



**MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESETIMBANGAN
ADSORPSI DAN DESORPSI ISOTERMIS PADA GABAH**

SKRIPSI

Oleh

**Reva Septia Astriana
NIM 071710201072**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESETIMBANGAN ADSORPSI DAN DESORPSI ISOTHERMIS PADA GABAH

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

Reva Septia Astriana
NIM 071710201072

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011

PERSEMBAHAN

Sesungguhnya ibadahku, hidupku, dan matiku semua hanya untuk Allah SWT. Skripsi ini dengan bangga saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Asmunir dan Ibunda Triana Wahyu Indarwati tercinta yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Setiap doa darimu senantiasa mengiringi langkahku untuk manggapai cita-cita;
2. Adikku tersayang Asna Maulida Rizky yang telah banyak berbagi benda dan pengalaman. Semoga kita bisa menjadi kebanggaan orang tua;
3. Eyang kakung Sakidi Hardibmerto dan keluarga besar yang saya banggakan yang telah memberi dukungan baik secara moril maupun materiil;
4. Keluarga Pak Dhe Eko Gathut Wirawanto yang telah memberi banyak fasilitas selama saya berkuliah sampai selesai masa studi;
5. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. Sahabatku warga TEP 2007 tanpa terkecuali, terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya, kalian akan selalu ada dalam ingatan. Serta teman-teman seperjuangan THP 2007, terimakasih untuk semuanya, semoga sukses selalu;
7. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

atau

Visi tanpa misi adalah lamunan, Misi tanpa visi adalah mimpi buruk.
(peribahasa Jepang)

atau

When you have to meet an ending,
it is just because you are going to meet a new start.
(anonim)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Reva Septia Astriana

NIM : 071710201072

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Model Persamaan Kadar Air Kesetimbangan Adsorpsi dan Desorpsi Isotermis pada Gabah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 April 2011

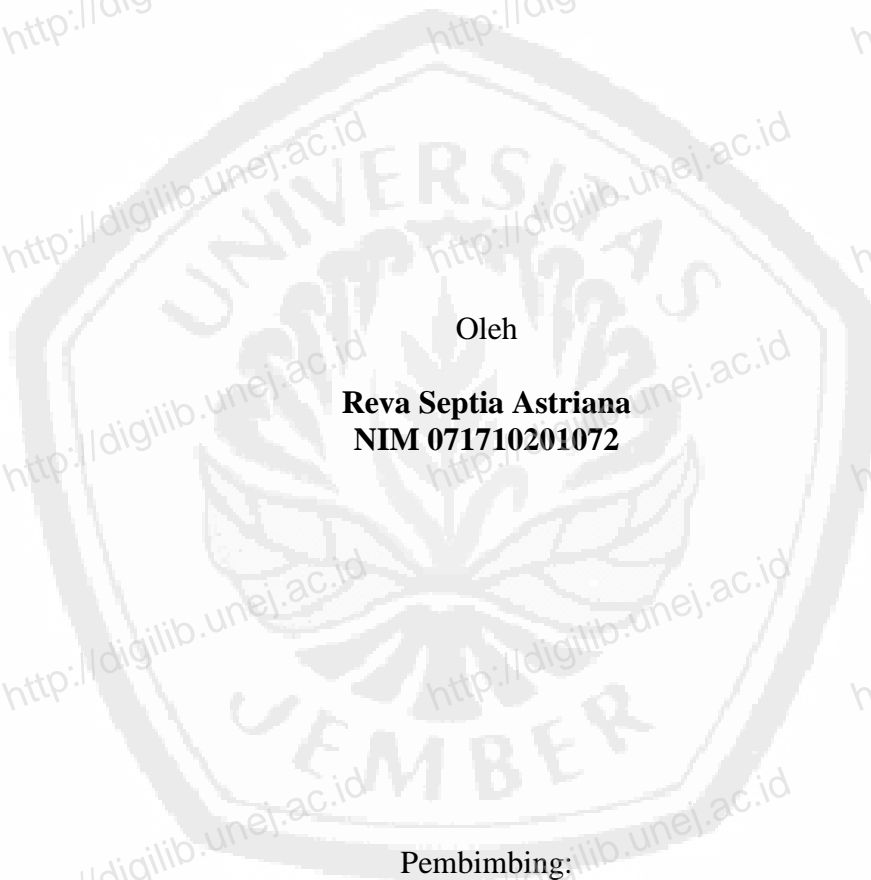
Yang menyatakan,

Reva Septia Astriana

NIM 071710201072

SKRIPSI

**MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESETIMBANGAN
ADSORPSI DAN DESORPSI ISOTERMIS PADA GABAH**



Oleh

**Reva Septia Astriana
NIM 071710201072**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Siswijanto, MP.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Suryanto, MP.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Persamaan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi dan Desorpsi Isotermis pada Gabah” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Selasa

tanggal : 19 April 2011

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Ir. Siswijanto, MP.
NIP 194806301979031001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Suryanto, MP.
NIP 196108061988021002

Dr. Siswoyo Soekarno, STP., M. Eng.
NIP 196809231994031009

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.
NIP 196910051994021001

Model Persamaan Kadar Air Kesetimbangan Adsorpsi dan Desorpsi Isotermis pada Gabah (Equation Models of Isotherm Adsorption and Desorption Equilibrium Moisture Content of Unhulled-Rice)

Reva Septia A.

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

ABSTRACT

The concept of equilibrium moisture content or EMC is important in study of storage. The EMC of cereal grain is defined as the moisture content of the material after it has been exposed to a particular environment for an infinitely long period of time. The EMC is dependent upon the humidity and temperature conditions of the environment. The more important limitation in process design for agricultural products is the lack of experimental data can be found. The variety of products and the differences in measurement method make limitation on the value of the available data, especially for Indonesian's products. The data are needed to get information about the changed of moisture content when product was processed like storage or drying. The objective of this research is to determine the EMC equation models of unhulled-rice with the static method. The result indicates that Henderson's models are the best representative to predict the EMC among Oswin and Chung-Pfost.

Key words: *equilibrium moisture content, adsorption, desorption, isotherm, unhulled-rice.*

RINGKASAN

Model Persamaan Kadar Air Kesetimbangan Adsorpsi dan Desorpsi Isotermis pada Gabah; Reva Septia Astriana, 071710201072; 2011: 124 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Gabah merupakan bahan pangan yang bersifat higroskopis yaitu mudah menyerap (adsorpsi) dan melepas (desorpsi) uap air lingkungan sehingga mencapai kondisi setimbang selama penyimpanan. Penentuan nilai kesetimbangan sangat dibutuhkan dalam penyimpanan. Hal ini berguna untuk memperkirakan adsorpsi dan desorpsi bahan pada kondisi kelembaban dan suhu tertentu. Dengan pengaturan kelembaban dan suhu pada ruang penyimpanan diharapkan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan sehingga memperpanjang masa simpan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air kesetimbangan gabah dalam kondisi kelembaban relatif dan variasi suhu tertentu dengan menggunakan model persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost. Selain itu juga dapat menentukan nilai konstanta C dan N dari masing-masing model persamaan. Kemudian dari ketiga model persamaan yang digunakan akan diuji validitasnya sehingga dapat menentukan model persamaan yang paling sesuai untuk menentukan kadar air kesetimbangan gabah.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan yang meliputi pengukuran kadar air awal bahan dan penentuan kelembaban penyimpanan, serta penelitian utama yang dilakukan secara berkelanjutan antara percobaan proses adsorpsi dan desorpsi. Berawal dari proses adsorpsi dengan kondisi kelembaban paling rendah sampai yang tertinggi kemudian dilanjutkan proses desorpsi dengan kondisi kelembaban paling tinggi sampai yang terendah. Pengkondisian kelembaban menggunakan lima macam larutan garam jenuh yaitu $MgCl_2$, K_2CO_3 , $NaNO_2$, $NaCl$, dan K_2SO_4 dengan pengaturan suhu penyimpanan $30^\circ C$, $40^\circ C$, dan $50^\circ C$. Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan selama 7 hari per perlakuan kelembaban sampai mencapai keadaan berat bahan konstan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji validitas persamaan Henderson yang paling sesuai untuk menentukan kadar air kesetimbangan gabah karena pada analisis grafik menunjukkan nilai R^2 tertinggi untuk adsorpsi dengan suhu $40^\circ C$ yaitu 0,98 dan untuk desorpsi dengan suhu $50^\circ C$ yaitu 0,97. Sedangkan pada analisis statistik model persamaan Henderson mempunyai nilai P dan RMSE rata-rata paling kecil yaitu P 5,16% untuk adsorpsi dan 4,78% untuk desorpsi serta RMSE yaitu 0,79% untuk adsorpsi dan 0,77% untuk desorpsi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Persamaan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi dan Desorpsi Isotermis pada Gabah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

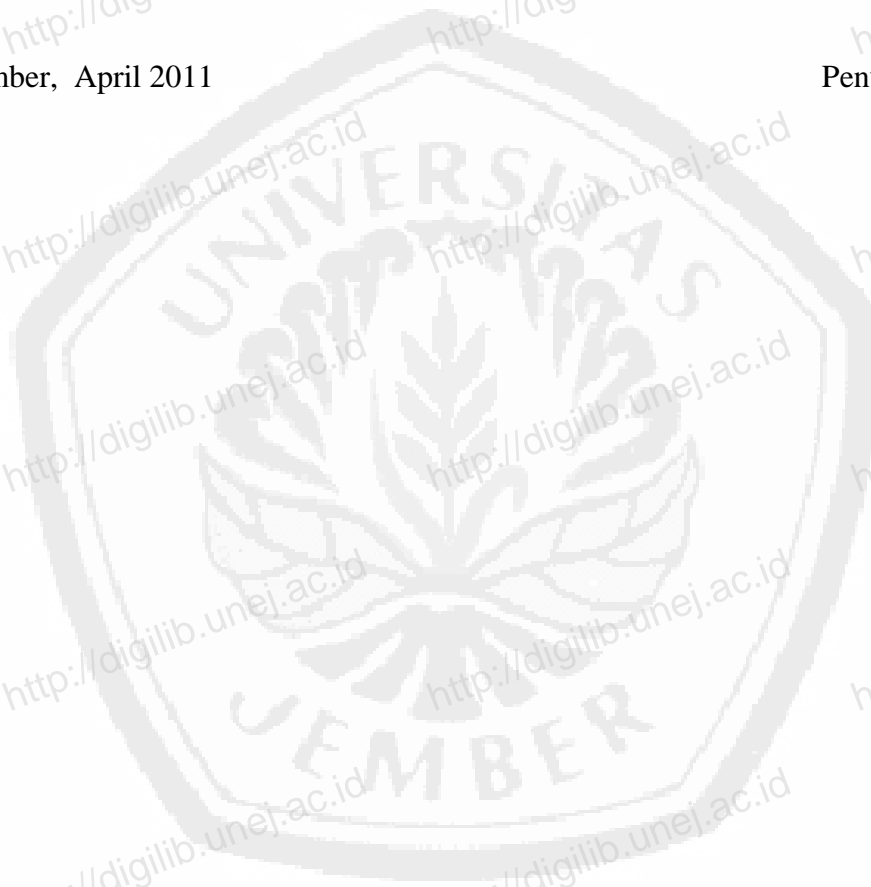
1. Ir. Siswijanto, MP., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Ketua Tim Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Suryanto, MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Penguji Anggota I yang telah banyak memberikan materi dan perbaikan dalam penggarapan skripsi ini;
3. Dr. Siswoyo Soekarno, STP., M. Eng., selaku Dosen Penguji Anggota II sekaligus Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah mengayomi dan membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Ayahanda Asmunir, Ibunda Triana Wahyu Indarwati, Adik Asna Maulida Rizky, dan keluarga besar tercinta, terima kasih atas motivasi, dukungan, serta doa yang kalian berikan;
6. Teman-teman angkatan 2007 yang telah banyak memberi bantuan, kakak-kakak dan adik-adik angkatan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak berbagi pendapat dan pengalaman;

7. Seluruh teknisi Laboratorium baik Jurusan Teknik Pertanian maupun Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas kerjasamanya selama melaksanakan penelitian di Fakultas Teknologi Pertanian;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, April 2011

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Gabah | 4 |
| 2.2 Pengeringan | 6 |
| 2.3 Aktivitas Air | 7 |
| 2.4 Kadar Air Bahan | 9 |
| 2.5 Kadar Air Kesetimbangan | 10 |
| 2.6 Histeresis | 11 |

| | |
|--|-----------|
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 13 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 13 |
| 3.2.1 Alat | 13 |
| 3.2.2 Bahan | 13 |
| 3.3 Metode Penelitian | 14 |
| 3.3.1 Pendekatan Teori | 14 |
| 3.3.2 Parameter Pengamatan | 16 |
| 3.3.3 Pelaksanaan Penelitian | 16 |
| 3.3.3.1 Penelitian Pendahuluan | 16 |
| 3.3.3.2 Penelitian Utama | 17 |
| 3.4 Metode Analisis | 20 |
| 3.4.1 Analisis Grafik | 21 |
| 3.4.2 Analisis Statistik | 21 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 22 |
| 4.2 Sorpsi Isotermal | 25 |
| 4.3 Penentuan Nilai Konstanta C dan N | 28 |
| 4.4 Kadar Air Kesetimbangan Prediksi | 30 |
| 4.5 Uji Validitas | 40 |
| 4.5.1 Analisis Grafik | 40 |
| 4.5.2 Analisis Statistik | 45 |
| BAB 5. PENUTUP | 47 |
| 5.1 Kesimpulan | 47 |
| 5.2 Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN | 50 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Standardisasi Tipe Gabah Berdasarkan Ukuran dan Bentuk Biji | 5 |
| 2.2 Mutu Gabah Menurut SNI 0224-1987-0 | 5 |
| 2.3 Nilai Kelembaban Relatif Larutan Garam Jenuh pada Suhu 28°C | 8 |
| 4.1 Kadar Air Kesetimbangan Observasi pada Berbagai Aktivitas Air | 24 |
| 4.2 Data Nilai Konstanta C dan N pada Berbagai Persamaan dan Suhu | 28 |
| 4.3 Persamaan Konstanta C dan N sebagai Fungsi Suhu | 30 |
| 4.4 Kadar Air Kesetimbangan Prediksi pada Proses Adsorpsi | 31 |
| 4.5 Kadar Air Kesetimbangan Prediksi pada Proses Desorpsi | 31 |
| 4.6 Data Hasil Perhitungan P dan <i>Root Mean Square Error</i> | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Kurva Isoterm Sorpsi | 11 |
| 3.1.a Diagram Alir Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Proses Adsorpsi | 18 |
| 3.1.b Diagram Alir Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Proses Desorpsi | 19 |
| 3.2 Skema Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah | 20 |
| 4.1 Grafik Hubungan antara Kadar Air Keseimbangan Observasi dengan Aw pada Suhu 30°C | 25 |
| 4.2 Grafik Hubungan antara Kadar Air Keseimbangan Observasi dengan Aw pada Suhu 40°C | 26 |
| 4.3 Grafik Hubungan antara Kadar Air Keseimbangan Observasi dengan Aw pada Suhu 50°C | 26 |
| 4.4 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi pada Suhu 30°C | 32 |
| 4.5 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Desorpsi pada Suhu 30°C | 33 |
| 4.6 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi pada Suhu 40°C | 33 |
| 4.7 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Desorpsi pada Suhu 40°C | 34 |
| 4.8 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi pada Suhu 50°C | 34 |
| 4.9 Grafik Hubungan antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Desorpsi pada Suhu 50°C | 35 |
| 4.10 Grafik Hubungan Me Adsorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Henderson | 36 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.11 | Grafik Hubungan Me Desorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Henderson | 36 |
| 4.12 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Oswin | 37 |
| 4.13 | Grafik Hubungan Me Desorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Oswin | 37 |
| 4.14 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Chung P-fost | 38 |
| 4.15 | Grafik Hubungan Me Desorpsi Observasi dan Prediksi dengan Berbagai Aw dan Suhu pada Model Chung P-fost | 38 |
| 4.16 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 30°C dengan Persamaan Henderson | 40 |
| 4.17 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 40°C dengan Persamaan Henderson | 41 |
| 4.18 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 50°C dengan Persamaan Henderson | 41 |
| 4.19 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 30°C dengan Persamaan Oswin | 42 |
| 4.20 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 40°C dengan Persamaan Oswin | 42 |
| 4.21 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 50°C dengan Persamaan Oswin | 43 |
| 4.22 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 30°C dengan Persamaan Chung P-fost | 43 |
| 4.23 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 40°C dengan Persamaan Chung P-fost | 44 |
| 4.24 | Grafik Hubungan Me Adsorpsi dan Desorpsi Observasi dengan Prediksi pada Suhu 50°C dengan Persamaan Chung P-fost | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | | Halaman |
|----------|--|---------|
| 1 | Prosedur Pembuatan Larutan Garam Jenuh | 50 |
| 2 | Data Perhitungan Kadar Air Awal Gabah | 51 |
| 3 | Data Hasil Pengukuran Sampel pada Suhu 30°C | 52 |
| 4 | Data Hasil Pengukuran Sampel pada Suhu 40°C | 54 |
| 5 | Data Hasil Pengukuran Sampel pada Suhu 50°C | 56 |
| 6 | Data Hasil Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 30°C | 58 |
| 7 | Data Hasil Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 40°C | 60 |
| 8 | Data Hasil Pengukuran Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 50°C | 62 |
| 9 | Data Analisis Regresi Kadar Air Adsorpsi dan Desorpsi Gabah pada Suhu 30°C | 65 |
| 10 | Data Analisis Regresi Kadar Air Adsorpsi dan Desorpsi Gabah pada Suhu 40°C | 68 |
| 11 | Data Analisis Regresi Kadar Air Adsorpsi dan Desorpsi Gabah pada Suhu 50°C | 71 |
| 12 | Grafik Persamaan Regresi Adsorpsi dan Desorpsi Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 30°C | 74 |
| 13 | Grafik Persamaan Regresi Adsorpsi dan Desorpsi Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 40°C | 77 |
| 14 | Grafik Persamaan Regresi Adsorpsi dan Desorpsi Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 50°C | 80 |
| 15 | Grafik Hubungan Konstanta C dan N pada Proses Adsorpsi sebagai Fungsi Suhu dengan Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost | 83 |

| | | |
|----|--|-----|
| 16 | Grafik Hubungan Konstanta C dan N pada Proses Desorpsi sebagai Fungsi Suhu dengan Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost | 86 |
| 17 | Data Analisis Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 30°C | 89 |
| 18 | Data Analisis Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 40°C | 92 |
| 19 | Data Analisis Kadar Air Keseimbangan Gabah pada Suhu 50°C | 95 |
| 20 | Perhitungan Koefisien Determinasi pada Analisis Grafik Persamaan Henderson pada Suhu 30°C, 40°C, dan 50°C | 98 |
| 21 | Perhitungan Koefisien Determinasi pada Analisis Grafik Persamaan Oswin pada Suhu 30°C, 40°C, dan 50°C | 100 |
| 22 | Perhitungan Koefisien Determinasi pada Analisis Grafik Persamaan Chung P-fost pada Suhu 30°C, 40°C, dan 50°C | 102 |
| 23 | <i>Mean Relatif Percent Error</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 30°C | 104 |
| 24 | <i>Mean Relatif Percent Error</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 40°C | 106 |
| 25 | <i>Mean Relatif Percent Error</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 50°C | 108 |
| 26 | <i>Root Mean Square</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 30°C | 110 |
| 27 | <i>Root Mean Square</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 40°C | 112 |
| 28 | <i>Root Mean Square</i> Persamaan Henderson, Oswin, dan Chung P-fost pada Suhu 50°C | 114 |
| 29 | Grafik Hubungan Antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi dan Desorpsi pada Suhu 30°C | 116 |
| 30 | Grafik Hubungan Antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi dan Desorpsi pada Suhu 40°C | 119 |
| 31 | Grafik Hubungan Antara Aw dengan Kadar Air Keseimbangan Adsorpsi dan Desorpsi pada Suhu 50°C | 122 |
| 32 | Foto Kegiatan Penelitian Kadar Air Keseimbangan Gabah | 125 |