



**KADAR AIR KESETIMBANGAN (*Equilibrium Moisture Content*) BUBUK KOPI ROBUSTA PADA PROSES ADSORPSI DAN DESORPSI**

**SKRIPSI**

oleh

**Rakhma Daniar  
NIM 061710201042**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**



**KADAR AIR KESETIMBANGAN (*Equilibrium Moisture Content*) BUBUK KOPI ROBUSTA PADA PROSES ADSORPSI DAN DESORPSI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh

**RAKHMA DANIAR**  
**NIM 061710201042**

**Dosen Pembimbing:**  
**Ir. Suryanto, MP (DPU)**  
**Sutarsi, S.TP, M.Sc (DPA)**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2010**

## RINGKASAN

**Kadar Air Kesetimbangan (*Equilibrium Moisture Content*) Bubuk Kopi Robusta pada Proses Adsorpsi dan Desorpsi**; Rakhma Daniar, 061710201042; 2010: 54 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.

Sifat bahan bubuk kopi adalah higroskopis yang mudah menyerap (adsorpsi) dan melepas (desorpsi) uap air ke lingkungan sangat mempengaruhi proses penyimpanannya. Oleh karena itu diperlukan sebuah informasi tentang kadar air kesetimbangan bubuk kopi robusta pada proses adsorpsi dan desorpsi pada kelembaban dan suhu penyimpanan tertentu. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kadar air kesetimbangan bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Chung P-Fost, Oswin, dan Smith. Selain itu dapat menentukan hubungan konstanta A dan B terhadap suhu dan dapat menentukan persamaan yang sesuai untuk menentukan nilai kadar air kesetimbangan bubuk kopi robusta.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan yang meliputi pengukuran kadar air awal bahan dan penentuan kelembaban penyimpanan, serta penelitian utama yang dilakukan berkesinambungan antara percobaan proses adsorpsi dan desorpsi. Pengkondisian kelembaban menggunakan lima macam larutan garam jenuh yaitu  $MgCl_2$ ,  $K_2CO_3$ ,  $NaNO_2$ ,  $KCl$ , dan  $K_2SO_4$  dengan pengaturan suhu penyimpanan  $32^\circ C$ ,  $42^\circ C$ , dan  $52^\circ C$ . Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan selama 7 hari per perlakuan kelembaban sampai mencapai keadaan berat bahan konstan.

Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dari penelitian diuji kevalidannya dengan menggunakan ketiga persamaan, kemudian dianalisis dengan analisis grafis dan statistik. Dari analisis grafis proses adsorpsi didapatkan nilai  $R^2$  terbesar 0,9973 dengan nilai P dan RMSE terkecil yaitu 5,3229% dan 0,5214%. Sedangkan pada proses desorpsi didapatkan nilai terkecil P dan RMSE sebesar 8,3364% dan 0,9787%, dan nilai  $R^2$  sebesar 0,9813. Nilai-nilai tersebut sama-sama merupakan nilai dari persamaan Chung P-Fost, sehingga dapat disimpulkan bahwa persamaan yang sesuai untuk menentukan besarnya kadar air kesetimbangan bubuk kopi robusta adalah persamaan Chung P-Fost.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>PRAKATA</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>RINGKASAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Permasalahan</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Karakteristik Kopi</b> .....	5
<b>2.2 Kopi Bubuk</b> .....	5
<b>2.3 Pengeringan</b> .....	8
<b>2.4 Aktifitas Air</b> .....	10
<b>2.5 Kadar Air Bahan</b> .....	11
<b>2.6 Kadar air Kesetimbangan</b> .....	12
<b>2.7 Kurva Isoterm Sorpsi Lembab</b> .....	13

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan .....	15
<b>3.3 Metode Penelitian .....</b>	<b>16</b>
3.3.1 Pendekatan Teori.....	16
3.3.2 Parameter Pengamatan.....	18
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	18
<b>3.4 Metode Analisis .....</b>	<b>23</b>
3.4.1 Analisis Grafis .....	23
3.4.2 Analisis Statistik .....	23
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Kadar Air Kesetimbangan Observasi.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Penentuan Nilai Konstanta A dan B.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Kadar Air Kesetimbangan Prediksi .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Fenomena Histeresis pada Proses Adsorpsi dan Desorpsi.....</b>	<b>42</b>
<b>4.5 Uji Validitas .....</b>	<b>50</b>
4.5.1 Analisis Grafis .....	50
4.5.2 Analisis Statistik .....	54
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Diagram Pohon Industri Kopi.....	2
2.1 Tahapan pembuatan kopi bubuk .....	6
2.2 Kurva isotherm sorpsi lembab .....	14
3.1 Skema pengukuran kadar air kesetimbangan bubuk kopi .....	20
3.2 Diagram alir pengukuran kadar air kesetimbangan bubuk kopi robusta.....	21
4.1 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 32°C.....	33
4.2 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 42°C.....	33
4.3 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 52°C.....	34
4.4 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 32°C.....	35
4.5 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 42°C.....	35
4.6 Grafik hubungan antara aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 52°C.....	36
4.7 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Chung P-Fost .....	38
4.8 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Oswin.....	38
4.9 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Smith .....	39
4.10 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Chung P-Fost .....	39
4.11 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Oswin.....	40
4.12 Grafik hubungan aktifitas air dengan kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada persamaan Smith .....	40
4.13 Kurva histeresis bubuk kopi robusta pada suhu 32°C.....	43
4.14 Kurva histeresis bubuk kopi robusta pada suhu 42°C.....	43
4.15 Kurva histeresis bubuk kopi robusta pada suhu 52°C.....	44
4.16 Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Chung P-Fost pada suhu 32°C .....	45

4.17	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Chung P-Fost pada suhu 42°C .....	45
4.18	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Chung P-Fost pada suhu 52°C .....	46
4.19	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Oswin pada suhu 32°C .....	46
4.20	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Oswin pada suhu 42°C .....	47
4.21	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Oswin pada suhu 52°C .....	47
4.22	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Smith pada suhu 32°C .....	48
4.23	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Smith pada suhu 42°C .....	48
4.24	Kurva histeresis bubuk kopi robusta persamaan Smith pada suhu 52°C .....	49
4.25	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi adsorpsi pada persamaan Chung P-Fost .....	51
4.26	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi adsorpsi pada persamaan Oswin .....	51
4.27	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi adsorpsi pada persamaan Smith .....	52
4.28	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi desorpsi pada persamaan Chung P-Fost .....	53
4.29	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi desorpsi pada persamaan Oswin .....	53
4.30	<i>Scatter plot</i> Me observasi dan Me prediksi desorpsi pada persamaan Smith .....	54

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1	Pertumbuhan luas areal dan produksi kopi Indonesia ..... 1
2.1	Tabel standart mutu Indonesia untuk kopi bubuk ..... 6
2.2	Komposisi biji kopi arabika dan robusta sebelum dan sesudah disangrai serta kopi bubuk instan (% bobot kering)..... 7
2.3	Aktivitas air larutan garam jenuh..... 11
4.1	Kadar air kesetimbangan observasi bubuk kopi robusta pada berbagai suhu dan aktivitas air..... 27
4.2	Nilai konstanta A, B, dan $R^2$ adsorpsi beberapa persamaan pada berbagai suhu dan aktivitas air..... 28
4.3	Nilai konstanta A, B, dan $R^2$ desorpsi beberapa persamaan pada berbagai suhu dan aktivitas air..... 29
4.4	Konstanta A dan B berbagai persamaan proses adsorpsi dan desorpsi..... 30
4.5	Kadar air kesetimbangan prediksi adsorpsi pada persamaan Chung P-Fost, Oswin, dan Smith..... 31
4.6	Kadar air kesetimbangan prediksi desorpsi pada persamaan Chung P-Fost, Oswin, dan Smith..... 32
4.7	Data nilai $R^2$ pada berbagai persamaan dan suhu..... 37
4.8	Data nilai P dan RMSE pada berbagai persamaan dan suhu ..... 55



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1	Prosedur pembuatan larutan garam jenuh..... 61
2	Data kelembaban relatif setimbang larutan garam jenuh pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C..... 62
3	Data hasil pengukuran kadar air awal adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta..... 63
4	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 32°C (adsorpsi) ..... 64
5	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 42°C (adsorpsi) ..... 65
6	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 52°C (adsorpsi) ..... 66
7	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 32°C ..... 67
8	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 42°C ..... 68
9	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan adsorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 52°C ..... 69
10	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 32°C (desorpsi) ..... 70
11	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 42°C (desorpsi) ..... 71
12	Data hasil pengukuran berat cawan alumunium setelah di oven pada suhu 52°C (desorpsi) ..... 72
13	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 32°C ..... 73
14	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 42°C ..... 74
15	Data hasil pengukuran kadar air kesetimbangan desorpsi bubuk kopi robusta pada suhu 52°C ..... 75
16	Data analisis regresi kadar air adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Chung P-Fost ..... 76
17	Data analisis regresi kadar air adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Oswin..... 79
18	Data analisis regresi kadar air adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Smith ..... 82

19	Grafik adsorpsi dan desorpsi persamaan regresi Chung P-Fost pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	85
20	Grafik adsorpsi dan desorpsi persamaan regresi Oswin pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C.....	87
21	Grafik adsorpsi dan desorpsi persamaan regresi Smith pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C.....	89
22	Grafik hubungan konstanta A sebagai fungsi suhu adsorpsi dan desorpsi pada persamaan Chung P-Fost, Oswin, dan Smith.....	91
23	Grafik hubungan konstanta B sebagai fungsi suhu adsorpsi dan desorpsi pada persamaan Chung P-Fost, Oswin, dan Smith.....	93
24	Data analisis kadar air kesetimbangan prediksi adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Chung P-Fost..	95
25	Data analisis kadar air kesetimbangan prediksi adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Oswin .....	98
26	Data analisis kadar air kesetimbangan prediksi adsorpsi dan desorpsi bubuk kopi robusta dengan menggunakan persamaan Smith.....	101
27	<i>Mean Relatif Percent Error</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Chung P-Fost pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	104
28	<i>Mean Relatif Percent Error</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Oswin pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	106
29	<i>Mean Relatif Percent Error</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Smith pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	108
30	<i>Root Mean Square</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Chung P-Fost pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	110
31	<i>Root Mean Square</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Oswin pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	112
32	<i>Root Mean Square</i> adsorpsi dan desorpsi persamaan Smith pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C .....	114
33	Grafik hubungan antara kadar air kesetimbangan observasi dan prediksi adsorpsi dan desorpsi persamaan Chung P-Fost pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C.....	116
34	Grafik hubungan antara kadar air kesetimbangan observasi dan prediksi adsorpsi dan desorpsi persamaan Oswin pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C.....	118
35	Grafik hubungan antara kadar air kesetimbangan observasi dan prediksi adsorpsi dan desorpsi persamaan Smith pada suhu 32°C, 42°C, dan 52°C.....	120

## DAFTAR NOTASI

- $A_w$  : Aktifitas air
- $P$  : Tekanan uap air bahan
- $P_o$  : Tekanan jenuh uap air
- ERH : *Equilibrium Relatif Humidity*
- $m$  : kadar air bahan
- $W_m$  : massa air bahan
- $W_d$  : massa bahan kering
- $Me$  : Kadar Air Kesetimbangan
- A dan B : konstanta
- $P$  : *Mean Relatif Percent Error*
- RMSE : *Root Mean Square Error*
- (%bk) : Kadar air basis kering
- (%bb) : Kadar air basis basah
- $R^2$  : koefisien determinasi
- $B_1$  : Massa bahan sebelum oven
- $B_2$  : Massa bahan setelah oven
- $W_1$  : Massa air bahan sebelum oven
- $W_2$  : Massa air bahan setelah oven