kadar air kesetimbangan ini merupakan fungsi dari suhu dan kelembaban. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air kesetimbangan adalah :

- a. kecepatan aliran udara dalam ruang pengeringan
- b. suhu pengeringan
- c. kelembaban nisbi udara
- d. jenis bahan yang dikeringkan
- e. tingkat kematangan bahan

Dua macam metode untuk mengukur kadar air kesetimbangan, yakni kadar air kesetimbangan statis dan kadar air kesetimbangan dinamis. Kadar air kesetimbangan statis didapatkan dari sistem dimana bahan dan udara sekelilingnya diam, sedangkan kadar air kesetimbangan dinamis didapatkan dimana bahan atau udara sekelilingnya bergerak.

Pada penentuan kadar air kesetimbangan secara dinamis, kondisi udara dapat digerakkan dengan cara mekanis dan kesetimbangan dapat dicapai secara cepat, Sedangkan penentuan kadar air kesetimbangan secara statis dapat dilakukan dengan cara meletakkan produk sampai terjadi kesetimbangan dengan udara lingkungan. Penentuan kadar air kesetimbangan dengan cara statis akan membutuhkan waktu yang lebih lama dan pada suhu dan kelembaban yang tinggi. Produk dapat mudah terserang mikroba sebelum mencapai kesetimbangan (Brooker et al, 1992).

Menurut Hall (1980), kadar air kesetimbangan statis merupakan fungsi kelembaban udara (RH) dan suhu (T). Hubungan antara me, RH dan T adalah sebagai berikut :

$$(1-A_w) = \exp [-c(me)^n] \dots\dots\dots (2.4)$$

2.6 Pengemasan Kopi Bubuk

Peranan pengemasan dalam pengawetan bahan makanan adalah memberi proteksi terhadap masuknya bahan dari luar dan kotoran selama perlakuan (*handling*). Bahan pengemas diharapkan dapat memperpanjang daya simpan produk (Suyitno, 1990). Kamarijani (1996), mengatakan bahwa kemasan atau wadah merupakan benda dengan bentuk kekuatan tertentu yang mampu melindungi produk dari kerusakan, sehingga produk sampai ke tangan konsumen dalam keadaan baik.

Menurut Buckle (1987), Pengemasan bahan pangan harus memperhatikan lima fungsi utama, yaitu :

- a. Harus dapat mempertahankan produk agar bersih dan memberikan perlindungan terhadap kotoran dan pencemaran lainnya.
- b. Harus memberikan perlindungan pada bahan pangan terhadap kerusakan fisik, air, oksigen dan sinar.
- c. Harus berfungsi secara benar, efisien dan ekonomis dalam proses pengepakan yaitu selama pemasukan bahan pangan ke dalam kemasan. Hal ini berarti bahwa pengemas sudah dirancang untuk siap pakai.
- d. Harus mempunyai suatu tingkat kemudahan untuk dibentuk menurut rancangan, dimana bukan hanya memberikan kemudahan pada konsumen misalnya kemudahan dalam membuka atau menutup kembali wadah tersebut, tetapi juga dapat mempermudah pada tahap selanjutnya selama pengolahan di gudang dan selama pengangkutan untuk distribusi. Terutama harus memepertimbangkan ukuran, bentuk dan berat dari unit pengepakan.
- e. Harus memperhatikan pengenalan keterangan dan daya tarik penjualan.

Menurut Syarief dan Halid (1991), tindakan pengendalian dengan penyimpanan menggunakan pengemas yang tepat dapat mempertahankan kadar air dan mencegah migrasi air dari satu bagian ke bagian lain karena mikroba dapat tumbuh pada bahan dengan kadar air yang tinggi.

Penentuan pilihan bahan kemasan perlu sebelumnya diketahui berbagai informasi mengenai persyaratan yang dibutuhkan seperti apa yang menyebabkan kerusakan, apa yang dialami produk dalam kemasan tersebut sebelum dikonsumsi,

Digital Repository Universitas Jember

dan perlu dipertimbangkan bukan hanya produk yang dapat rusak tetapi juga bahan pengemasnya.

Gangguan yang sering terjadi pada produk disebabkan karena perubahan kadar air, pengaruh gas dan cahaya. Sebagai akibat dari perubahan kadar air dari produk maka akan timbul jamur dan bakteri, pengerasan pada produk bubuk dan pelunakan pada produk kering. Akibat produk kontak dengan oksigen akan menyebabkan timbulnya ketengikan (produk berlemak) dan perkembangbiakan jasad renik. Sedangkan cahaya dapat merusak produk dalam wadah (Syarief dan Irawati, 1986).

Persyaratan dan spesifikasi wadah atau pembungkus berbeda menurut jenis bahan hasil industri dan tujuan utamanya. Tetapi pada umumnya ditujukan untuk menghindari kerusakan yang disebabkan oleh mikroba, fisik, biokimia, perpindahan uap air dan gas, sinar ultraviolet dan perubahan suhu. Selain itu pengemasan harus ekonomis, mampu menekan ongkos produksi, tidak mudah bocor atau penyok dan mudah dalam penyimpanan, pengangkutan dan distribusi.

Jenis kemasan dalam perdagangan dikenal istilah kemasan primer, yaitu wadah atau pembungkus yang langsung mewadahi bahan, kemudian kemasan sekunder yang fungsi utamanya melindungi kelompok-kelompok kemasan lainnya, seperti kotak-kotak karton untuk wadah susu dalam kaleng, kotak kayu yang mewadahi buah-buahan yang dibungkus. Apabila masih diperlukan lagi pengemasan setelah kemasan primer dan sekunder, maka dikenal kemasan tersier, kemasan kuartier dan seterusnya (Syarief dan Irawati, 1986).

Wadah yang dibuat dari plastik dapat berbentuk film (lembaran plastik), kantong, wadah dan bentuk lain seperti botol, kaleng, stoples dan kotak. Sekarang penggunaannya sangat luas karena relatif murah ongkos produksinya, mudah dibentuk aneka model, mudah penanganan dalam sistem distribusi dan bahan bakunya mudah diperoleh.

Bahan pengemas makanan ada bermacam-macam antara lain terbuat dari logam, gelas, plastik, aluminium foil dan kertas (Buckle et al, 1978). Sifat pengemas juga bermacam-macam tergantung bahan penyusunnya. Ada pengemas

yang bersifat mencegah kehilangan uap air, melindungi terhadap oksigen, air dan lain-lain (Buckle et al, 1978; Pantastico, 1975).

2.7 Sifat Kemas Kertas

Kertas dibuat dari serat selulosa dan merupakan bahan penyerap tinta dan digunakan untuk menulis, membungkus dan mengemas. Pada umumnya kertas dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu : kertas kultural atau halus dan kertas industri atau kasar.

Kertas kultural terdiri dari kertas cetak dan kertas tulis. Kertas cetak dibagi menjadi kertas putih, kertas cetak berwarna, kertas gambar, dan sebagainya. Sedangkan kertas tulis dibagi ke dalam kertas cek, kertas buku tulis, kertas cetak ketikan dan sebagainya.

Kertas industri umumnya terdiri dari kertas membungkus dan mengemas, misalnya kertas kraf, kertas manila, kertas glassin, kertas kedap lemak, kertas anti-tornish, kertas permanen, kertas pounch, kertas tissue, kertas krep, kertas lilin, kertas tahan basah dan sebagainya.

Manfaat kertas dalam industri pengemasan, antara lain : sebagai kantong, amplop, mengemas produk yang akan dikapalkan, mengemas perak, photographi, mengemas produk farmasi, dapat menjaga flavor produk yang dikemas, mengemas keju, untuk tujuan dekorasi dan sebagainya tergantung dari jenis kertas yang digunakan (Tri Susanto & Budi Saneto, 1994).

Kemasan kertas memiliki kedudukan yang kuat dalam dunia pengemasan, karena penggunaannya yang praktis dan fleksibel serta relatif lebih murah. Dalam sistem kemasan konvensional, kemasan kertas ini bersama-sama kemasan plastik dapat menggantikan posisi kemasan daun dengan baik, sehingga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sifat kemasan kertas sangat bervariasi, sesuai dengan jenis kertas dan konstruksi kemasan yang dibuat (Gatot Priyanto, 1988).

2.8 Permeabilitas Gas (Uap Air)

Permeabilitas suatu material adalah kecepatan suatu gas atau uap air melewati suatu unit permukaan, dalam satuan (gram air / hari m^2 mmHg). Besarnya nilai permeabilitas suatu material tergantung pada suhu, ketebalan film, dan tekanan parsial.

Integritas bahan makanan dalam kemasan ditentukan oleh kemampuan kemasan (bahan² dan sistem kemasan) untuk menahan kerusakan selama penanganan, distribusi dan penyimpanan baik di gudang, di toko dan di rumah sebelum bahan makanan dikonsumsi.

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kerusakan makanan ialah kontak dengan gas (oksigen) dan kelembaban. Kemasan diharapkan mampu melindungi bahan makanan dengan menjaga supaya oksigen dan kelembaban udara tetap berada di luar kemasan (Suyitno, 1993).

2.9 Umur Simpan (*Shelf Life*) Produk Olahan

Umur simpan (*Shelf Life*) produk bahan makanan adalah periode waktu dimana produk tersebut masih layak dan aman untuk dikonsumsi. Banyak faktor yang menentukan umur simpan suatu produk. Faktor-faktor tersebut bisa dikelompokkan menjadi tiga, yakni sifat produk, kemasan dan kondisi lingkungan. Sifat produk yang banyak menentukan umur simpan antara lain kenampakan, tekstur, cita rasa, kandungan zat tertentu, dan populasi mikrobia. Adapun kondisi lingkungan yang berperan diantaranya adalah suhu, gas dan kelembaban udara. Sedangkan kemasan adalah sebagai bahan yang dapat memberikan proteksi terhadap produk dari kondisi lingkungan yang sudah barang tentu perannya dalam menentukan keselamatan dan umur simpan produk (Suyitno, 1993).

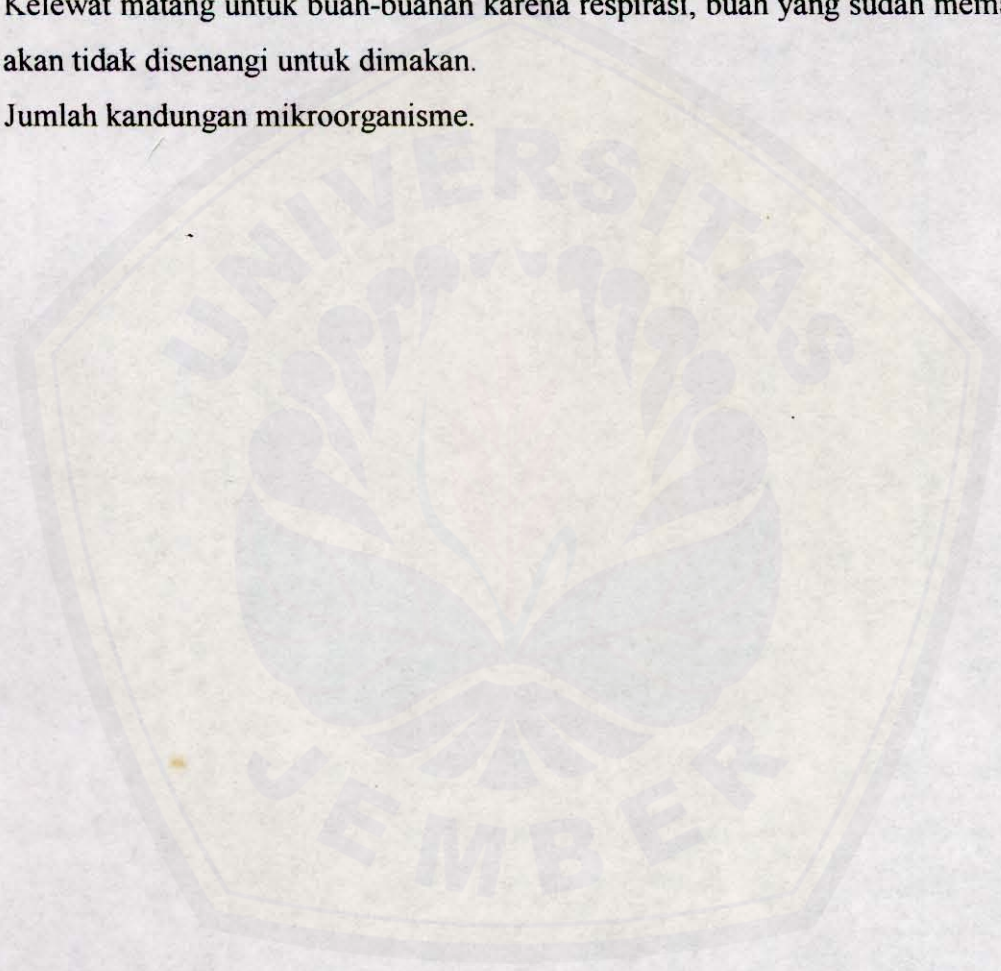
Pengertian suatu produk bahan pangan dapat dikonsumsi adalah sangat relatif. Suyitno (1993) menjelaskan bahwa ketidak bisaan suatu produk bahan pangan untuk dikonsumsi dipertimbangkan keadaan dari :

1. Kadar air dalam bahan pangan (*moisture content*) yang tergantung dari jenis bahan. Untuk bahan pangan kering, kenaikan kadar air akan menyebabkan

Digital Repository Universitas Jember

barang tidak disukai lagi (biarpun masih dapat dimakan) karena dapat mendorong perkecambahan dan pertumbuhan jamur. Sebaliknya untuk bahan pangan yang memiliki kadar air tinggi (sayur dan buah), penurunan kadar air harus dicegah karena dapat menyebabkan kelayuan dan tidak disenangi lagi.

2. Oksidasi kandungan bahan pangan yang dapat menimbulkan rasa tengik dan perubahan warna.
3. Kehilangan kandungan spesifik, misalnya aroma.
4. Kelewat matang untuk buah-buahan karena respirasi, buah yang sudah memar akan tidak disenangi untuk dimakan.
5. Jumlah kandungan mikroorganisme.



3.1 Pendekatan Teori

Kertas minyak merupakan bahan kemas yang bersifat semi permeabel dan masih dapat dilalui gas dan uap air sehingga suatu bahan makanan yang dikemas didalamnya akan mengalami penambahan atau pengurangan jumlah air tergantung dari kondisi lingkungannya. Besarnya penambahan atau pengurangan jumlah air dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\ln \Gamma = \ln \left[\frac{m_o - m_e}{m_t - m_e} \right] = B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{P_o}{b} \cdot t \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Nilai $\frac{m_t - m_e}{m_o - m_e}$ disebut sebagai *moisture ratio* (MR) sehingga persamaan (3.1) menjadi :

$$\ln \frac{1}{MR} = B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{P_o}{b} \cdot t \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Apabila persamaan (3.2) dilinierkan, maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut :

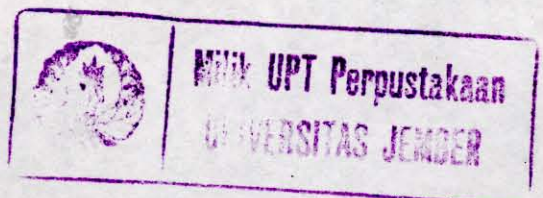
$$y = \ln \frac{1}{MR} \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

$$b = B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{P_o}{b} \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Nilai a dan x berturut-turut sebesar 0 dan t. Nilai konstanta permeabilitas B dapat ditentukan dari persamaan (3.4) di atas.

Penentuan nilai m_t (kadar air bahan pada waktu t) prediksi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.1), sehingga m_t prediksi dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$m_t = \frac{(m_o - m_e)}{\exp \left(B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{P_o}{b} \cdot t \right)} + m_e \quad \dots\dots\dots(3.5)$$



Faktor yang diperlukan dalam penyelesaian ini adalah data kadar air awal (m_0) dan data kadar air kesetimbangan (m_e) kopi bubuk.

Penentuan nilai kadar air (m) pada waktu t digunakan persamaan sebagai berikut :

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Nilai kadar air keseimbangan (m_e) dari kopi bubuk dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Handerson sebagai berikut :

$$(1-A_w) = \exp [-c(m_e)^n] \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

Penentuan nilai konstanta c dan n dari persamaan diatas, maka persamaan (3.7) diatas diubah menjadi persamaan logaritma natural, sehingga menjadi persamaan linier sederhana sebagai berikut :

$$y = a + bx \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\ln (-\ln(1-A_w)) = \ln c + n \ln m_e \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

dengan : $y = \ln (-\ln(1-A_w))$

$$a = \ln c$$

$$b = n$$

$$x = \ln m_e$$

Harga P_0 dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$\ln P_0 = \frac{-5321,66}{T^{\circ}K} + 21,03 \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

dan b merupakan slop dari kurva isoterme sorpsi (Suyitno, 1993).

Berdasarkan persamaan (3.1), maka waktu (t_c) yang dipergunakan untuk mencapai kadar air kritis (m_c) yaitu kadar air dimana suatu bahan tidak disukai oleh konsumen dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_c = \frac{\ln \Gamma c}{B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{Po}{b}} \dots\dots\dots(3.11)$$

3.2 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah *eksperimental laboratoris*.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jember dimulai pada bulan Mei tahun 2002 dengan memanfaatkan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.4 Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. kopi bubuk
- b. lima macam bahan kimia berupa garam jenuh untuk pengkondisian RH seperti NaCl (63,83 %), KNO₃ (72,96 %), dan KCl (90,04 %).

3.4.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

- a. kertas minyak (warna merah dan putih) sebagai bahan pengemas
- b. toples / desikator
- c. inkubator
- d. hygrometer digital
- e. timbangan analitis
- f. plate
- g. pengering / oven

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pengambilan Data

Dalam penelitian ini data yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Kadar air awal bahan
2. Kadar air pada berbagai variasi suhu dan kelembaban
3. Kadar air keseimbangan pada berbagai variasi suhu dan kelembaban
4. Suhu penyimpanan (30 °C, 40 °C, 50 °C)
5. Kelembaban udara ruang penyimpan (63,83%, 72,96%, 90,04%)
6. Berat bahan awal dan akhir penyimpanan
7. Perubahan berat bahan tanpa perlakuan pengemasan (kontrol)
8. Perubahan berat bahan dengan perlakuan pengemasan
9. Waktu penyimpanan dalam ruang pengujian
10. Sifat organoleptik bahan pada berbagai waktu penyimpanan. Cara pengujian organoleptik adalah dengan mengukur sifat-sifat kopi bubuk menggunakan indra, misalnya citarasa, aroma (*flavor*), dan warna. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 orang panelis.

3.5.2 Pelaksanaan Kegiatan

Adapun pelaksanaan penelitian, yaitu:

- a. Menyiapkan sampel bahan kopi bubuk
- b. Mengukur kadar air awal bahan

Untuk mendapatkan data kadar air awal bahan menggunakan langkah-langkah :

1. Plate kosong dikeringkan dalam oven selama sekitar 1 jam pada suhu 105 °C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (a gram).
2. Menimbang sekitar 10 gram sampel kopi bubuk dalam plate (b gram).
3. Plate bersama sampel dimasukkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam.

4. Memindahkan plate beserta sampel kopi bubuk ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang (c gram).

$$\text{Kadar air (Wb)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

c. Mengukur kadar air kesetimbangan

Untuk mendapatkan data kadar air kesetimbangan diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan larutan garam
2. Menimbang sampel kopi bubuk sekitar 3 gram dalam plate
3. Memasukkan ke dalam toples yang sudah diberi garam jenuh dan sudah diketahui RH nya, lalu ditutup dengan rapat.
4. Memasukkan toples dalam inkubator pengatur suhu, dengan suhu 30 °C
5. Mendinginkan selama 6 hari, kemudian diambil dan secara cepat ditimbang beratnya, mengulangi satu hari berikutnya sampai beratnya konstan
6. Menghitung kadar airnya dengan metode gravimetri. Kadar air yang didapat adalah kadar air keseimbangan.
7. Mengulangi langkah 1 sampai 6 pada suhu 40 °C dan 50 °C

d. Mengukur perubahan berat bahan yang disimpan tanpa pengemas (kontrol)

1. Menyiapkan ruang pengujian dengan suhu 30 °C dan RH 90,04 %
2. Meletakkan bahan ke dalam ruang pengujian
3. Melakukan penimbangan pada interval waktu tertentu (setiap hari) sampai berat bahan menjadi konstan
4. Mencatat pertambahan berat bahan

e. Mengukur konstanta permeabilitas kertas minyak

1. Melakukan pengemasan kopi bubuk dalam kemasan kertas minyak dan ditutup dengan normal
2. Menyiapkan ruang pengujian sedemikian rupa
3. Menimbang berat awalnya

Digital Repository Universitas Jember

4. Meletakkan bahan yang sudah dikemas ke dalam ruang pengujian sedemikian rupa pada suhu 30 °C dengan variasi RH (63,83%, 72,96%, 90,04%) dan membiarkannya sampai waktu tertentu
 5. Melakukan penimbangan pada interval waktu tertentu (setiap hari)
 6. Mencatat adanya pertambahan / pengurangan berat
- f. Melakukan uji organoleptik
1. Melakukan pengemasan kopi bubuk dalam kemasan kertas minyak dan ditutup dengan normal
 2. Menyiapkan ruang pengujian sedemikian rupa
 3. Menimbang berat awalnya
 4. Meletakkan bahan yang sudah dikemas ke dalam ruang pengujian sedemikian rupa pada suhu 30 °C dengan RH 90,04 % dan membiarkannya sampai waktu tertentu
 5. Melakukan uji organoleptik pada interval waktu tertentu (1 minggu sekali)
 6. Mengukur kadar air akhir yaitu pada saat kopi bubuk dalam kemasan kertas minyak tidak disukai oleh konsumen. Kadar air yang diperoleh disebut kadar air kritis.

3.6 Metode Analisis

Dari hasil penelitian selanjutnya akan dilakukan analisis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Membuat grafik hubungan antara kadar air dengan aktifitas air
- b. Menentukan nilai m_e dengan menggunakan persamaan (3.7)
- c. Menentukan nilai ratio kadar air (MR) dengan menggunakan persamaan (3.2).
- d. Membuat grafik hubungan antara $\ln(1/MR)$ dengan waktu penyimpanan t .
- e. Melakukan analisis pengaruh kelembaban udara penyimpanan terhadap nilai permeabilitas kertas minyak.

- f. Melakukan analisis grafis dan analisis statistik dengan menggunakan modulus deviasi terhadap data observasi dan data prediksi. Analisis statistik dilakukan untuk menguji apakah data prediksi sama dengan data observasi.
- g. Melakukan analisis prediksi umur simpan kopi bubuk.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang uji ketahanan kertas minyak sebagai bahan pengemas kopi bubuk dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Kadar air keseimbangan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban relatif (RH), tekanan, jenis bahan dan metode pendekatan yang digunakan untuk menentukan kadar air keseimbangan (EMC).
2. Dari model persamaan Handerson, didapatkan persamaan nilai konstanta c dan n yang diperoleh berturut-turut adalah sebagai berikut:
$$c = 0,006T - 0,1787$$
$$n = -0,046T + 3,453$$
dengan nilai regresi (R^2) = 0,9725 untuk konstanta c dan 0,89496 untuk konstanta n .
3. Nilai konstanta permeabilitas pada masing-masing kelembaban udara penyimpan adalah 78,4043 pada (RH 63,83%), 95,6646 pada (RH 72,96%) dan 112,3321 pada (RH 90,04%) dengan suhu penyimpanan masing-masing 30 °C.
4. Modulus deviasi dari perbandingan antara m_e observasi dengan m_e prediksi adalah 1,1498 pada (T 30°C), 3,0132 pada (T 40°C) dan 5,8701 pada (T 50°C).
5. Modulus deviasi dari perbandingan antara m_t observasi dengan m_t prediksi adalah 6,5194 pada (RH 63,83%), 4,5524 pada (RH 72,96%) dan 5,6477 pada (RH 90,04%).
6. Umur simpan kopi bubuk pada masing-masing kelembaban udara penyimpan adalah 139 hari pada (RH 63,83%), 81 hari pada (RH 72,96%) dan 42 hari pada (RH90,04%) dengan suhu penyimpanan masing-masing 30 °C.

5.2 Saran

Untuk menguji kemampuan kertas minyak sebagai bahan pengemas perlu diadakan penelitian yang lain misalnya uji ketahanan tekanan dan uji ketahanan sobek dari bahan pengemas kertas minyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, 1982. *Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Anonymus, 1975. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. AOAC. Washington.
- Anonymus, 1977. *Guide to Coffee Roasting*. Indian Coffe. XLI. 124-138.
- Brooker, D. B., F. W., Bakker-Arkena and C.W. Hall, 1992. *Drying and Storage of Grains and Oilseeds*. The Avi Publishing Company : Inc. Westport, Connecticut.
- Buckle, K.A., dkk, 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta : Penerbit UI-Press.
- Ciptadi, W & Z, Nasution, 1985. *Pengolahan Kopi*. Agroindustri Press. THP. Fateta IPB. Bogor.
- Ciptadi, 1978. *Departemen Teknologi Hasil Pertanian*. Fatameta IPB. Bogor.
- Clifford. M.N & K. C. Willson, 1985. *Coffee Botani. Biochemistry and Production of Brans and Beverage*. The Avi Publishing Company. Inc. Westport. Connecticut.
- Gunarif Taib, 1987. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta : PT. Mediyatama Sarana Perkasa.
- Hall, Carl W. 1980. *Drying and Storage of Agriculture Corp*. USA. Avi Publishing Company Inc.
- Jacobs, M.B. 1958. *The Chemical Analysis of Foods Products*. D. Van Nostrand Company. Inc Princenton. New York.
- Kamarijani, S., 1996. *Dasar-dasar Pengemasan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Kustuti, S., 1988. *Kajian Terhadap Mutu Kopi Bubuk di Pasaran*. Fakultas Pertanian UNEJ. Jember.
- Mansjur, Z, 1976. *Pengolahan Kopi*. Balai Penelitian Perkebunan Bogor Sub Balai Penelitian Budidaya Jember. Jember.

- Martoharsono, S, 1979. *Pengolahan Kopi*. Yayasan Pembinaan FTP UGM. Yogyakarta.
- Nadjiyati, S & Danarti, 1990. *Budidaya dan Penanganan Lepas Panen Kopi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Priyanto, G, 1987. *Teknik Pengawetan Pangan*. Yogyakarta : PAU-Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada.
- Siswo, P, 1993. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Mutu Kopi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sivetz, M & H. E. Foote, 1963. *Coffee Processing Technology*. Vol I, The Avi Publishing Co. Inc. Connecticut.
- Suharto, 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Bandung : Rineka Cipta.
- Susanto dan Sucipto, 1994. *Teknologi Pengemasan Bahan Makanan*. Blitar : Family.
- Susanto, T & B. Saneto, 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Bina Ilmu. Surabaya.
- Suyitno, 1990. *Bahan-bahan Pengemas*. Yogyakarta : PAU-Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Syarief dan Halid, 1991. *Dasar-dasar Penyimpanan Pangan*. Jakarta : Arcan.
- Syarif, R. dan A. Irawati., 1986. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*. Jakarta : PT. Mediyatama Sarana Perkasa.
- Wahyudi, T, 1983. *Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Mutu Kopi*. Balai Penelitian Perkebunan Jember. Jember.
- Winarno, F. G., 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran Kadar Air Awal Kopi Bubuk Berdasarkan Berat Basah

No	Berat Botol (gr)	Berat Bahan Awal (gr)	Berat Botol dan Bahan dari Oven (gr)	Berat Bahan Akhir (gr)	Kadar Air (%)	Rata-rata Kadar Air (%)
1	29.0932	3.0399	32.0962	3.003	1.2138	
2	28.4456	3.0181	31.4336	2.988	0.9973	1.2497
3	17.4448	3.0429	20.4409	2.9961	1.5380	



Data untuk Penentuan kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 30°C

RH	Ulangan	B1	B2	B3	Wd	B4	Wm1	Wm2	Kadar Air	Kadar Air Rata-rata
63.83	1	11.8472	3.0224	15.0935	2.9831	3.2463	0.0393	0.2632	8.1077	8.0628
	2	22.0531	3.0623	25.3469	3.0241	3.2938	0.0382	0.2697	8.1881	
	3	12.6302	3.3381	16.2095	3.2968	3.5793	0.0413	0.2825	7.8926	
72.96	1	17.1484	3.3373	20.7735	3.2956	3.6251	0.0417	0.3295	9.0894	9.1250
	2	27.3893	3.3983	31.0758	3.3558	3.6865	0.0425	0.3307	8.9706	
	3	16.3226	3.0402	19.6334	3.0024	3.3108	0.0378	0.3084	9.3150	
90.04	1	21.9427	3.3489	25.6921	3.3071	3.7494	0.0418	0.4423	11.7966	11.4422
	2	24.9073	3.0350	28.2914	2.9965	3.3841	0.0385	0.3876	11.4536	
	3	22.8572	3.1043	26.3041	3.0651	3.4469	0.0392	0.3818	11.0766	

Keterangan:

- RH = Kelembaban Relatif (%)
- B1 = Berat Botol (gr)
- B2 = Berat sampel awal (gr)
- B3 = Berat Botol + sampel dari inkubator (gr)
- B4 = Berat Sampel akhir (gr)
- Wm1 = Berat air bahan awal (gr)
- Wd = Berat kering bahan (gr)
- Wm2 = Berat air bahan akhir (gr)

Data untuk Penentuan kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 40°C

RH	Ulangan	B1	B2	B3	Wd	B4	Wm1	Wm2	Kadar Air	Kadar Air Rata-rata
63.83	1	11.75592	3.1243	15.0424	3.0852	3.2865	0.0391	0.2013	6.1251	
	2	9.9034	3.0476	13.1350	3.0095	3.2316	0.0381	0.2221	6.8728	6.2233
	3	11.7306	3.2317	15.1138	3.1913	3.3832	0.0404	0.1919	5.6721	
72.96	1	26.0135	3.3366	29.5766	3.2949	3.5631	0.0417	0.2682	7.5272	
	2	9.6876	3.3498	13.2731	3.3079	3.5855	0.0419	0.2776	7.7423	7.5445
	3	11.8974	3.0485	15.1470	3.0103	3.2496	0.0382	0.2393	7.3640	
90.04	1	12.1263	3.0764	15.5293	3.0372	3.4030	0.0392	0.3658	10.7493	
	2	23.4932	3.2643	27.0871	3.2235	3.5939	0.0408	0.3704	10.3064	10.3445
	3	9.5591	3.1152	12.9757	3.0757	3.4166	0.0395	0.3409	9.9778	

Keterangan:

RH = Kelembaban Relatif (%)

B1 = Berat Botol (gr)

B2 = Berat sampel awal (gr)

B3 = Berat Botol + sampel dari inkubator (gr)

B4 = Berat Sampel akhir (gr)

Wm1 = Berat air bahan awal (gr)

Wd = Berat kering bahan (gr)

Wm2 = Berat air bahan akhir (gr)

Data untuk Penentuan kadar Air Kesetimbangan Kopi Bubuk (me observasi) pada T 50°C

RH	Ulangan	B1	B2	B3	Wd	B4	Wm1	Wm2	Kadar Air	Kadar Air Rata-rata
63.83	1	12.6302	3.2413	15.9783	3.2007	3.3481	0.0406	0.1474	4.4025	3.8060
	2	21.9427	3.1796	25.2054	3.1398	3.2627	0.0398	0.1229	3.7668	
	3	27.3893	3.1547	30.6092	3.1153	3.2199	0.0394	0.1046	3.2485	
72.96	1	26.0135	3.3433	29.4834	3.3015	3.4699	0.0418	0.1684	4.8552	4.8274
	2	23.4932	3.1665	26.7813	3.1269	3.2881	0.0396	0.1612	4.9025	
	3	11.8974	3.2679	15.2846	3.2271	3.3872	0.0408	0.1601	4.7266	
90.04	1	11.7306	3.1984	15.1182	3.1583	3.3876	0.0401	0.2293	6.7688	6.5616
	2	11.7592	3.1565	15.0757	3.117	3.3165	0.0395	0.1995	6.0154	
	3	16.3226	3.2357	19.7542	3.1948	3.4316	0.0409	0.2368	6.9006	

Keterangan:

RH = Kelembaban Relatif (%)

B1 = Berat Botol (gr)

B2 = Berat sampel awal (gr)

B3 = Berat Botol + sampel dari inkubator (gr)

B4 = Berat Sampel akhir (gr)

Wm1 = Berat air bahan awal (gr)

Wd = Berat kering bahan (gr)

Wm2 = Berat air bahan akhir (gr)

Lampiran 4

Lampiran 5. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 30 °C

RH	Aw	(1 - Aw)	-ln (1-Aw)	ln (-ln (1-Aw))	me	ln me
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	8.0628	2.0873
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	9.1250	2.2110
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	11.4422	2.4373

Keterangan:

RH = Kelembaban relatif (%)

Aw =Water Activity (Aw = ERH/100)

Me = Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk (%)

Y = ln (-ln (1-Aw))

X = Ln me

Persamaan regresi

$$Y = 2.3327x - 4.8603$$

$$R = 0.9963$$

Lampiran 6. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 40 °C

RH	Aw	(1 - Aw)	$-\ln(1 - Aw)$	$\ln(-\ln(1 - Aw))$	me	$\ln me$
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	6.2237	1.8284
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	7.5445	2.0208
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	10.3445	2.3365

Keterangan:

RH = Kelembaban relatif (%)

Aw = Water Activity ($Aw = ERH/100$)

Me = Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk (%)

Y = $\ln(-\ln(1 - Aw))$

X = $\ln me$

Persamaan regresi

$$Y = 1.6302x - 2.9875$$

$$R = 0.9936$$

Lampiran 7. Data Analisis Regresi Kadar Air Kopi Bubuk pada Suhu 50 °C

RH	Aw	(1 - Aw)	$-\ln(1 - Aw)$	$\ln(-\ln(1 - Aw))$	me	$\ln me$
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	3.8060	1.3366
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	4.8278	1.5744
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	6.5616	1.8812

Keterangan:

RH = Kelembaban relatif (%)

Aw = Water Activity ($Aw = ERH/100$)

Me = Kadar Air Keseimbangan Kopi Bubuk (%)

Y = $\ln(-\ln(1 - Aw))$

X = $\ln me$

Persamaan regresi

$Y = 1.52x - 2.0544$

$R = 0.9788$

Lampiran 8. Data Penentuan Konstanta c dan n

$$Y = a + bx$$

$$a = \ln c$$

$$b = n$$

Suhu	a	c	n
30	-4.8603	0.0077	2.3327
40	-2.9875	0.0504	1.6302
50	-2.0544	0.1282	1.52

Persamaan regresi konstanta c

$$Y = 0.006x - 0.1787$$

$$R = 0.9725$$

$$C = 0.006T - 0.1787$$

Persamaan regresi konstanta n

$$Y = -0.0406x + 3.453$$

$$R = 0.8496$$

$$n = -0.0406T + 3.453$$

Lampiran 9.

Data Analisis Kadar Air Prediksi Kopi Bubuk Pada Suhu 30 C

RH	Aw	(1 - Aw)	-ln (1 - Aw)	ln (-ln (1 - Aw))	ln c	c	n	ln me	me
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	-4.8665	0.0077	2.3327	2.0934	8.1127
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	-4.8665	0.0077	2.3327	2.2013	9.0366
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	-4.8665	0.0077	2.3327	2.4445	11.5249

Data Analisis Kadar Air Prediksi Kopi Bubuk Pada Suhu 40 C

RH	Aw	(1 - Aw)	-ln (1 - Aw)	ln (-ln (1 - Aw))	ln c	c	n	ln me	me
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	-2.9878	0.0504	1.6302	1.8431	6.3159
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	-2.9878	0.0504	1.6302	1.9974	7.3698
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	-2.9878	0.0504	1.6302	2.3454	10.4379

Data Analisis Kadar Air Prediksi Kopi Bubuk Pada Suhu 50 C

RH	Aw	(1 - Aw)	-ln (1 - Aw)	ln (-ln (1 - Aw))	ln c	c	n	ln me	me
63.83	0.6383	0.3617	1.0169	0.0168	-2.0542	0.1282	1.52	1.3625	3.9058
72.96	0.7296	0.2704	1.3079	0.2684	-2.0542	0.1282	1.52	1.5280	4.6089
90.04	0.9004	0.0996	2.3066	0.8358	-2.0542	0.1282	1.52	1.9013	6.6944

Keterangan :

Aw = Water Activity (Aw = ERH/100)

c = Konstanta c

n = Konstanta n

me = Kadar air kopi bubuk prediksi (%)

$$me = \exp \frac{\ln(-\ln(1 - Aw)) - \ln c}{n}$$

Data Perubahan Kadar Air Kopi Bubuk Dalam Kemasan Kertas Minyak pada suhu 30 °C dan RH 63.83%

No	Ka Awal	Kadar air pada hari ke-							
		1			2				
	mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2	
1	1.2497	0.2540	20.0682	0.3337	1.6356	0.3337	20.0682	0.4089	1.9969
2	1.2497	0.2481	19.7592	0.3704	1.8401	0.3704	19.7592	0.4065	2.0158
3	1.2497	0.2487	19.8047	0.3808	1.8865	0.3808	19.8047	0.3985	1.9725
rata-rata	1.2497	0.2503	19.8774	0.3616	1.7868	0.3616	19.8774	0.4046	1.9950

No	Kadar air pada hari ke-							
	3			4				
	mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.4089	20.0682	0.4483	2.1851	0.4483	20.0682	0.4812	2.3417
2	0.4065	19.7592	0.4795	2.3692	0.4795	19.7592	0.5715	2.8110
3	0.3985	19.8047	0.4417	2.1816	0.4417	19.8047	0.4885	2.4072
rata-rata	0.404633	19.8774	0.4565	2.2450	0.4565	19.8774	0.5137	2.5194

No	Kadar air pada hari ke-							
	5			6				
	mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.4812	20.0682	0.5365	2.6038	0.5365	20.0682	0.6147	2.9720
2	0.5715	19.7592	0.5824	2.8631	0.5824	19.7592	0.5923	2.9104
3	0.4885	19.8047	0.5914	2.8996	0.5914	19.8047	0.6016	2.9481
rata-rata	0.5137	19.8774	0.5701	2.7881	0.5701	19.8774	0.6029	2.9437

Data Perubahan Kadar Air Kopi Bubuk Dalam Kemasan Kertas Minyak pada Suhu 30° C dan RH 90.04%

No	Ka Awal	Kadar air pada hari ke-							
		1			2				
		mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2
1	1.2497	0.2480	20.7651	0.4191	1.9784	0.4191	20.7651	0.6277	2.9342
2	1.2497	0.2641	20.6955	0.4129	1.9561	0.4129	20.6955	0.596	2.7992
3	1.2497	0.2519	20.0593	0.4135	2.0198	0.4135	20.0593	0.5599	2.7154
Rata-rata	1.2497	0.2547	20.5066	0.4152	1.9844	0.4152	20.5066	0.5945	2.8175

No	Ka Awal	Kadar air pada hari ke-							
		3			4				
		mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.6277	20.7651	0.7182	3.3431	0.7182	20.7651	0.8133	3.7690	
2	0.5960	20.6955	0.7042	3.2907	0.7042	20.6955	0.8331	3.8697	
3	0.5599	20.0593	0.6363	3.0746	0.6363	20.0593	0.7495	3.6018	
Rata-rata	0.5945	20.5066	0.6862	3.2380	0.686233	20.5066	0.7986	3.7485	

No	Ka Awal	Kadar air pada hari ke-							
		5			6				
		mw1	wd	mw2	Kal	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.8133	20.7651	0.8901	4.1103	0.8901	20.7651	0.9624	4.4294	
2	0.8331	20.6955	0.8940	4.1409	0.894	20.6955	0.9482	4.3810	
3	0.7495	20.0593	0.8434	4.0349	0.8434	20.0593	1.0344	4.9038	
Rata-rata	0.798633	20.5066	0.8758	4.0960	0.8758	20.5066	0.9817	4.5684	

Data Perubahan Kadar Air Kopi Bubuk Dalam Kemasan Kertas Minyak pada suhu 30 °C dan RH 72,96%

No	Ka Awal	1				2			
		mw1	wd	mw2	Ka1	mw1	wd	mw2	Ka2
1	1.2497	0.2201	20.5052	0.3503	1.6797	0.3503	20.5052	0.4414	2.1073
2	1.2497	0.2801	21.0970	0.3821	1.7789	0.3821	21.0970	0.4429	2.0562
3	1.2497	0.2455	19.8719	0.3706	1.8308	0.3706	19.8719	0.4697	2.3091
rata-rata	1.2497	0.2486	20.4914	0.3677	1.7626	0.3677	20.4914	0.4513	2.1551

No	Kadar air pada hari ke-							
	3				4			
	mw1	wd	mw2	Ka1	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.4414	20.5052	0.5296	2.5177	0.5296	20.5052	0.6537	3.0895
2	0.4429	21.0970	0.5819	2.6842	0.5819	21.0970	0.6327	2.9117
• 3	0.4697	19.8719	0.55107	2.6983	0.55107	19.8719	0.6129	2.9920
rata-rata	0.4513	20.4914	0.55419	2.6333	0.55419	20.4914	0.6331	2.9970

No	Kadar air pada hari ke-							
	5				6			
	mw1	wd	mw2	Ka1	mw1	wd	mw2	Ka2
1	0.6537	20.5052	0.6531	3.0867	0.6531	20.5052	0.7147	3.3681
2	0.6327	21.0970	0.6652	3.0567	0.6652	21.0970	0.7368	3.3746
3	0.6129	19.8719	0.6852	3.3332	0.6852	19.8719	0.8076	3.9053
rata-rata	0.6331	20.4914	0.6678	3.1562	0.6678	20.4914	0.7530	3.5446

Data Rerata Perubahan Berat Kopi Bubuk Dalam Kemasan

Hari ke-	Pada RH		
	63.83	72.96	90.04
0	1.2497	1.2497	1.2497
1	1.7868	1.7626	1.9844
2	1.9950	2.1551	2.8175
3	2.2450	2.6333	3.2380
4	2.5194	2.9970	3.7485
5	2.7881	3.1562	4.0960
6	2.9437	3.5446	4.5684

Lampiran 11.

Uji Permeabilitas Kertas Minyak

RH	Ulangan	Berat pada hari ke-						Wd	
		0	1	2	3	4	5		6
	1	20.3222	20.4019	20.4771	20.5165	20.5494	20.6047	20.6829	20.0682
63.83	2	20.0073	20.1296	20.1657	20.2387	20.3307	20.3416	20.3515	19.7592
	3	20.0534	20.1855	20.2032	20.2464	20.2932	20.3961	20.4063	19.8047
rata-rata		20.1276	20.2390	20.2820	20.3339	20.3911	20.4475	20.4802	19.8774

Uji Permeabilitas Kertas Minyak

RH	Ulangan	Berat pada hari ke-						Wd	
		0	1	2	3	4	5		6
	1	20.7553	20.8855	20.9766	21.0648	21.1889	21.1883	21.2499	20.5352
72.96	2	21.3771	21.4791	21.5399	21.6789	21.7297	21.7622	21.8338	21.0970
	3	20.1174	20.2425	20.3416	20.42297	20.4848	20.5571	20.6795	19.8719
rata-rata		20.7499	20.8690	20.9527	21.0556	21.1345	21.1692	21.2544	20.5014

Uji Permeabilitas Kertas Minyak

RH	Ulangan	Berat pada hari ke-						Wd	
		0	1	2	3	4	5		6
	1	21.0131	21.1842	21.3928	21.4833	21.5784	21.6552	21.7275	20.7651
90.04	2	20.9596	21.1084	21.2915	21.3997	21.5286	21.5895	21.6437	20.6955
	3	20.3112	20.4728	20.6192	20.6956	20.8088	20.9027	21.0937	20.0593
rata-rata		20.7613	20.9218	21.1012	21.1929	21.3053	21.3825	21.4883	20.5066

Data Rerata Perubahan Berat Kopi Bubuk Selama Penyimpanan

Hari ke-	Pada RH		
	63.83	72.96	90.04
0	20.1276	20.7499	20.7613
1	20.2390	20.8690	20.9218
2	20.2820	20.9527	21.1012
3	20.3339	21.0556	21.1929
4	20.3911	21.1345	21.3053
5	20.4475	21.1692	21.3825
6	20.4802	21.2544	21.4883

Lampiran 12. Data Permeabilitas Kertas Minyak

Tekanan uap air murni selama pengujian

$$\ln P_o = -\frac{5321,66}{T^{\circ}K} + 21,03$$

		T C	T K	ln Po	Po
-5321.7	21.03	30	303	3.4668	32.0330
-5321.7	21.03	40	313	4.0279	56.1424
-5321.7	21.03	50	323	4.5543	95.0376

$$\ln \left[\frac{m_o - m_e}{m_t - m_e} \right] = B \frac{A}{Wd} \frac{P_o}{b} t$$

$$y = \ln \left[\frac{m_o - m_e}{m_t - m_e} \right]$$

$$y = B \frac{A}{Wd} \frac{P_o}{b} t$$

$$x = t$$

Data analisis regresi untuk penentuan konstanta b pada RH 63,83%

Mo	me	mt	ln ((mo-me)/(mt-me))
1.2497	8.0628	1.2497	0.0000
1.2497	8.0628	1.7868	0.0821
1.2497	8.0628	1.9950	0.1159
1.2497	8.0628	2.2450	0.1579
1.2497	8.0628	2.5194	0.2062
1.2497	8.0628	2.7881	0.2559
1.2497	8.0628	2.9437	0.2859

Data analisis regresi untuk penentuan konstanta b pada RH 72,96%

Mo	me	mt	ln ((mo-me)/(mt-me))
1.2497	9.1250	1.2497	0.0000
1.2497	9.1250	1.7626	0.0673
1.2497	9.1250	2.1551	0.1221
1.2497	9.1250	2.6333	0.1932
1.2497	9.1250	2.997	0.2509
1.2497	9.1250	3.1562	0.2772
1.2497	9.1250	3.4537	0.3283

Data analisis regresi untuk penentuan konstanta b pada RH 90,04%

Mo	me	mt	$\ln ((m_o-m_e)/(m_t-m_e))$
1.2497	11.4422	1.2497	0.0000
1.2497	11.4422	1.9844	0.0748
1.2497	11.4422	2.8175	0.1670
1.2497	11.4422	3.238	0.2170
1.2497	11.4422	3.7485	0.2813
1.2497	11.4422	4.096	0.3275
1.2497	11.4422	4.5684	0.3939

Data Perhitungan penentuan konstanta B

RH	bi	A	wd	Po	b	$(A/wd) \times (P_o/b)$	B
63.83	0.0463	0.0048	19.8774	32.033	13.099	0.0006	78.4043
72.96	0.0548	0.0048	20.4914	32.033	13.099	0.0006	95.6646
90.04	0.0643	0.0048	20.5066	32.033	13.099	0.0006	112.3321

$$B = \frac{bi}{((A/wd) * (P_o/b))}$$

Dengan bi adalah slope dari grafik perubahan kadar air

Lampiran 13.

Data perhitungan mt prediksi pada RH 63,83 %

mo	me	B	a	wd	po	b	t	mo-me	exp(B.(A/wd).(po/b).t)	mt
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	0	-6.8131	1.0000	1.2497
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	1	-6.8131	1.0478	1.5607
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	2	-6.8131	1.0980	1.8575
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	3	-6.8131	1.1505	2.1408
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	4	-6.8131	1.2055	2.4111
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	5	-6.8131	1.2632	2.6691
1.2497	8.0628	78.4043	0.0048	19.8774	32.033	12.98	6	-6.8131	1.3236	2.9154

Data perhitungan mt prediksi pada RH 72,96 %

mo	me	B	a	wd	po	b	t	mo-me	exp(B.(A/wd).(po/b).t)	mt
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	0	-7.8753	1.0000	1.2497
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	1	-7.8753	1.0569	1.6734
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	2	-7.8753	1.1170	2.0743
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	3	-7.8753	1.1805	2.4536
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	4	-7.8753	1.2476	2.8126
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	5	-7.8753	1.3185	3.1522
1.2497	9.1250	95.6646	0.0048	20.4914	32.033	12.98	6	-7.8753	1.3935	3.4735

Data perhitungan mt prediksi pada RH 90.04 %

mo	me	B	a	wd	po	b	t	mo-me	exp(B.(A/wd).(po/b).t)	mt
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	0	-10.1925	1.0000	1.2497
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	1	-10.1925	1.0670	1.8901
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	2	-10.1925	1.1386	2.4902
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	3	-10.1925	1.2149	3.0527
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	4	-10.1925	1.2964	3.5798
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	5	-10.1925	1.3833	4.0738
1.2497	11.4422	112.3321	0.0048	20.5066	32.033	12.98	6	-10.1925	1.4760	4.5367

Keterangan :

Mo = Kadar air awal (5)

Me = Kadar air keseimbangan

B = konstanta permeabilitas kertas minyak (g air/mhr m mmHg)

a = Luas permukaan pengemas (m)

Po = Tekanan uap murni pada suhu pengujian (mmHg)

B = Slop dari kurva isotermi sorpsi lembab

t = Waktu penyimpanan (hari)

$$mt = \frac{(mo - me)}{\exp\left(B \cdot \frac{A}{Wd} \cdot \frac{Po}{p} \cdot t\right)} + me$$

Lampiran 14.

Uji modulus deviasi Me pada suhu 30°C

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata)^2	S	P + S	P - S
8.0628	8.1127	-0.0499	-0.0062	0.6189	0.0194	0.6703	1.1498	-0.1908
9.125	9.0366	0.0884	0.0097	0.09688	0.1464			
11.4422	11.5249	-0.0827	-0.0072	0.7228	0.0592			
Rata-rata				0.4795	0.2250			

Uji modulus deviasi Me pada suhu 40°C

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata)^2	S	P + S	P - S
6.2237	6.3159	-0.0922	-0.0148	1.4814	0.0073	1.4466	3.0132	0.1200
7.5445	7.3698	0.1747	0.0232	2.3156	0.5610			
10.3445	10.4379	-0.0934	-0.0090	0.9029	0.4405			
Rata-rata				1.5666	1.0088			

Uji modulus deviasi Me pada suhu 50

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata)^2	S	P + S	P - S
3.8060	3.9058	-0.0998	-0.0262	2.6222	0.1940	2.8074	5.8701	0.2553
4.8278	4.6089	0.2189	0.0453	4.542	2.1883			
6.5616	6.6944	-0.1328	-0.0202	2.0239	1.0791			
Rata-rata				3.0627	3.4615			

Lampiran 15.

Uji modulus deviasi mt pada RH 63,83%

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata)^2	S	P + S	P - S
1.2497	1.2497	0	0.0000	0.0000	23.1990	1.7029	6.5194	3.1136
1.7868	1.5607	0.2261	0.1265	12.6539	61.4244			
1.9950	1.8575	0.1375	0.0689	6.8922	4.3085			
2.2450	2.1408	0.1042	0.0464	4.6414	0.0307			
2.5194	2.4111	0.1083	0.0430	4.2986	0.2682			
2.7881	2.6691	0.119	0.0427	4.2681	0.3007			
2.9437	2.9154	0.0283	0.0096	0.9614	14.8622			
Rata-rata				4.8165	104.3938			

Uji modulus deviasi mt pada RH 72.96%

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata)^2	S	P + S	P - S
1.2497	1.2497	0.0000	0.0000	0.0000	11.6764	1.1353	4.5524	2.2818
1.7626	1.6734	0.0892	0.0506	5.0607	2.7015			
2.1551	2.0743	0.0808	0.0375	3.7492	0.1103			
2.6333	2.4536	0.1797	0.0682	6.8241	11.6081			
2.997	2.8126	0.1844	0.0615	6.1528	7.4843			
3.1562	3.1522	0.004	0.0013	0.1267	10.8263			
3.5446	3.4735	0.0711	0.0201	2.0059	1.9915			
Rata-rata				3.4171	46.3985			

Uji modulus deviasi mt pada RH 90.04%

Observasi	Prediksi	Obs - Pre	(Obs-Pre)/Obs	Pi	(Pi-P rerata) ²	S	P + S	P - S
1.2497	1.2497	0.0000	0.0000	0.0000	15.8038	1.6723	5.6477	2.3031
1.9844	1.8901	0.0943	0.0475	4.7521	0.6032			
2.8175	2.4902	0.3273	0.1162	11.6167	58.3892			
3.238	3.0527	0.1853	0.0572	5.7227	3.0530			
3.7485	3.5798	0.1687	0.0450	4.5005	0.2757			
4.096	4.0738	0.0222	0.0054	0.5420	11.7883			
4.5684	4.5367	0.0317	0.0069	0.6939	10.7682			
Rata-rata				3.9754	100.6814			

Lampiran 16. Contoh Perhitungan Penentuan Kadar air Keseimbangan Kopi Bubuk Prediksi.

❖ Diketahui $T = 30^{\circ}\text{C}$

$$Aw = 0,6383$$

$$C = 0,006T - 0,1787$$
$$= 0,0077$$

$$n = -0,046T + 3,453$$
$$= 2,3327$$

$$me \text{ prediksi} = \frac{\ln(-\ln(1 - Aw))}{n} - \ln c$$

$$me \text{ prediksi} = \frac{\ln(-\ln(1 - 0,6383))}{2,3327} - \ln 0,0077$$

$$me \text{ prediksi} = 8,1127$$

Lampiran 17. Contoh Perhitungan Penentuan Kadar air Sesaat Kopi Bubuk
Prediksi.

❖ Diketahui $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 30 + 273 = 303\text{ }^{\circ}\text{K}$

$$m_o = 1,2497$$

$$m_e = 8,0628$$

$$A = 0,0048$$

$$W_d = 19,8774$$

$$b = 12,98$$

$$t = 1 \text{ hari}$$

$$B = 78,4043$$

$$\begin{aligned} \ln P_o &= -\frac{5321}{T^{\circ}\text{K}} + 21,03 \\ &= 32,0330 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

$$\text{Mt prediksi} = \frac{(m_o - m_e)}{\exp\left(B \cdot \frac{A}{W_d} \cdot \frac{P_o}{b} \cdot t\right)} + m_e$$

$$\begin{aligned} \text{Mt prediksi} &= \frac{(1,2497 - 8,0628)}{\exp\left(78,4043 \cdot \frac{0,0048}{19,8774} \cdot \frac{32,0330}{12,98} \cdot 1\right)} + 8,0628 \\ &= 1,5607\% \end{aligned}$$

Lampiran 18. Contoh Perhitungan Umur Simpan Kopi Bubuk

Diketahui	m_o	= 1,2497 %
	m_e	= 9,1250 %
	m_c	= 7,9986 %
	B	= 95,6646 gr air/hari m^2 mmHg
	A	= 0,0048 m^2
	W_d	= 20,4914 %
	P_o	= 32,033 mmHg
	b	= 13,099
	T	= 30 °C
	RH	= 72,96 %

$$Umur\ simpan\ (t) = \frac{\ln \frac{(m_o - m_e)}{(m_c - m_e)}}{B \cdot \frac{A}{W_d} \cdot \frac{P_o}{b}}$$

$$Umur\ simpan\ (t) = \frac{\ln \frac{(1,2947 - 9,1250)}{(7,9986 - 9,1250)}}{95,6646 \cdot \frac{0,0048}{20,4914} \cdot \frac{32,033}{13,099}}$$

Umur simpan (t) = 81 hari

