

**Model Pengeringan Lapisan Tipis Biji Kakao  
(*Theobroma cacao* L)**

Oleh

**ANSHAR AHMAD  
G 621 04 039**



**JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009**

# Model Pengeringan Lapisan Tipis Biji Kakao (*Theobroma cacao* L)

OLEH :

**ANSHAR AHMAD**

**G 621 04 039**

UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terbit	07 Agustus 2007
Verifikasi	pertanian
Daerah	1
Kategori	Hadiah
No. Registrasi	93
No. Seri	SKR - P09

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada Jurusan Teknologi Pertanian

**AHM**  
m

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2009**

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Penelitian : MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BIJI KAKAO  
(*Theobroma cacao* L)

Nama : ANSHAR AHMAD

Stambuk : G 621 04 039

Program Studi : Teknik Pertanian

Makassar, Agustus 2009

Disetujui Oleh,  
Tim Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M. Sc  
Nip. 131 475 298

Pembimbing II

Dr. Ir. Supratomo, DEA  
Nip. 131 126 378

Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian



Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng  
Nip. 131 857 068

Ketua Panitia  
Ujian Sarjana

Dr. Ir. Suhardi, MP  
Nip. 132 315 970

Tanggal Pengesahan : , Agustus 2009

## RIWAYAT HIDUP

**Anshar Ahmad**, lahir di Sungguminasa Gowa pada tanggal 01 Januari 1985, anak kedua dari pasangan H. Ahmad A.Ma dan Hj. Basriah Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah :

1. Memasuki jenjang pendidikan Sekolah Dasar (SD) Inpres Bontosunggu Parangloe, Gowa pada tahun 1992 – 1998.
2. Memasuki jenjang pendidikan Madrasah Tsanawiyah Pesantren Wihdhatul Ulum pada tahun 1998 – 2001.
3. Memasuki jenjang pendidikan Sekolah Menengah Umum (SMU) Negeri 1 Parangloe, Gowa pada tahun 2001 – 2004.
4. Melanjutkan pendidikan pada Universitas Hasanuddin, Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2004 – 2009.

**MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L*)**  
Oleh: ANSHAR AHMAD / G 621 04 039  
Dibawah Bimbingan  
Dr.Ir.Junaedi Muhidong, M.Sc dan Dr. Ir. Supratomo, DEA

**ABSTRAK**

Kurangnya mutu kakao yang dihasilkan oleh petani di Indonesia dapat disebabkan oleh penanganan pasca panen yang kurang baik. Terjadi kerusakan pengeringan biji kakao karena alat yang digunakan tidak sesuai dengan karakteristik kakao yang dikeringkan. Sehingga diperlukan sebuah model matematika yang dijadikan sebagai dasar untuk memahami karakteristik pengeringan kakao.

Penelitian ini berlangsung pada bulan mei – juni 2009 di Laboratorium alat dan mesin pertanian dan lab processing teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Univesitas Hasanuddin. Jenis kakao yang digunakan adalah kakao klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 dengan 2 metode pengeringan yaitu dengan penjemuran dan pengeringan mekanis kemudian di analisis ke dalam persamaan Newton, Handerson and Pabis, Page Model dan Logarithmic dengan menggunakan program SPSS 15.

Dari penelitian didapatkan sebuah model persamaan yang baik dengan karakteristik jenis kakao yang teliti yaitu Model Newton. Untuk pengeringan matahari Model Newton untuk Sulawesi 1 menghasilkan nilai  $k = 0.003$ ,  $R^2 = 0.990$  dan untuk Sulawesi 2  $k = 0.002$ ,  $R^2 = 0.994$ . Untuk pengeringan buatan untuk Sulawesi 1 nilai  $k = 0.002$ ,  $R^2 = 0.970$  dan untuk Sulawesi 2  $k = 0.002$ ,  $R^2 = 0.974$ . Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa karakteristik biji kakao sangat berpengaruh untuk menentukan model pengeringan lapisan tipis biji kakao

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan juga keteguhan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar dengan segala keterbatasan penulis.

Penulis sadar dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis tidak lepas dari hambatan dan rintangan. Namun semua ini dapat teratasi berkat ketekunan, bimbingan, arahan, dorongan dan pengertian dari berbagai pihak, hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara-saudaraku tercinta atas perhatian yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Junaedi Muhidong M.Sc dan Dr. Ir. Supratomo. DEA selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan curahan ilmu, petunjuk, dan pengarahan mulai dari penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai selesainya skripsi ini.
3. Dosen mata kuliah yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan dalam penyusunan skripsi ini.



4. Seluruh staf Jurusan Teknologi Pertanian atas segala bantuannya selama studi penulis.
5. Teman-teman mahasiswa Teknologi Pertanian terkhusus kepada saudaraku Cozphat yang telah memberikan dukungan, semangat dan bantuan kepada penulis selama penelitian hingga terselesainya skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi penulis, maupun kepada yang membacanya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua. Amien....

Makassar, Agustus 2009

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RIWAYAT HIDUP .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L) .....	3
B. Biji Kakao .....	5
C. Pengeringan Biji Kakao .....	6
D. Prinsip Dasar Pengeringan .....	7
E. Kadar Air .....	8
F. Pengeringan Lapisan Tipis .....	10
G. Model Matematika.....	11
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat .....	15
B. Bahan dan Alat .....	15
C. Prosedur Penelitian .....	15
1. Persiapan Bahan .....	16
2. Metode Pengeringan .....	16
D. Parameter Pengamatan .....	18
F. Prosedur Pengujian Model .....	19
G. Model Yang Akan Diuji .....	20



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A.	Kondisi Udara Selama Pengeringan .....	21
B.	Nilai Rasio Kadar Air (MR) .....	21
	1. Perbandingan Nilai MR Antar Jenis Kakao pada penjemuran ..	22
	2. Perbandingan Nilai MR Antar Jenis Kakao pada pengeringan mekanis.....	23
C.	Analisa Model Pengeringan .....	24
D.	Hubungan Nilai MR Observasi dan MR model Newton terhadap waktu pengeringan.....	25
	1. Hubungan Antara MR Observasi dan MR model model Newton pada metode penjemuran.....	25
	2. Hubungan Antara MR Observasi dan MR model model Newton pada pengeringan mekanis.....	26
V.	KESIMPULAN .....	28

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Spesifikasi Persyaratan Mutu Biji Kakao .....	5
2.	Hasil Analisa model Persamaan Jenis Kakao Sulawesi 1 Pada penjemuran .....	24
3.	Hasil Analisa model Persamaan Jenis Kakao Sulawesi 2 Pada penjemuran .....	24
4.	Hasil Analisa model Persamaan Jenis Kakao Sulawesi 1 Pada Pengeringan mekanis.....	25
5.	Hasil Analisa model Persamaan Jenis Kakao Sulawesi 2 Pada Pengeringan mekanis.....	25



## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Hubungan Antara RH dengan Lama Pengeringan .....	21
2.	Hubungan Antara Suhu dan Lama Pengeringan .....	21
3.	Perbandingan Nilai MR antar Jenis Kakao pada penjemuran .....	24
4.	Perbandingan Nilai MR antar Jenis Kakao pada Pengeringan mekanis .....	23
5.	Hubungan antara Nilai MR observasi dan MR model terhadap Waktu pada jenis sulawesi 1 .....	26
6.	Hubungan antara Nilai MR observasi dan MR model terhadap Waktu pada jenis sulawesi 2 .....	26
7.	Hubungan antara Nilai MR observasi dan MR model terhadap Waktu pada jenis sulawesi 1 .....	27
8.	Hubungan antara Nilai MR observasi dan MR model terhadap Waktu pada jenis sulawesi 2 .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Hasil pengukuran berat kakao jenis Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 pada metode penjemuran.....	30
2.	Hasil pengukuran berat kakao jenis Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 pada pengeringan mekanis .....	33
3.	Nilai kadar air (KA) dan MR untuk jenis kakao sulawesi 1 dan sulawesi 2 pada metode penjemuran.....	36
4.	Nilai kadar air (KA) dan MR untuk jenis kakao sulawesi 1 dan sulawesi 2-pada pengeringan mekanis.....	39
5.	Hasil analisis regresi non linear dari persamaan newton.....	42
6.	Foto-foto kegiatan .....	46

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu penghasil biji kakao terbesar yang menduduki peringkat ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Sulawesi yang merupakan salah satu wilayah Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam produksi kakao (*Theobroma cacao* L).

Potensi peningkatan produksi kakao (*theobroma cacao* L) yang cukup besar belum diimbangi oleh peningkatan mutu. Salah satu penyebab kurangnya mutu biji kakao yang dihasilkan oleh petani Sulawesi yaitu kurangnya penguasaan teknologi pasca panen dalam penanganan dan pengolahan biji kakao.

Proses pengolahan biji kakao sangat menentukan mutu akhir dari kakao. Pengolahan yang baik akan meningkatkan kualitas dari biji kakao yang dihasilkan. Salah satu proses pengolahan yang perlu diperhatikan itu adalah proses pengeringan.

Pengeringan adalah salah satu bentuk pengolahan dengan mengeluarkan sebagian air dari suatu bahan dengan menguapkan air yang dikandung melalui penggunaan energi panas. Pengurangan kandungan air menyebabkan mikroorganisme tidak dapat tumbuh lagi di dalamnya. Dalam proses pengeringan biji kakao dikenal dua metode pengeringan yaitu penjemuran dan pengeringan mekanik dengan menggunakan alat pengering.

Proses pengeringan mekanik dengan menggunakan alat pengering yang tidak sesuai dengan karakteristik dari biji kakao yang dikeringkan mengakibatkan terjadinya kerusakan biji kakao, sehingga dapat mengurangi mutu dari biji kakao yang dihasilkan . Oleh karena itu, diperlukan sebuah model pengeringan sebagai dasar dalam perancangan sebuah alat pengering.

Berdasarkan penjelasan diatas maka perlu diadakan penelitian untuk mendapatkan sebuah model pengeringan yang mampu mempresentase perilaku biji kakao selama pengeringan.

#### **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model pengeringan lapisan tipis yang sesuai dengan karakteristik biji kakao yang dikeringkan.

Kegunaan dari penelitian ini adalah menjadi dasar permodelan pengeringan biji kakao.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kakao (*Theobroma cacao* L)

Tanaman kakao termasuk genus *Theobroma*, famili dari *Sterculiaceae* yang banyak diusahakan oleh para petani, Perkebunan swasta dan perkebunan negara. Menurut Tjitrosoepomo (1988), taksonomi tanaman kakao adalah sebagai berikut :

- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Dicotyledoneae*
- Subkelas : *Dialypetalae*
- Bangsa : *Malvales*
- Suku : *Sterculiaceae*
- Marga : *Theobroma*
- Genus : *Theobroma cacao* L.

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan tanaman yang digunakan sebagai penyedap makanan juga sebagai sumber lemak nabati. Kakao (*Theobroma cacao* L) ini juga digunakan sebagai bahan dalam pembuatan minuman, campuran gula-gula atau jenis makanan lainnya (Tjitrosoepomo, 1988).

Jenis kakao dibagi menjadi 2 yakni kakao criollo (kakao mulia) dan jenis kakao oesero (kakao lindak). Kakao criollo mempunyai mutu yang lebih baik, buahnya berwarna merah dan

ada juga yang hijau, kulitnya tipis berbintik-bintik kasar dan lunak, bijinya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan katiledon berwarna putih pada waktu basah. Jenis kakao *forestero* menghasilkan biji kakao yang mutunya sedang, buahnya berwarna hijau; kulitnya tebal, biji buahnya tipis dan gepeng dan katiledon berwarna ungu pada waktu basah (Hatta, 1992).

Beberapa jenis kakao untuk produksi coklat yaitu sebagai berikut:

### **1. Jenis *Criollo***

Jenis *Criollo* terdiri dari *Criollo* Amerika Tengah dan *Criollo* Amerika Selatan. Jenis ini menghasilkan biji coklat yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai coklat mulia. Buahnya berwarna merah atau hijau, kulit buahnya tipis dan berbintik-bintik kasar dan lunak. Biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih pada waktu basah. Jenis coklat ini banyak dibutuhkan oleh pabrik-pabrik untuk pembuatan coklat yang bermutu tinggi (Susanto, 1994).

### **2. Jenis *Forastero***

Jenis *forestero* banyak diusahakan di berbagai Negara produsen coklat. Jenis ini menghasilkan biji coklat yang memiliki mutu sedang atau dikenal juga sebagai *Ordinary Cocoa*. Buahnya berwarna hijau, kulitnya tebal, biji buahnya tipis atau gepeng dan kotiledon berwarna ungu pada waktu basah.



### 3. Jenis *Trinitario*

Jenis *trinitario* merupakan campuran dari jenis *criollo* dengan jenis *forastero*. Buahnya berwarna hijau atau merah dan bentuknya bermacam-macam. Biji buahnya juga bermacam-macam dengan kotiledon berwarna ungu muda sampai ungu tua pada waktu basah.

### B. Biji Kakao

Biji kakao merupakan bagian dari buah kakao yang pemanfaatannya sudah sangat luas. Mutu yang dihasilkan dari biji kakao akan sangat menentukan penilaian dan penawaran harga dari pihak pembeli, oleh karena hal itu akan mempengaruhi dapat tidaknya biji coklat yang dihasilkan dapat digunakan (Rachmawan, 2001).

Mutu biji kakao yang memenuhi Standar Nasional Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Persyaratan Mutu Biji Kakao (SNI,2007).

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Serangga hidup	-	Tidak ada
2.	Kadar air	% b/b	Max 7,5
3.	Biji berbau asap dan atau abnormal dan berbau asing	-	Tidak ada
4.	Kadar biji pecah	% b/b	Max 2
5.	Kadar Kotoran (waste)	% b/b	Max 2,5
6.	Kadar Benda Asing	% b/b	Max 0,2
7.	Kotoran mamalia	% b/b	Max 0,1

Sumber : Departemen Pertanian *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323-2000*



### C. Pengeringan Biji Kakao

Pengeringan biji kakao bertujuan untuk menurunkan kadar air dalam biji dari 60% sampai pada kondisi kadar air dalam biji kakao tidak dapat menurunkan kualitas biji. Pengeringan dapat dilakukan dengan dengan menjemur di bawah sinar matahari atau secara buatan dengan menggunakan mesin pengering atau kombinasi keduanya. Dengan sinar matahari dibutuhkan waktu 2-3 hari, tergantung kondisi cuaca, sampai kadar air biji menjadi 7-8%. Sedangkan dengan pengeringan buatan berlangsung pada temperatur  $65^{\circ} - 68^{\circ} \text{ C}$  (Rachmawan, 2001).

Proses pengeringan merupakan proses perpindahan panas dari sebuah permukaan benda sehingga kandungan air pada permukaan benda berkurang. Perpindahan panas dapat terjadi karena adanya perbedaan temperatur yang signifikan antara bahan dan suhu pengering. Perbedaan temperatur ini ditimbulkan oleh adanya aliran udara panas diatas permukaan benda yang akan dikeringkan yang mempunyai temperatur lebih rendah. Komponen aliran udara yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kecepatan, temperatur, tekanan dan kelembaban relatif. Hasil dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) normal atau setara dengan nilai aktivitas air ( $A_w$ ) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi (Rahmawan, 2001).

Proses pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan sehingga bahan menjadi lebih awet, mengecilkan volume bahan sehingga memudahkan dan menghemat biaya pengangkutan, pengemasan dan penyimpanan. Disamping itu, banyak bahan hasil pertanian yang hanya digunakan setelah dikeringkan terlebih dahulu seperti tembakau, kopi, teh dan biji-bijian (Rahmawan, 2001).

#### **D. Prinsip Dasar Pengeringan**

Proses pengeringan pada prinsipnya menyangkut proses pindah panas dan pindah massa yang terjadi secara bersamaan (simultan). Pertama-tama panas harus ditransfer dari medium pemanas ke bahan. Selanjutnya setelah terjadi penguapan air, uap air yang terbentuk harus dipindahkan melalui struktur bahan ke medium sekitarnya. Proses ini akan menyangkut aliran fluida di mana cairan harus ditransfer melalui struktur bahan selama proses pengeringan berlangsung. Jadi panas harus disediakan untuk menguapkan air dan air harus mendifusi melalui berbagai macam tahanan agar supaya dapat lepas dari bahan dan berbentuk uap air yang bebas. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan (Rahmawan, 2001).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering, makin besar enersi panas yang dibawa udara

sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Pada kelembaban udara tinggi, perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan kecil, sehingga pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar menjadi terhambat (Rahmawan, 2001).

Pada pengeringan dengan menggunakan alat umumnya terdiri dari tenaga penggerak dan kipas, unit pemanas (*heater*) serta alat-alat kontrol. Sebagai sumber tenaga untuk mengalirkan udara dapat digunakan motor bakar atau motor listrik. Sumber energi yang dapat digunakan pada unit pemanas adalah gas, minyak bumi, batubara dan elemen pemanas listrik (Rahmawan, 2001).

#### **E. Kadar Air**

Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dapat dinyatakan dalam persen berat basah (*wet basis*) atau dalam persen berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air berat kering dapat lebih dari 100%. Kadar air berat basah (b.b) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan.

Kadar air berat basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$M = \frac{W_m}{W_m + W_a} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

M = Kadar air berat basah (% bb)

W<sub>m</sub> = Berat air dalam bahan (g)

W<sub>d</sub> = Berat padatan dalam bahan atau berat bahan kering

W<sub>t</sub> = Berat total

Kadar air berat kering (b.k) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang ada dalam bahan. Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$M = \frac{W_m}{W_d} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t - W_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

M = Kadar air berat kering (%bk)

W<sub>m</sub> = Berat air dalam bahan (g)

W<sub>d</sub> = Berat padatan dalam bahan (g)

W<sub>t</sub> = Berat total (g)

Kadar air basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Pada proses pengeringan, air yang terkandung dalam bahan tidak dapat

seluruhnya diuapkan, meskipun demikian hasil yang diperoleh disebut juga sebagai berat bahan kering (Rahmawan, 2001).

Di dalam analisis bahan pangan, biasanya kadar air bahan dinyatakan dalam persen berat kering. Hal ini disebabkan perhitungan berdasarkan berat basah mempunyai kelemahan yaitu berat basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat, sedangkan berat bahan kering selalu tetap. Metode pengukuran kadar air yang umum dilakukan di Laboratorium adalah metode oven atau dengan cara destilasi. Pengukuran kadar air secara praktis di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan *moisture meter* yaitu alat pengukur kadar air secara elektronik (Rahmawan, 2001).

#### **F. Pengeringan Lapisan Tipis**

Pengeringan lapisan tipis dimaksudkan untuk mengeringkan produk sehingga pergerakan udara dapat melalui seluruh permukaan yang dikeringkan yang menghasilkan terjadinya penurunan kadar air dalam proses pengeringan. Pengeringan lapisan tipis merupakan suatu pengeringan yang dilakukan dimana bahan di hamparkan dengan ketebalan satu lapis (satu) (Sodha, dkk., 1987).

Pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan oleh udara dengan suhu dan kelembaban tetap dan dapat menembus seluruh bahan yang dikeringkan. Pada pengeringan lapisan tipis bidang pengeringan lebih besar dan ketebalan bahan dikurangi sehingga

pengeringan berlangsung serentak dan merata seluruh bahan (Henderson, dkk., 1976).



Pengeringan lapisan tipis mempunyai beberapa kelebihan yaitu penanganan kadar air biji dapat dilakukan sampai minimum, biji dengan kadar air maksimum dapat dipanen dan periode pengeringan dapat lebih pendek untuk kadar air yang sama (Brooker, dkk., 1974).

### G. Model Matematika

Model matematika yang valid dapat memudahkan perancangan mesin alat pengering biji-bijian. Dari model tersebut dapat diprediksi tentang dimensi mesin, kapasitas, waktu pengeringan, suhu pengeringan, kebutuhan energi panas dan tenaga yang dibutuhkan. Dari model itu juga, dapat diketahui distribusi suhu dan kadar air dalam lapisan bahan yang dikeringkan. Hal tersebut akan mempermudah pengontrolan mesin pengering, sehingga meminimalkan tingkat kerusakan bahan (Ferdiansyah, 2008).

Reaksi bahan selama pengeringan bergantung pada panas dan karakteristik pemindahan massa dari produk yang dikeringkan. Pengetahuan tentang temperatur dan sifat penyebaran panas dalam produk sangat penting untuk mendesain sebuah alat pengering, kualitas kontrol, pemilihan tempat penyimpanan yang tepat, dan praktek pemeliharaan dan penanganan. Model matematika dapat menjelaskan tentang mekanisme pengeringan yang menyediakan



informasi tentang temperatur yang dibutuhkan dan informasi kelembaban (Murat, 2009).

Persamaan pengeringan lapisan tipis, dibagi atas 3 kategori, yaitu teoritis, semi teoritis, dan empiris. Model Semi teoritis secara umum berasal dari penyederhanaan penyelesaian deret hukum Fick's II atau memodifikasi model yang sederhana. Pengeringan produk seperti beras dan buah kemiri, kacang kedelai, lobak, buah kenari hijau dapat diprediksi dengan menggunakan hukum Fick's II, tetapi hanya akurat di dalam suhu, kelembaban relatif, kecepatan udara, dan kadar air di mana itu diterapkan. Beberapa model semi teoritis antara lain model Henderson and Pabis model, two term model, page model dan Lewis model (Murat, 2009).

Beberapa model teoritis yang sering digunakan dalam pengeringan lapisan tipis hasil-hasil pertanian antara lain:

1. Newton

$$MR = \exp(-kt) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Model Newton sering digunakan oleh para peneliti dalam pengeringan dan menghitung tingkat kehilangan air pada suatu bahan dengan medium yang mempunyai suhu yang konstan. Model Newton digunakan untuk pengeringan pada gandum, kulit jagung, kacang mente dan biji-bijian semacam kenari dan kakao.



Pada kurva pengeringan, Sebuah model akan memberikan gambaran yang jelas pada tahap awal pengeringan namun mengabaikan tahap selanjutnya (Brooker dkk, 1974).

## 2. Henderson and Pabis

$$MR = a \exp(-kt) \quad \dots\dots\dots(4)$$

Model Henderson and Pabis adalah sebuah bentuk penyelesaian pada hukum Fick's II. Model Henderson and Pabis dahulu digunakan untuk model pengeringan pada jagung, gandum, beras kasar, kacang tanah, dan jamur. Pada pengeringan jagung terdapat sebuah kelemahan yaitu pada pengeringan jam pertama dan jam kedua yang disebabkan perbedaan perubahan tingkatan suhu antara biji dan udara (Murat, 2009).

## 3. Page Model

$$MR = \exp(-kt^n) \quad \dots\dots\dots(5)$$

Page model merupakan modifikasi dari model Newton. Model ini bertujuan untuk menutupi kekurangan-kekurangan pada model newton. Page model telah menghasilkan prediksi yang baik pada pengeringan biji beras dan padi kasar, kacang kedelai, buncis putih, kulit, jagung, dan biji bunga matahari (Murat, 2009).

#### 4. Logarithmic Model

$$MR = a \exp(-kt) + c \dots\dots\dots(6)$$

Persamaan logarithmic diadopsi untuk mensimulasikan pengeringan lapisan tipis pada biji padi kasar yang pendek. Model logarithmic digunakan untuk menggambarkan pengeringan kinetik dari bahan-bahan pangan. Pada peneliti lain model ini digunakan untuk menggambarkan perubahan kadar air dan laju pengeringan yang berdasarkan berat dan waktu pengeringan . Model ini telah digunakan secara luas oleh para peneliti dalam menjelaskan karakteristik lapisan tipis dari produk pertanian (Murat, 2009).



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian *Model Pengeringan Lapisan Tipis Biji Kakao (Theobroma cacao L)* berlangsung pada bulan Mei sampai Juni 2009. dilaksanakan di Laboratorium alat dan mesin pertanian dan lab processing Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

#### B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao dari 2 jenis klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 yang di ambil dari Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering, oven, desikator, timbangan analitik, wadah plastik, kertas label, aluminium foil, alat tulis menulis, hygrometer dan thermometer.

#### C. Prosedur Penelitian

##### 1. Persiapan Bahan

Persiapan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan buah kakao (*Theobroma cacao L*) dari dua jenis yang baru dipanen masing – masing sebanyak 1 karung.
- b. Buah kakao (*Theobroma cacao L*) dipecahkan dan dikeluarkan bijinya.

- c. Memilih biji kakao (*Theobroma cacao* L) yang letaknya pada bagian tengah buah untuk dijadikan sampel.
- d. Mencuci biji kakao dengan air untuk mengeluarkan pulp yang membungkus biji kakao.

## 2. Metode Pengeringan

### a. Penjemuran

Adapun metode pengeringan dengan cara penjemuran adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penjemuran biji kakao.
2. Menimbang berat total sampel biji kakao yang digunakan untuk penjemuran biji kakao.
3. Menghamparkan kakao diatas wadah plastik. Wadah dibagi menjadi 3 bagian untuk masing-masing klon kakao. Klon Sulawesi 1 sebanyak 300 g dan klon Sulawesi 2 sebanyak 270 g.
4. Mengukur suhu dan RH pada lingkungan penelitian setiap 30 menit.
5. Menghitung perubahan berat bahan setiap 30 menit.
6. Kakao yang telah dikeringkan selama 8 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator.
7. Pengeringan berlangsung sampai bahan mencapai kadar air yang konstan.

b. Pengeringan mekanis

Adapun metode pengeringan dengan cara pengeringan mekanis adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengeringan mekanis biji kakao.
2. Menimbang berat total sampel biji kakao yang digunakan untuk pengeringan mekanis.
3. Menghamparkan kakao diatas wadah plastik dalam alat pengering. Wadah dibagi menjadi 3 bagian untuk masing-masing klon kakao. Klon Sulawesi 1 sebanyak 150 g dan klon Sulawesi 2 sebanyak 150 g.
4. Mengatur suhu pada alat pengering. Suhu yang digunakan yaitu 40 °C.
5. Kecepatan udara yang digunakan pada pengeringan mekanis yaitu 1,1 m/s.
6. Mengukur suhu dan RH lingkungan penelitian setiap 30 menit.
7. Menghitung perubahan berat bahan setiap 30 menit.
8. Kakao yang telah dikeringkan selama 8 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator.
9. Pengeringan berlangsung sampai bahan mencapai kadar air yang konstan.

#### D. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Kadar air biji kakao

Rumus Kadar Air :  $M = \frac{A-B}{A} \times 100\%$  ..... (1)

Keterangan:

M : Kadar Air

A : Berat Awal (g)

B : Berat Akhir (g)

b. Suhu (°C)

c. Kecepatan udara (m/s)

#### E. Perlakuan Penelitian

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Penjemuran

1. Klon kakao Sulawesi 1
2. Klon kakao Sulawesi 2

b. Pengeringan mekanis

1. Klon kakao Sulawesi 1
2. Klon kakao Sulawesi 2



## F. Prosedur Pengujian Model

Pada penelitian ini digunakan uji analisa model persamaan. Untuk mengetahui  $R^2$  dan konstanta dari masing-masing model persamaan yang digunakan, maka dilakukan uji regresi non linear dengan menggunakan program SPSS 15 .

Proses pengujian model dengan menggunakan program SPSS 15 adalah sebagai berikut:

1. Membuka program SPSS 15.
2. Menginput data waktu pengeringan dan nilai MR.
3. Membuka uji analisis pada regresi non linear.
4. Menginput nilai MR pada dependent.
5. Menginput data waktu pengeringan pada independent.
6. Memilih fungsi dan variabel persamaan yang dianalisis pada kolom expression. Persamaan yang di analisis adalah newton, fage model, Henderson and pabis dan logarithmic.
7. Memulai proses regresi dengan menekan tombol OK.
8. Proses uji regresi non linear ini dilakukan untuk semua model pada jenis kakao dan metode pengeringan yang digunakan.
9. Menentukan model yang terbaik berdasarkan nilai  $R^2$  yang paling tinggi.

## G. Model yang akan diuji

Model persamaan yang akan di uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Newton

$$MR = \exp(-kt) \dots\dots\dots(2)$$

### 2. Henderson and Pabis

$$MR = a \exp(-kt) \dots\dots\dots(3)$$

### 3. Page model

$$MR = \exp(-kt^n) \dots\dots\dots(4)$$

### 4. Logarithmic

$$MR = a \exp(-kt) + c \dots\dots\dots(5)$$

Dimana MR :

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

MR = Moisture Rasio

$M_0$  = Kadar air awal

$M_t$  = Kadar air pada saat (t)

$M_e$  = Kadar air kesetimbangan

a,c = Koefisien pengeringan lapisan tipis

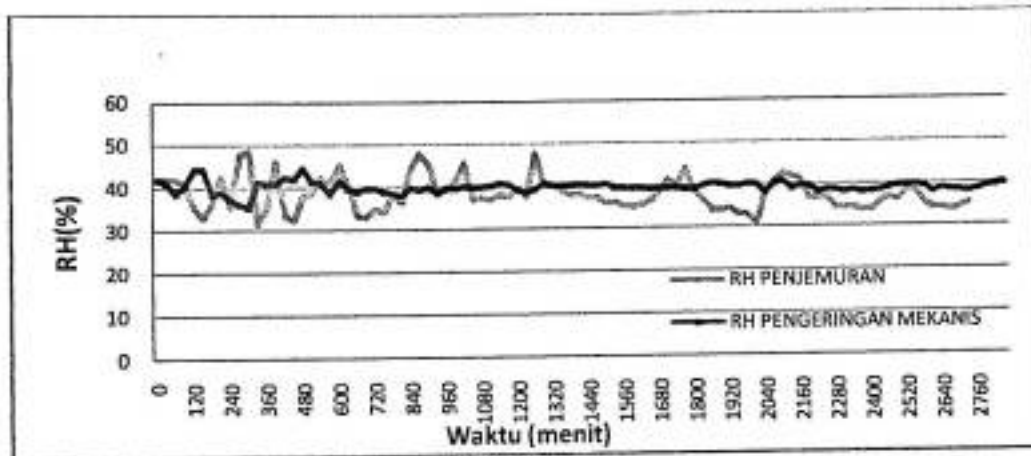
k,n = Konstanta pada model



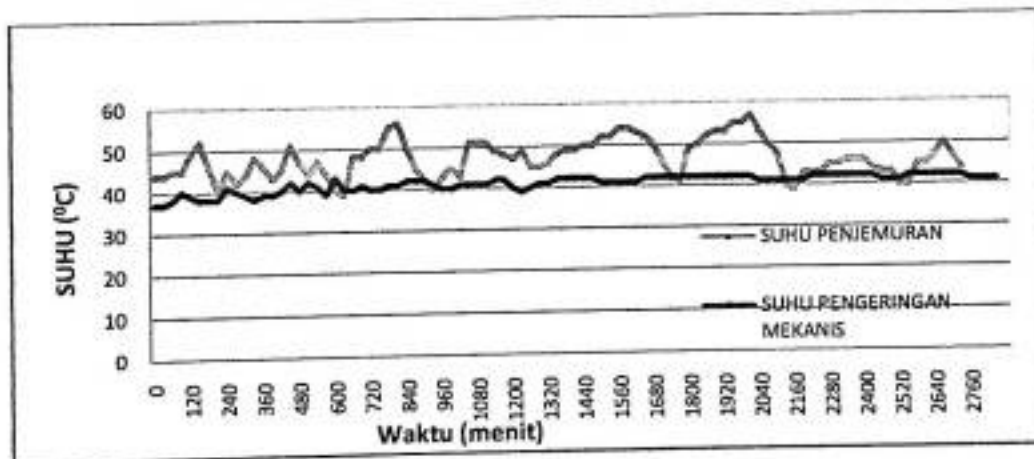
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Kondisi udara selama pengeringan

Kondisi udara selama pengeringan dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 dibawah ini:



Gambar 1 : Hubungan antara RH dengan lama pengeringan



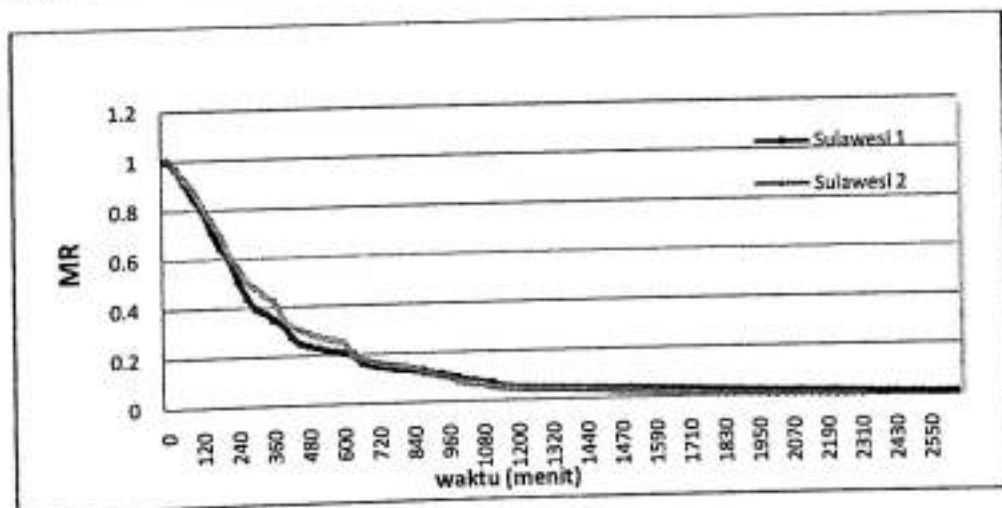
Gambar 2: Hubungan antara suhu dengan lama pengeringan

##### B. Nilai Rasio Kadar Air (MR)

Rasio kadar air (MR) dihitung berdasarkan perhitungan kadar air basis basah dari hasil pengamatan pada masing-masing klon kakao dan metode pengeringan yang digunakan.

1. Perbandingan nilai MR terhadap waktu antar jenis kakao pada penjemuran

Pada metode penjemuran dapat dilihat bahwa kecenderungan laju pengeringannya adalah sama. Ini dapat dilihat pada menit 0 – 240 menit, kemudian pada menit 300 – 600 terjadi perbedaan yang cukup signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena pada tahap awal pengeringan kondisi kakao masih terlalu basah sehingga karakteristik dari jenis kakao belum berpengaruh terhadap laju pengeringan sehingga sifat pengeringannya masih sama. Namun pada saat kondisi kadar air sudah berkurang maka karakteristik dari biji kakao sangat berpengaruh terhadap laju pengeringan kakao yang dikeringkan. Untuk kondisi penjemuran keadaan lingkungan yang berubah-ubah juga sangat berpengaruh terhadap laju pengeringannya. Hal tersebut dapat kita lihat pada gambar 3 dibawah ini.

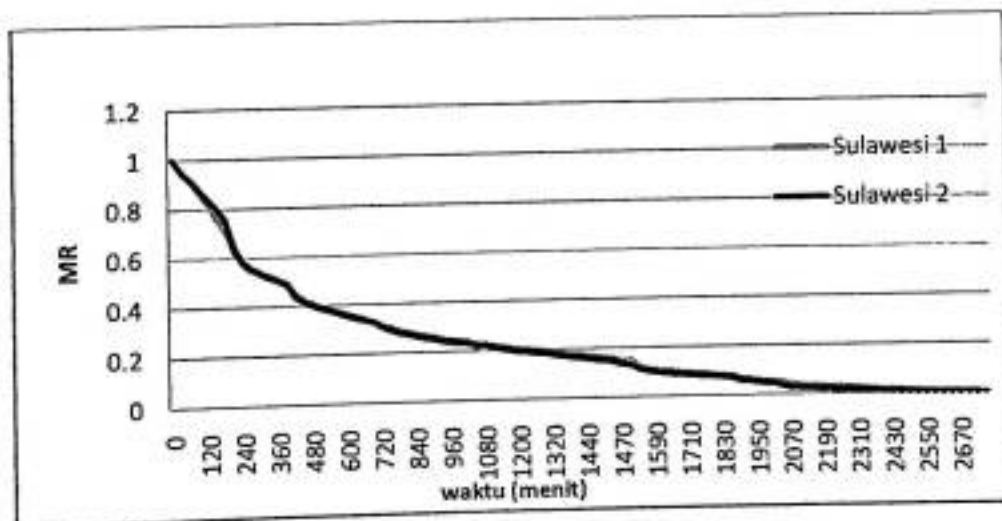


Gambar 3. Perbandingan nilai MR antar jenis kakao pada penjemuran



2. Perbandingan nilai MR terhadap waktu antar jenis kakao pada pengeringan mekanis

Pada pengeringan mekanis perbandingan nilai MR antar jenis kakao yaitu klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 menunjukkan adanya kesamaan pada laju penurunan kadar air. Meskipun pada dasarnya terjadi perbedaan laju penurunannya tapi itu sangat kecil. Hal ini disebabkan karena kondisi pengeringan mekanis dengan menggunakan alat pengering berada pada kondisi yang lebih stabil dengan kontrol suhu  $40^{\circ}$  sehingga semua jenis kakao yang ada mendapatkan kondisi yang sama. Berdasarkan hal tersebut, bahwa karakteristik dari masing-masing kakao berpengaruh sangat kecil terhadap sifat penurunan kadar air dari 2 klon kakao yang di keringkan. Hal tersebut dapat kita lihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Perbandingan nilai MR antar jenis kakao pada pengeringan mekanis

### C. Analisa Model Pengeringan

Pada penelitian ini digunakan uji analisa model persamaan yaitu model newton, Handerson and pabis, Page model dan Logarithmic. Untuk mengetahui  $R^2$  dan konstanta dari masing-masing model persamaan yang digunakan, maka dilakukan uji regresi non linear dengan menggunakan program SPSS 15 .

Dari hasil analisis regresi non linear dapat dilihat bahwa selisih nilai  $R^2$  pada masing-masing model persamaan tidak terlalu jauh, sehingga kesederhanaan model persamaan dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk menentukan model yang sesuai dengan jenis kakao yang digunakan pada penelitian ini.

Berdasarkan hal tersebut maka model persamaan yang dipilih dalam penelitian ini adalah model Newton. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2: Hasil analisa model persamaan jenis kakao sulawesi 1 pada penjemuran

Model	k	a	n	c	$R^2$
Newton	0.003				0.990
Handerson And Pabis	0.003	1.058			0.990
Page model	0.003		0.981		0.990
logarithmic	0.003	1.034		0.018	0.993

Sumber: Data primer setelah diolah, 2009.

Tabel 3: Hasil analisa model persamaan jenis kakao sulawesi 2 pada penjemuran

Model	k	a	n	c	$R^2$
Newton	0.002				0.994
Handerson And Pabis	0.003	1.034			0.997
Page model	0.001		1.086		0.996
logarithmic	0.003	1.037		0.02	0.997

Sumber: Data primer setelah diolah, 2009

Tabel 4: Hasil analisa model persamaan jenis kakao sulawesi 1  
Pada pengeringan mekanis

Model	k	a	n	c	R <sup>2</sup>
Newton	0.002				0.970
Handerson And Pabis	0.001	0.910			0.979
Page model	0.005		0.814		0.988
logarithmic	0.002	0.907		0.020	0.980

Sumber: Data primer setelah diolah, 2009.

Tabel 5: Hasil analisa model persamaan jenis kakao sulawesi 2  
pada pengeringan mekanis

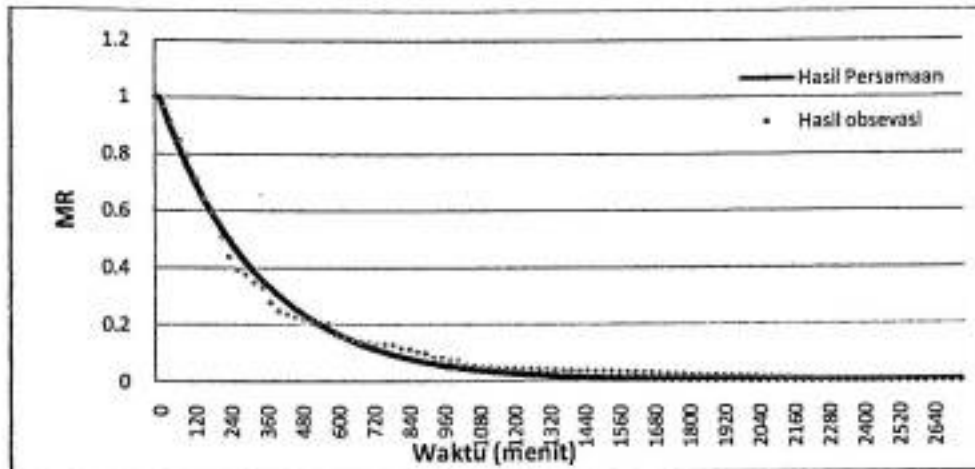
Model	k	a	n	c	R <sup>2</sup>
Newton	0.002				0.976
Handerson And Pabis	0.001	0.932			0.980
Page model	0.004		0.844		0.987
logarithmic	0.002	0.930		0.018	0.980

Sumber: Data primer setelah diolah, 2009.

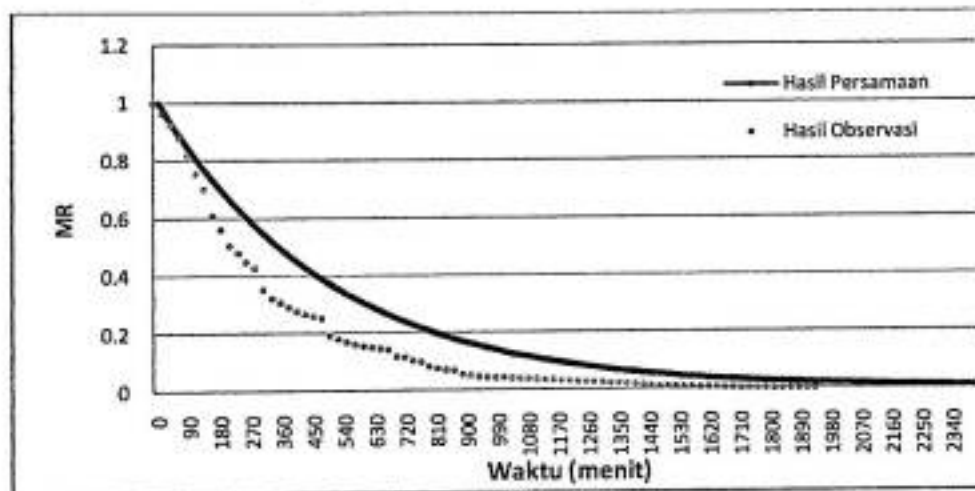
#### D. Hubungan nilai MR observasi dan MR hasil model newton terhadap waktu pengeringan

1. Hubungan antara MR observasi dan MR model Newton terhadap waktu pengeringan pada penjemuran

Hubungan MR Observasi dan MR model newton terhadap lama pengeringan pada penjemuran untuk ke 2 jenis kakao yang dikeringkan menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang cukup signifikan disebabkan karena nilai R<sup>2</sup> pada model newton untuk jenis kakao sulawesi 1 mendekati nilai 1 yaitu 0.990 dan untuk jenis kakao sulawesi 2 mempunyai nilai 0.994. Hal ini berarti presentase keseragaman data dari model newton terhadap laju pengeringan kedua klon klon kakao ini sangat baik. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 dibawah ini.



Gambar 5. Hubungan MR observasi dan MR model terhadap waktu pada jenis Sulawesi 1



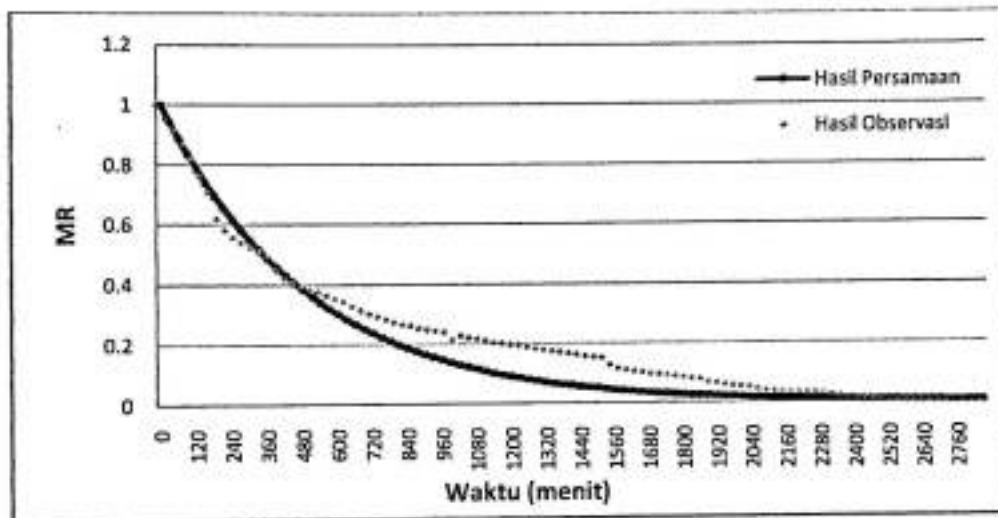
Gambar 6. Hubungan MR observasi dan MR model terhadap waktu pada jenis Sulawesi 2

2. Hubungan antara MR observasi dan MR model Newton terhadap waktu pengeringan pada pengeringan mekanis

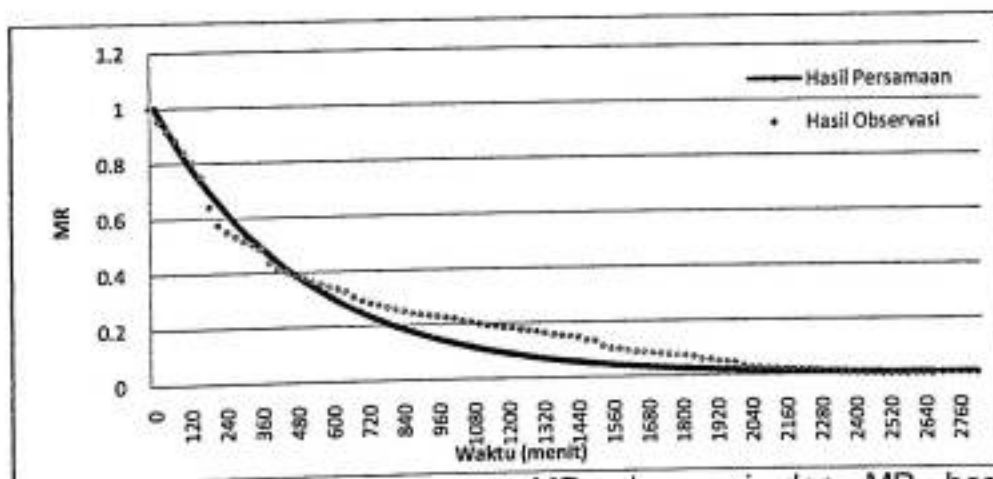
Hubungan MR observasi dan MR hasil persamaan dengan lama pengeringan pada pengeringan mekanis. Pada tahap awal pengeringan terjadi kesamaan penurunan laju pengeringan namun selanjutnya terjadi perbedaan nilai MR observasi dengan MR hasil analisis model newton tetapi pola penurunannya cenderung sama.



Untuk klon kakao Sulawesi 1 nilai  $R^2$  dihasilkan yaitu 0.970 dan klon Sulawesi 2 nilai  $R^2$  yang dihasilkan yaitu 0.974 sehingga presentase keseragaman data dari model Newton terhadap laju pengeringan pada kedua klon kakao ini sangat baik Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 7 dan 8 dibawah ini.



Gambar 7. Hubungan antara MR observasi dan MR hasil persamaan dengan lama pengeringan pada jenis Sulawesi 1



Gambar 8. Hubungan antara MR observasi dan MR hasil persamaan dengan lama pengeringan pada jenis Sulawesi 2

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Model newton merupakan model yang sangat baik dalam mempresentasikan perilaku pengeringan biji kakao.
2. Karakteristik biji kakao sangat berpengaruh dalam menentukan model persamaan yang sesuai untuk pengeringan kakao.



## DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D.E., Barker Arkenata and C.W. Hall, 1974 . *Crying Cereal grains*, the Avi Publising Company, inc west port. Connection.
- Cl Hii, CL law. 2009. *Modelling of thin layer drying kinetics of cocoa beans during* . Journal of Engineering Science and Technology Vol. 3, No. 1 (2008) 1 - 10 [www.linkinghub.elsevier.com](http://www.linkinghub.elsevier.com). Akses 18 maret 2009. Makassar.
- Departemen Pertanian, 2002. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2323-2000 (Biji Kakao, Bubuk Kakao dan Lemak Kakao)*. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Hatta, Sunanto.,1992. *Cokelat Budidaya, pengolahan dan aspek ekonominya*. Kanisius, Yogyakarta.
- Henderson, S.M.,and R.L.Perry.1976. *Agricultural Process Engineering dalam Sa'pa Payangan 1996. Pengeringan lapisan tipis kacang hijau (Vigna radiata L)* Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Ozdemir Murat M.Sc. 2009. *Mathematical Analysis of Color Changes and Chemical Parameters of Rosted Hazelnut*. jurnal of engineering science and technology vol.3,no 1 (2008) 1-10. [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com). Akses 18 maret 2009. Makassar.
- Rachmawan, Obin. Dr. 2001. *Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Direktorat Pendidikan Kejuruan. Jakarta.
- Said Wahyu, Ferdiansyah,2008. *Simulation of Continuous Flow of Paddy Dryer*. Jurnal. Akses 18 maret 2009. Makassar.
- Sodha, mahendra S., Narendra K. bansal, Ashuni Kumar, pradeep K. bansal, dan M.A.S. Malik, 1987. *Solar crop drying*. Volume I.CRC Press, inc. Boca Raton, Florida.
- Susanto, F. X. 1994. *Tanaman Kakao (Budidaya dan Pengolahan Hasil)*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1988. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1.

Hasil pengukuran perubahan berat kakao jenis Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 pada metode penjemuran

No	Waktu	Suhu	RH	Sulawesi 1			Sulawesi 2		
				Nilai Pengukuran (g)			Nilai Pengukuran (g)		
				S1a	S1b	S1c	S2a	S2b	S2c
1.	0	44	42	300.82	300.19	300.21	270.30	270.15	270.06
2.	30	44	42	292.37	289.72	286.31	253.62	260.35	257.90
3.	60	45	42	277.02	270.24	270.80	240.52	246.60	244.34
4.	90	45	40.7	261.60	249.65	255.75	230.83	231.62	230.52
5.	120	49	35.4	249.61	235.61	245.08	213.85	219.35	210.53
6.	150	52	33	231.74	216.46	229.31	198.34	203.86	197.97
7.	180	46	36.5	219.74	205.02	214.03	187.73	193.32	186.79
8.	210	40	42.4	211.84	194.79	208.69	169.33	160.32	170.60
9.	240	45	35.5	195.98	182.99	196.21	162.09	171.61	164.46
10.	270	42	47.7	186.06	174.70	186.33	154.15	164.22	156.53
11.	300	44	48.7	178.55	168.50	182.54	151.52	159.42	153.47
12.	330	48	31.5	178.15	166.57	179.60	147.77	155.03	150.22
13.	360	46	35.4	174.25	163.23	177.04	145.61	153.08	147.22
14.	390	43	46	170.84	162.21	175.10	137.12	144.28	139.68
15.	420	45	33.5	165.51	156.45	169.27	134.13	140.81	136.61
16.	450	51	32.4	162.40	153.47	166.46	132.88	139.16	135.14
17.	480	47	38.1	161.17	152.49	165.41	131.37	137.25	133.77
18.	510	44	38.8	160.33	151.60	164.39	130	135.70	132.39
19.	540	47	42.5	159.27	150.63	163.55	129.20	134.90	131.59
20.	570	44	41.1	158.58	150.19	163.05	128.49	134.19	130.85
21.	600	40	45.2	158.06	149.71	162.54	127.79	133.40	130.18
22.	630	39	41.1	157.62	149.26	162.23	122.67	127.97	125.02
23.	660	48	33.5	153.81	145.90	158.69	121.79	127.05	124.14
24.	690	48	33	152.12	145.22	157.91	120.91	126.14	123.26
25.	720	50	34.8	152.06	144.54	157.14	120.38	125.55	122.69
26.	750	50	34.2	151.60	144.1	156.7	119.86	124.97	122.12
27.	780	55	38.2	151.15	143.66	156.26	119.50	124.58	121.82
28.	810	56	36.4	150.93	143.43	156.07	119.15	124.19	121.51
29.	840	50	44.3	150.71	143.20	155.87	118.85	123.87	121.32
30.	870	45	47.8	150.55	143.13	155.76	118.88	121.88	119.33
31.	900	42	45	149.29	141.84	154.57	116.77	121.73	119.18
32.	930	40	38.6	149.19	141.69	154.43	116.08	120.72	118.38
33.	960	43	39	148.32	140.96	153.66	115.61	120.60	117.92

35.	1020	43	45.5	146.82	138.61	152.51	113.93	118.72	116.26
36.	1050	51	37	146.24	139.15	151.72	113.46	118.29	115.92
37.	1080	51	37.4	145.65	138.64	151.28	113.33	118.24	115.80
38.	1110	51	37	145.53	138.56	151.04	112.50	117.59	114.67
39.	1140	49	38	144.32	137.74	150.11	112.21	117.31	114.52
40.	1170	48	37.7	143.85	137.31	149.76	111.90	117.04	114.26
41.	1200	47	39.4	143.53	136.97	149.35	111.81	116.82	114.07
42.	1230	49	37.5	143.36	136.78	149.17	111.66	116.70	113.99
43.	1260	45	47.7	143.19	136.66	149.09	111.62	116.61	113.95
44.	1290	45	40.2	143.14	136.57	148.92	111.49	116.58	113.92
45.	1320	46	40	143.13	136.40	148.73	111.40	116.47	113.78
46.	1350	48	39	143.05	136.34	148.65	111.31	116.36	113.67
47.	1380	49	38	142.97	136.28	148.59	111.23	116.27	113.78
48.	1410	49	38.2	142.89	136.21	148.50	111.15	116.08	113.59
49.	1440	50	37.4	142.81	136.15	148.43	111.03	115.96	113.43
50.	1470	50	37.3	142.74	136.07	148.36	110.90	115.83	113.30
51.	1500	52	36	142.69	136.02	148.31	110.83	115.73	113.15
52.	1530	52	36.1	142.62	135.93	148.23	110.63	115.50	113.04
53.	1560	54	35.2	142.57	135.87	148.18	110.58	115.40	112.88
54.	1590	54	35	142.51	135.85	148.10	110.53	115.29	112.84
55.	1620	53	35.4	142.43	135.79	148.03	110.40	115.18	112.68
56.	1650	52	36.4	142.38	135.72	147.97	110.27	115.05	112.47
57.	1680	50	38.2	142.28	135.65	147.87	110.19	114.94	112.35
58.	1710	46	41.3	142.15	135.59	147.80	110.03	114.86	112.26
59.	1740	42	40.1	142.02	135.46	147.76	109.89	114.74	112.13
60.	1770	41	43.8	141.93	135.39	147.66	109.66	114.64	112.04
61.	1800	49	38.6	141.85	135.31	147.60	109.53	114.57	111.98
62.	1830	50	36.4	141.76	135.22	147.50	109.46	114.48	111.89
63.	1860	52	34	141.68	135.15	147.43	109.38	114.30	111.79
64.	1890	53	34	141.39	135.06	147.34	109.30	114.21	111.68
65.	1920	53	34.5	141.21	134.99	147.21	109.27	114.15	111.60
66.	1950	55	33.2	141.14	134.91	147.16	109.25	114.10	111.56
67.	1980	55	33	141.03	134.85	147.03	109.22	114.03	111.50
68.	2010	57	31	140.93	134.79	146.92	109.20	113.98	111.42
69.	2040	53	38	140.85	134.70	146.81	109.17	113.92	111.38
70.	2070	50	40.8	140.78	134.63	146.73	109.10	113.87	111.32
71.	2100	48	42.6	140.69	134.60	146.65	109.02	113.81	111.28
72.	2130	40	41.9	140.60	134.53	146.57	108.98	113.78	111.25
73.	2160	39	41.2	140.52	134.50	146.68	108.96	113.77	111.23
74.	2190	43	36.7	140.46	134.40	146.59	108.90	113.74	111.20
75.	2220	43	36.8	140.38	134.32	146.50	108.87	113.70	111.17
76.	2250	43	36.8	140.29	134.26	146.41	108.86	113.67	111.15
77.	2280	45	34.5	140.20	134.21	146.33	108.84	113.66	111.13
78.	2310	45	34.4	140.11	134.13	146.25	108.85	113.64	111.10
79.	2340	46	34.5	140.02	134.04	146.18	108.85	113.62	111.08
80.	2370	46	33.8	139.93	133.96	146.11	108.84	113.61	111.07

81.	2400	46	33.8	139.85	133.85	146.04	108.83	113.61	111.06
82.	2430	44	35.6	139.78	133.74	145.97			
83.	2460	43	36.8	139.64	133.68	145.90			
84.	2490	43	36.2	139.60	133.51	145.86			
85.	2520	40	38.3	139.57	133.44	145.80			
86.	2550	40	38.4	139.53	133.38	145.77			
87.	2580	45	35.5	139.40	133.31	145.74			
88.	2610	45	34.2	139.37	133.25	145.71			
89.	2640	47	34.3	139.35	133.20	145.68			
90.	2670	50	33.8	139.33	133.17	145.66			
91.	2700	47	34.2	139.32	133.15	145.65			
92.	2730	44	35.3	139.30	133.14	145.64			

Sumber : Data primer sebelum diolah 2009

Lampiran 2.

Hasil pengukuran perubahan berat kakao jenis Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 pada pengeringan mekanis

No	Waktu	Suhu	RH	Sulawesi 1			Sulawesi 2		
				Nilai Pengukuran (g)			Nilai Pengukuran (g)		
				S1a	S1b	S1c	S2a	S2b	S2c
1.	0	37	41.9	151.95	152.53	150.54	150.24	150.14	150.41
2.	30	37	41	146.68	140.82	142.58	140.59	139.36	139.75
3.	60	38	38.7	140.09	135.39	136.57	131.23	132.62	137.81
4.	90	40	40.6	134.60	127.84	128.08	128.86	125.30	127.64
5.	120	39	44.3	129.66	121.48	120.28	126.52	117.95	118.35
6.	150	38	44.2	121.04	116.49	113.68	124.09	113.23	110.34
7.	180	38	38.4	116.35	111.65	105.24	120.41	104.88	104.43
8.	210	38	38.9	103.54	103.45	100.79	105.57	94.63	93.27
9.	240	41	37.2	99.65	100.99	97.48	96.38	89.53	89.27
10.	270	40	36.1	96.90	99.19	96.28	92.99	87.86	87.57
11.	300	39	35.4	95.48	97.74	94.95	91.44	86.75	86.31
12.	330	38	41.3	94.08	96.65	93.82	90.01	85.60	85.17
13.	360	39	40.8	93.05	95.78	92.88	88.88	84.62	84.29
14.	390	39	40.9	91.86	94.48	91.92	87.56	83.57	83.14
15.	420	40	42.3	87.94	91.37	89.08	84.04	79.84	79.67
16.	450	42	41.9	86.71	89.42	87.16	82.84	78.52	78.36
17.	480	40	44.6	85.89	88.45	86.26	81.64	77.83	77.62
18.	510	42	41.3	85.15	87.86	85.34	80.19	77.06	76.88
19.	540	41	41.1	84.59	87.08	84.50	79.91	76.34	76.19
20.	570	39	38.6	83.85	86.70	84.02	79.14	75.87	75.55
21.	600	43	41.6	83.12	85.96	83.38	78.42	75.08	75.01
22.	630	40	39.8	82.57	85.27	82.83	77.63	74.38	74.49
23.	660	40	38.9	82.12	84.58	82.33	77.20	74.02	74.02
24.	690	41	39.8	81.67	83.71	81.21	76.56	73.87	73.6
25.	720	40	39.7	80.86	82.56	80.46	75.34	72.23	72.81
26.	750	40	39	79.93	82.43	79.82	74.69	71.84	71.68
27.	780	41	38.5	79.19	81.92	79.29	74.06	71.20	71.13
28.	810	41	38.1	78.72	81.42	78.87	73.64	70.78	70.85
29.	840	42	39.8	78.29	80.91	78.33	73.10	70.29	70.38
30.	870	42	39.4	77.90	80.61	77.98	72.64	69.98	70.10
31.	900	42	40	77.65	80.41	77.68	72.36	69.66	69.84
32.	930	41	38.6	77.25	79.97	77.30	71.90	69.32	69.43
33.	960	40	39.8	76.99	79.83	77.03	71.7	69.07	69.20
34.	990	40	39.6	76.73	79.69	76.75	71.5	68.82	68.97
35.	1020	41	40.1	76.46	79.53	76.49	71.29	68.57	68.75
36.	1050	41	39.8	76.19	79.14	76.2	71.02	68.32	68.49



38.	1110	41	40.2	75.64	78.36	75.61	70.16	67.82	67.95
39.	1140	42	40.8	75.58	78.12	75.35	69.90	67.56	67.73
40.	1170	42	40.5	75.23	77.86	75.09	69.38	67.29	67.46
41.	1200	40	39.2	74.87	77.59	74.82	69.25	67.02	67.19
42.	1230	39	38.5	74.71	77.45	74.66	69.05	66.86	67.06
43.	1260	40	39.3	74.56	77.29	74.39	68.85	66.64	66.67
44.	1290	41	40.7	74.44	77.19	74.33	68.73	66.60	66.66
45.	1320	41	40.3	74.15	76.90	74.08	68.37	66.37	66.44
46.	1350	42	40.1	73.97	76.69	73.84	68.16	66.16	66.30
47.	1380	42	40.2	73.77	76.49	73.64	67.93	65.93	66.14
48.	1410	42	40.3	73.58	76.30	73.46	67.71	65.76	65.86
49.	1440	42	40.2	73.38	76.1	73.26	67.41	65.46	65.56
50.	1470	42	40.1	73.17	75.91	73.03	67.15	65.37	65.51
51.	1500	41	40.4	72.97	75.71	72.83	67	65.17	65.4
52.	1530	41	39.5	72.72	75.51	72.62	66.83	64.98	65.18
53.	1560	41	39.5	72.52	75.32	72.45	66.63	64.72	64.09
54.	1590	41	39.4	72.43	75.20	72.33	66.46	64.69	63.91
55.	1620	41	39.4	71.12	74.21	71.34	65.42	63.56	63.68
56.	1650	42	39.2	70.64	73.68	70.83	65.11	63.24	63.30
57.	1680	42	39.3	70.33	73.49	70.62	64.92	63.02	63.19
58.	1710	42	39.3	70.25	73.30	70.40	64.68	62.87	63
59.	1740	42	39.4	70.08	73.1	70.26	64.53	62.74	62.85
60.	1770	42	39.1	69.90	72.94	70.05	64.41	62.60	62.73
61.	1800	42	39	69.81	72.85	70	64.28	62.51	62.70
62.	1830	42	40	69.63	72.69	69.82	64.09	62.43	62.57
63.	1860	42	40.4	69.52	72.59	69.75	64.02	62.29	62.44
64.	1890	42	40.2	69.37	72.45	69.59	63.87	62.17	62.34
65.	1920	42	39.8	69.24	72.36	69.43	63.76	62.09	62.25
66.	1950	42	39.7	69.16	72.29	69.30	63.58	61.94	62.12
67.	1980	42	40.2	68.61	71.83	68.81	63.31	61.53	61.60
68.	2010	42	40.1	68.52	71.75	68.76	63.16	61.49	61.50
69.	2040	41	38	68.28	71.55	68.48	63.02	61.30	61.33
70.	2070	41	40.2	68.17	71.39	68.22	62.89	60.98	61.15
71.	2100	41	40.8	68.03	71.34	68.15	62.86	60.91	61.08
72.	2130	41	39	67.93	71.21	68.03	61.76	60.78	61.05
73.	2160	41	39.6	67.65	70.93	67.75	61.50	60.35	60.71
74.	2190	41	39.5	67.40	70.89	67.56	61.42	60.43	60.61
75.	2220	42	38.3	67.32	70.70	67.48	61.32	60.33	60.51
76.	2250	42	38.7	67.26	70.68	67.37	61.28	60.26	60.44
77.	2280	42	38.7	67.23	70.56	67.30	61.26	60.20	60.39
78.	2310	42	38.2	67.18	70.53	67.28	61.25	60.15	60.35
79.	2340	42	38.5	67.08	70.59	67.15	61.18	60.12	60.33
80.	2370	42	38	66.93	70.74	67.09	61.10	60.07	60.30
81.	2400	42	38.3	66.84	70.62	66.95	61.02	59.98	60.21
82.	2430	42	38.5	66.72	70.56	66.84	60.93	59.90	60.13
83.	2460	41	39	66.47	70.40	66.72	60.88	59.82	60.06

84.	2490	41	39.5	66.27	70.29	66.69	60.81	59.74	60
85.	2520	41	39.5	66.13	70.11	66.61	60.75	59.69	59.95
86.	2550	42	39.7	66.12	70.05	66.60	60.71	59.62	59.88
87.	2580	42	39.4	65.93	69.94	66.59	60.66	59.53	59.80
88.	2610	42	38	65.88	69.87	66.50	60.61	59.50	59.77
89.	2640	42	38.8	65.80	69.78	66.43	60.58	59.47	59.75
90.	2670	42	38.5	65.78	69.68	66.40	60.57	59.45	59.74
91.	2700	42	38.4	65.71	69.60	66.38	60.55	59.43	59.72
92.	2730	42	38.1	65.65	69.58	66.37	60.53	59.42	59.71
93.	2770	41	38.5	65.63	69.52	66.36	60.52	59.42	59.70
94.	2800	41	39.2	65.61	69.48	66.35	60.51	59.41	59.69
95.	2830	41	39.5	65.60	69.45	66.34	60.50	59.41	59.68
96.	2860	41	39.9	65.59	69.43	66.33			

Sumber : Data primer sebelum diolah 2009

Lampiran 3.

Nilai kadar air (KA) dan MR untuk jenis kakao Sulawesi1 dan Sulawesi 2 pada metode penjemuran

no	Sulawesi 1			KA Rata-rata	MR	Sulawesi 2			KA Rata-rata	MR
	Kadar Air (%)					Kadar air (%)				
	S1a	S1b	S1c			S2a	S2b	S2c		
1.	56.45	57.97	54.49	56.30	1	62.29	60.26	61.25	61.27	1
2.	55.19	56.45	52.28	54.64	0.967135	59.81	58.77	59.42	59.33	0.964982
3.	52.71	53.31	49.55	51.86	0.912097	57.62	56.47	57.17	57.09	0.924549
4.	49.92	49.46	46.58	48.65	0.848545	55.84	53.65	54.60	54.70	0.881408
5.	47.51	46.45	44.25	46.07	0.797466	52.34	51.06	50.29	51.23	0.818773
6.	43.47	41.71	40.42	41.87	0.714314	48.61	47.34	47.13	47.69	0.754874
7.	40.38	38.46	36.17	38.34	0.644427	45.70	44.47	43.97	44.71	0.701083
8.	38.16	35.23	34.53	35.97	0.597505	39.80	40.47	38.65	39.64	0.609567
9.	33.15	31.05	30.37	31.52	0.509404	37.12	37.45	36.36	36.97	0.561372
10.	29.59	27.78	26.68	28.01	0.439913	33.88	34.63	33.14	33.88	0.505596
11.	26.63	25.12	25.16	25.63	0.392794	32.73	32.66	31.80	32.40	0.478881
12.	26.46	24.25	23.93	24.88	0.377945	31.02	30.76	30.33	30.70	0.448195
13.	24.81	22.70	22.83	23.45	0.349634	30.00	29.87	28.91	29.59	0.428159
14.	23.31	22.22	21.98	22.50	0.330826	25.66	25.60	25.07	25.44	0.353249
15.	20.84	19.35	19.29	19.83	0.277965	24.01	23.76	23.39	23.72	0.322202
16.	19.33	17.79	17.93	18.35	0.248664	23.29	22.86	22.55	22.90	0.307401
17.	18.71	17.26	17.41	17.79	0.237577	22.41	21.79	21.76	21.99	0.290975
18.	18.29	16.77	16.89	17.32	0.228272	21.59	20.89	20.95	21.14	0.275632
19.	17.74	16.24	16.47	16.82	0.218373	21.11	20.42	20.47	20.66	0.266968
20.	17.39	15.99	16.21	16.53	0.212631	20.67	20.00	20.02	20.23	0.259206
21.	17.11	15.72	15.95	16.26	0.207286	20.24	19.53	19.60	19.79	0.251264
22.	16.88	15.48	15.79	16.05	0.203128	16.91	16.11	16.29	16.44	0.190794
23.	14.82	13.52	13.91	14.08	0.164126	16.31	15.51	15.69	15.83	0.179783
24.	13.88	13.12	13.48	13.49	0.152445	15.70	14.90	15.09	15.23	0.168953
25.	13.84	12.71	13.06	13.20	0.146704	15.33	14.50	14.70	14.84	0.161913
26.	13.58	12.44	12.81	12.95	0.141754	14.96	14.10	14.30	14.45	0.154874
27.	13.32	12.17	12.57	12.69	0.136607	14.70	13.83	14.09	14.21	0.150542
28.	13.20	12.03	12.46	12.56	0.134033	14.45	13.56	13.87	13.96	0.146029
29.	13.07	11.89	12.35	12.44	0.131657	14.24	13.34	13.73	13.77	0.142599
30.	12.98	11.85	12.29	12.37	0.130271	12.79	11.92	12.29	12.34	0.116787
31.	12.24	11.05	11.61	11.64	0.115819	12.71	11.81	12.18	12.24	0.114982
32.	12.19	10.95	11.53	11.56	0.114235	12.19	11.08	11.59	11.62	0.103791
33.	11.67	10.49	11.09	11.08	0.104732	11.83	10.99	11.24	11.35	0.098917
34.	11.38	10.22	10.79	10.80	0.099188	10.85	9.96	10.29	10.37	0.081227
35.	10.77	8.97	10.42	10.05	0.08434	10.53	9.58	9.98	10.03	0.07509





38.	9.98	8.94	9.55	9.49	0.073253	9.40	8.71	8.73	8.94	0.055415
39.	9.22	8.40	8.99	8.87	0.060978	9.16	8.49	8.61	8.75	0.051986
40.	8.93	8.11	8.77	8.60	0.055633	8.91	8.28	8.40	8.53	0.048014
41.	8.72	7.88	8.52	8.38	0.051277	8.84	8.11	8.25	8.40	0.045668
42.	8.61	7.76	8.41	8.26	0.048901	8.71	8.01	8.18	8.30	0.043863
43.	8.51	7.68	8.36	8.18	0.047317	8.68	7.94	8.15	8.26	0.043141
44.	8.47	7.62	8.26	8.12	0.046129	8.57	7.92	8.13	8.21	0.042238
45.	8.47	7.51	8.14	8.04	0.044546	8.50	7.83	8.02	8.12	0.040614
46.	8.42	7.46	8.09	7.99	0.043556	8.43	7.74	7.93	8.03	0.038989
47.	8.37	7.42	8.06	7.95	0.042764	8.36	7.67	8.02	8.02	0.038809
48.	8.31	7.37	8.01	7.90	0.041774	8.30	7.52	7.86	7.89	0.036462
49.	8.26	7.33	7.96	7.85	0.040784	8.20	7.42	7.73	7.78	0.034477
50.	8.22	7.28	7.91	7.80	0.039794	8.09	7.32	7.63	7.68	0.032671
51.	8.19	7.24	7.88	7.77	0.0392	8.03	7.24	7.50	7.59	0.031047
52.	8.14	7.18	7.83	7.72	0.03821	7.86	7.06	7.41	7.44	0.028339
53.	8.11	7.14	7.80	7.68	0.037418	7.82	6.98	7.28	7.36	0.026895
54.	8.07	7.13	7.75	7.65	0.036824	7.78	6.89	7.25	7.31	0.025993
55.	8.02	7.08	7.71	7.60	0.035834	7.67	6.80	7.12	7.20	0.024007
56.	7.99	7.04	7.67	7.56	0.035043	7.56	6.69	6.94	7.07	0.021661
57.	7.92	6.99	7.61	7.51	0.034053	7.50	6.60	6.84	6.98	0.020036
58.	7.84	6.95	7.56	7.45	0.032865	7.36	6.54	6.77	6.89	0.018412
59.	7.75	6.86	7.54	7.38	0.031479	7.24	6.44	6.66	6.78	0.016426
60.	7.69	6.81	7.48	7.33	0.030489	7.05	6.36	6.59	6.67	0.01444
61.	7.64	6.75	7.44	7.28	0.029499	6.94	6.30	6.54	6.59	0.012996
62.	7.58	6.69	7.38	7.22	0.028311	6.88	6.23	6.46	6.52	0.011733
63.	7.53	6.64	7.33	7.17	0.027321	6.81	6.08	6.38	6.42	0.009928
64.	7.34	6.58	7.28	7.07	0.025342	6.74	6.01	6.29	6.35	0.008664
65.	7.22	6.53	7.19	6.98	0.02356	6.72	5.96	6.22	6.30	0.007762
66.	7.18	6.48	7.16	6.94	0.022768	6.70	5.92	6.19	6.27	0.00722
67.	7.10	6.44	7.08	6.87	0.021382	6.67	5.86	6.13	6.22	0.006318
68.	7.04	6.40	7.01	6.81	0.020194	6.66	5.82	6.07	6.18	0.005596
69.	6.99	6.33	6.94	6.75	0.019006	6.63	5.77	6.03	6.14	0.004874
70.	6.94	6.28	6.89	6.70	0.018016	6.57	5.73	5.98	6.09	0.003971
71.	6.88	6.26	6.84	6.66	0.017224	6.50	5.68	5.95	6.04	0.003069
72.	6.82	6.21	6.79	6.61	0.016234	6.47	5.65	5.92	6.01	0.002527
73.	6.77	6.19	6.86	6.61	0.016234	6.45	5.64	5.91	6.00	0.002347
74.	6.73	6.12	6.80	6.55	0.015047	6.40	5.62	5.88	5.97	0.001805
75.	6.67	6.07	6.74	6.50	0.014057	6.37	5.58	5.86	5.94	0.001264
76.	6.61	6.03	6.69	6.44	0.012869	6.37	5.56	5.84	5.92	0.000903
77.	6.55	5.99	6.64	6.39	0.011879	6.35	5.55	5.82	5.91	0.000722
78.	6.49	5.93	6.58	6.34	0.010889	6.36	5.54	5.80	5.90	0.000542
79.	6.43	5.87	6.54	6.28	0.009701	6.36	5.52	5.78	5.89	0.000361
80.	6.37	5.82	6.50	6.23	0.008711	6.35	5.51	5.77	5.88	0.000181
81.	6.32	5.74	6.45	6.17	0.007523	6.34	5.51	5.76	5.87	0
82.	6.27	5.66	6.41	6.11	0.006335					
83.	6.18	5.62	6.36	6.05	0.005147					

84.	6.15	5.50	6.33	6.00	0.004158					
85.	6.13	5.45	6.30	5.96	0.003366					
86.	6.11	5.41	6.28	5.93	0.002772					
87.	6.02	5.36	6.26	5.88	0.001782					
88.	6.00	5.31	6.24	5.85	0.001188					
89.	5.98	5.28	6.22	5.83	0.000792					
90.	5.97	5.26	6.21	5.81	0.000396					
91.	5.96	5.24	6.20	5.80	0.000198					
92.	5.95	5.24	6.19	5.79	0					

Sumber : Data primer setelah diolah, 2009.

Lampiran 4

Nilai kadar air (KA) dan MR untuk jenis kakao Sulawesi1 dan Sulawesi 2 pada pengeringan mekanis

no	Sulawesi 1			KA Rata-rata	MR	Sulawesi 2			KA Rata-rata	MR
	Kadar Air (%)					Kadar air (%)				
	S1a	S1b	S1c			S2a	S2b	S2c		
1.	60.06	57.87	58.84	58.92	1	62.12	62.44	63.06	62.54	1
2.	58.62	54.37	56.54	56.51	0.95343	59.52	59.53	60.24	59.76	0.950857
3.	56.68	52.54	54.63	54.62	0.916908	56.63	57.17	59.68	57.93	0.918508
4.	54.91	49.73	51.62	52.09	0.868019	55.84	54.99	56.47	55.77	0.880325
5.	53.19	47.10	48.49	49.59	0.81971	55.02	52.18	53.05	53.42	0.838784
6.	49.86	44.84	45.50	46.73	0.764444	54.14	50.19	49.65	51.32	0.801662
7.	47.84	42.45	41.13	43.80	0.707826	52.74	46.22	46.80	48.59	0.753403
8.	41.38	37.88	38.53	39.26	0.620097	46.09	40.40	40.43	42.31	0.64239
9.	39.10	36.37	36.44	37.30	0.582222	40.95	37.00	37.76	38.57	0.576277
10.	37.37	35.22	35.65	36.08	0.558647	38.80	35.82	36.55	37.06	0.549585
11.	36.44	34.25	34.74	35.15	0.540676	37.76	34.99	35.63	36.13	0.533145
12.	35.49	33.51	33.96	34.32	0.524638	36.77	34.11	34.77	35.22	0.517059
13.	34.78	32.91	33.29	33.66	0.511884	35.97	33.35	34.08	34.47	0.503801
14.	33.93	31.99	32.59	32.84	0.496039	35.00	32.51	33.17	33.56	0.487714
15.	30.99	29.67	30.44	30.37	0.448309	32.28	29.36	30.26	30.63	0.43592
16.	30.01	28.14	28.91	29.02	0.422222	31.30	28.17	29.10	29.52	0.416298
17.	29.34	27.35	28.17	28.29	0.408116	30.29	27.53	28.42	28.75	0.402687
18.	28.73	26.86	27.40	27.66	0.395942	29.03	26.81	27.73	27.86	0.386954
19.	28.25	26.21	26.67	27.04	0.383961	28.78	26.12	27.08	27.33	0.377585
20.	27.62	25.88	26.26	26.59	0.375266	28.09	25.66	26.46	26.74	0.367156
21.	26.99	25.24	25.69	25.97	0.363285	27.43	24.88	25.93	26.08	0.355489
22.	26.50	24.64	25.20	25.44	0.353043	26.69	24.17	25.41	25.43	0.343999
23.	26.10	24.02	24.74	24.95	0.343575	26.28	23.80	24.94	25.01	0.336574
24.	25.69	23.23	23.70	24.21	0.329275	25.67	23.65	24.51	24.61	0.329503
25.	24.94	22.17	22.99	23.37	0.313043	24.46	21.92	23.69	23.36	0.307407
26.	24.07	22.04	22.38	22.83	0.302609	23.81	21.49	22.49	22.60	0.293972
27.	23.36	21.56	21.86	22.26	0.291594	23.16	20.79	21.89	21.94	0.282305
28.	22.90	21.08	21.44	21.81	0.282899	22.72	20.32	21.58	21.54	0.275234
29.	22.48	20.58	20.90	21.32	0.27343	22.15	19.76	21.06	20.99	0.265512
30.	22.09	20.28	20.54	20.97	0.266667	21.65	19.41	20.74	20.60	0.258618
31.	21.84	20.08	20.24	20.72	0.261836	21.35	19.04	20.45	20.28	0.252961
32.	21.44	19.64	19.84	20.31	0.253913	20.85	18.64	19.98	19.62	0.244029
33.	21.17	19.50	19.56	20.08	0.249469	20.63	18.34	19.71	19.56	0.240233
34.	20.90	19.36	19.27	19.85	0.245024	20.41	18.05	19.44	19.30	0.235637
35.	20.63	19.20	19.00	19.61	0.240386	20.17	17.75	19.19	19.03	0.230864
36.	20.34	18.60	18.69	19.21	0.213333	19.87	17.45	18.88	18.72	0.225561

38.	19.76	17.99	18.05	18.60	0.22087	18.89	16.84	18.23	17.99	0.21248
39.	19.70	17.74	17.77	18.40	0.217005	18.58	16.52	17.97	17.69	0.207177
40.	19.33	17.47	17.49	18.09	0.211014	17.97	16.18	17.64	17.27	0.199753
41.	18.94	17.18	17.19	17.77	0.204831	17.82	15.85	17.31	16.99	0.194803
42.	18.77	17.03	17.01	17.60	0.201546	17.58	15.67	17.15	16.80	0.191444
43.	18.60	16.86	16.71	17.39	0.197488	17.34	15.37	16.66	16.46	0.185434
44.	18.47	16.75	16.64	17.29	0.195556	17.20	15.32	16.65	16.39	0.184197
45.	18.15	16.44	16.36	16.98	0.189565	16.76	15.02	16.38	16.05	0.178186
46.	17.95	16.21	16.09	16.75	0.185121	16.51	14.75	16.20	15.82	0.174121
47.	17.73	15.99	15.86	16.53	0.18087	16.22	14.45	16.00	15.56	0.169524
48.	17.52	15.78	15.65	16.32	0.176812	15.95	14.23	15.64	15.27	0.164398
49.	17.29	15.56	15.42	16.09	0.172367	15.58	13.84	15.25	14.89	0.157681
50.	17.06	15.35	15.16	15.85	0.167729	15.25	13.72	15.19	14.72	0.154676
51.	16.83	15.12	14.93	15.63	0.163478	15.06	13.46	15.05	14.52	0.151114
52.	16.54	14.90	14.68	15.37	0.158454	14.84	13.20	14.76	14.27	0.146721
53.	16.31	14.68	14.48	15.16	0.154396	14.59	12.86	13.31	13.58	0.134524
54.	16.21	14.55	14.34	15.03	0.151884	14.40	12.81	13.07	13.43	0.131872
55.	14.67	13.41	13.15	13.74	0.126957	13.01	11.26	12.75	12.34	0.112604
56.	14.09	12.79	12.52	13.13	0.115169	12.59	10.82	12.23	11.88	0.104472
57.	13.71	12.56	12.26	12.84	0.109565	12.34	10.50	12.07	11.64	0.10023
58.	13.61	12.33	11.99	12.64	0.1057	12.01	10.29	11.81	11.37	0.095457
59.	13.40	12.09	11.81	12.44	0.101836	11.81	10.11	11.60	11.17	0.091922
60.	13.18	11.90	11.55	12.21	0.097391	11.64	9.90	11.43	10.99	0.08874
61.	13.06	11.79	11.49	12.11	0.095459	11.47	9.77	11.39	10.88	0.086795
62.	12.84	11.60	11.26	11.90	0.091401	11.20	9.66	11.20	10.69	0.083436
63.	12.70	11.48	11.17	11.78	0.089082	11.11	9.46	11.02	10.53	0.080608
64.	12.51	11.30	10.96	11.59	0.085411	10.90	9.28	10.88	10.35	0.077426
65.	12.35	11.19	10.76	11.43	0.082319	10.74	9.16	10.75	10.22	0.075128
66.	12.25	11.11	10.59	11.32	0.080193	10.49	8.94	10.56	10.00	0.071239
67.	11.54	10.54	9.95	10.68	0.067826	10.11	8.34	9.81	9.42	0.060986
68.	11.43	10.44	9.89	10.59	0.066087	9.90	8.28	9.66	9.28	0.058512
69.	11.12	10.19	9.52	10.28	0.060097	9.70	7.99	9.41	9.03	0.054092
70.	10.97	9.99	9.18	10.05	0.055652	9.51	7.51	9.14	8.72	0.048612
71.	10.79	9.92	9.08	9.93	0.053333	9.47	7.40	9.04	8.64	0.047198
72.	10.66	9.76	8.92	9.78	0.050435	7.85	7.21	8.99	8.02	0.036238
73.	10.29	9.40	8.55	9.41	0.043285	7.46	6.55	8.48	7.50	0.027046
74.	9.96	9.35	8.29	9.20	0.039227	7.34	6.67	8.33	7.45	0.026162
75.	9.85	9.11	8.18	9.05	0.036329	7.19	6.51	8.18	7.30	0.023511
76.	9.77	9.08	8.03	8.96	0.034589	7.13	6.41	8.07	7.20	0.021743
77.	9.73	8.93	7.93	8.86	0.032657	7.10	6.31	8.00	7.14	0.020682
78.	9.66	8.89	7.91	8.82	0.031884	7.09	6.23	7.94	7.09	0.019798
79.	9.53	8.97	7.73	8.74	0.030338	6.98	6.19	7.91	7.02	0.018561
80.	9.32	9.16	7.65	8.71	0.029758	6.86	6.11	7.86	6.94	0.017147
81.	9.20	9.01	7.45	8.55	0.026667	6.74	5.97	7.72	6.81	0.014849
82.	9.04	8.93	7.30	8.42	0.024155	6.60	5.84	7.60	6.68	0.012551
83.	8.70	8.72	7.13	8.18	0.019517	6.52	5.72	7.49	6.58	0.010783



84.	8.42	8.58	7.09	<b>8.03</b>	0.016618	6.41	5.59	7.40	<b>6.47</b>	0.008839
85.	8.23	8.34	6.98	<b>7.85</b>	0.01314	6.32	5.51	7.32	<b>6.39</b>	0.007424
86.	8.21	8.27	6.97	<b>7.81</b>	0.012367	6.26	5.40	7.21	<b>6.29</b>	0.005657
87.	7.95	8.12	6.95	<b>7.67</b>	0.009662	6.18	5.26	7.09	<b>6.18</b>	0.003712
88.	7.88	8.03	6.83	<b>7.58</b>	0.007923	6.10	5.21	7.04	<b>6.12</b>	0.002652
89.	7.77	7.91	6.73	<b>7.47</b>	0.005797	6.06	5.16	7.01	<b>6.08</b>	0.001944
90.	7.74	7.78	6.69	<b>7.40</b>	0.004444	6.04	5.13	7.00	<b>6.06</b>	0.001591
91.	7.64	7.67	6.66	<b>7.32</b>	0.002899	6.01	5.10	6.97	<b>6.03</b>	0.001061
92.	7.56	7.65	6.64	<b>7.28</b>	0.002126	5.98	5.08	6.95	<b>6.00</b>	0.00053
93.	7.53	7.57	6.63	<b>7.24</b>	0.001353	5.96	5.08	6.93	<b>5.99</b>	0.000354
94.	7.50	7.51	6.62	<b>7.21</b>	0.000773	5.95	5.07	6.92	<b>5.98</b>	0.000177
95.	7.48	7.47	6.60	<b>7.19</b>	0.000386	5.93	5.07	6.90	<b>5.97</b>	0
96.	7.47	7.45	6.59	<b>7.17</b>	0					

Sumber : Data primer setelah diolah, 2009.

Lampiran 5.

Hasil regresi non linear dari persamaan Newton dengan menggunakan program SPSS 15.

a. Hasil Regresi non linear pada metode penjumlahan

➤ Klon Sulawesi 1

Iteration History

Iteration Number	Residual Sum of Squares	Parameter
		k
1.0	5.529	.046
1.1	1.1E+218	-.095
1.2	5.114	.032
2.0	5.114	.032
2.1	3.969	.017
3.0	3.969	.017
3.1	1.292	.006
4.0	1.292	.006
4.1	1.898	.001
4.2	.539	.004
5.0	.539	.004
5.1	.186	.002
6.0	.186	.002
6.1	.055	.003
7.0	.055	.003
7.1	.052	.003
8.0	.052	.003
8.1	.052	.003
9.0	.052	.003
9.1	.052	.003
10.0	.052	.003
10.1	.052	.003

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
k	.003	.000	.003	.003

ANOVA<sup>a</sup>

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	7.043	1	7.043
Residual	.052	91	.001
Uncorrected Total	7.094	92	
Corrected Total	4.984	91	

Dependent variable: Mr

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .990.

Derivatives are calculated numerically.

- Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number to the right of the decimal.
- Run stopped after 22 model evaluations and 10 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sum of squares is at most SSCON = 1.00E-00.

➤ Klon Sulawesi 2

Iteration History<sup>b</sup>

Iteration Number <sup>a</sup>	Residual Sum of Squares	Parameter
		k
1.0	6.279	.046
1.1	2.6E+193	-.096
1.2	5.853	.032
2.0	5.853	.032
2.1	4.651	.016
3.0	4.651	.016
3.1	1.484	.005
4.0	1.484	.005
4.1	2.248	.001
4.2	.594	.004
5.0	.594	.004
5.1	.311	.002
6.0	.311	.002
6.1	.037	.002
7.0	.037	.002
7.1	.031	.002
8.0	.031	.002
8.1	.031	.002
9.0	.031	.002
9.1	.031	.002

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
k	.002	.000	.002	.002

ANOVA<sup>a</sup>

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	7.816	1	7.816
Residual	.031	80	.000
Uncorrected Total	7.847	81	
Corrected Total	5.322	80	

Dependent variable: MR

<sup>a</sup> R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .994.

Derivatives are calculated numerically.

- Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.
- Run stopped after 20 model evaluations and 9 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.00E-008.

b. Hasil Regresi non linear pada pengeringan mekanis

➤ Klon Sulawesi 1

Iteration Number(a)	Residual Sum of Squares	Parameter
	k	k
1.0	9.332	.074
1.1	INF	-.243
1.2	8.907	.042
2.0	8.907	.042
2.1	7.898	.021
3.0	7.898	.021
3.1	4.829	.007
4.0	4.829	.007
4.1	.175	.002
5.0	.175	.002
5.1	.159	.002
6.0	.159	.002
6.1	.159	.002
7.0	.159	.002
7.1	.159	.002
8.0	.159	.002
8.1	.159	.002
9.0	.159	.002
9.1	.159	.002

**Parameter Estimates**

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
k	.002	.000	.001	.002

**ANOVA<sup>a</sup>**

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	10.391	1	10.391
Residual	.159	95	.002
Uncorrected Total	10.550	96	
Corrected Total	5.376	95	

Dependent variable: MR

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .970.

Derivatives are calculated numerically.

a Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b Run stopped after 19 model evaluations and 9 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1.00E-008



➤ Klon Sulawesi 2

Iteration History<sup>b</sup>

Iteration Number <sup>a</sup>	Residual Sum of Squares	Parameter
		k
1.0	9.232	.074
1.1	INF	-.242
1.2	8.808	.043
2.0	8.808	.043
2.1	7.792	.021
3.0	7.792	.021
3.1	4.669	.007
4.0	4.669	.007
4.1	.133	.002
5.0	.133	.002
5.1	.131	.002
6.0	.131	.002
6.1	.131	.002
7.0	.131	.002
7.1	.131	.002
8.0	.131	.002
8.1	.131	.002

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
k	.002	.000	.002	.002

ANOVA<sup>a</sup>

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	10.319	1	10.319
Residual	.131	94	.001
Uncorrected Total	10.450	95	
Corrected Total	5.532	94	

Dependent variable: MR

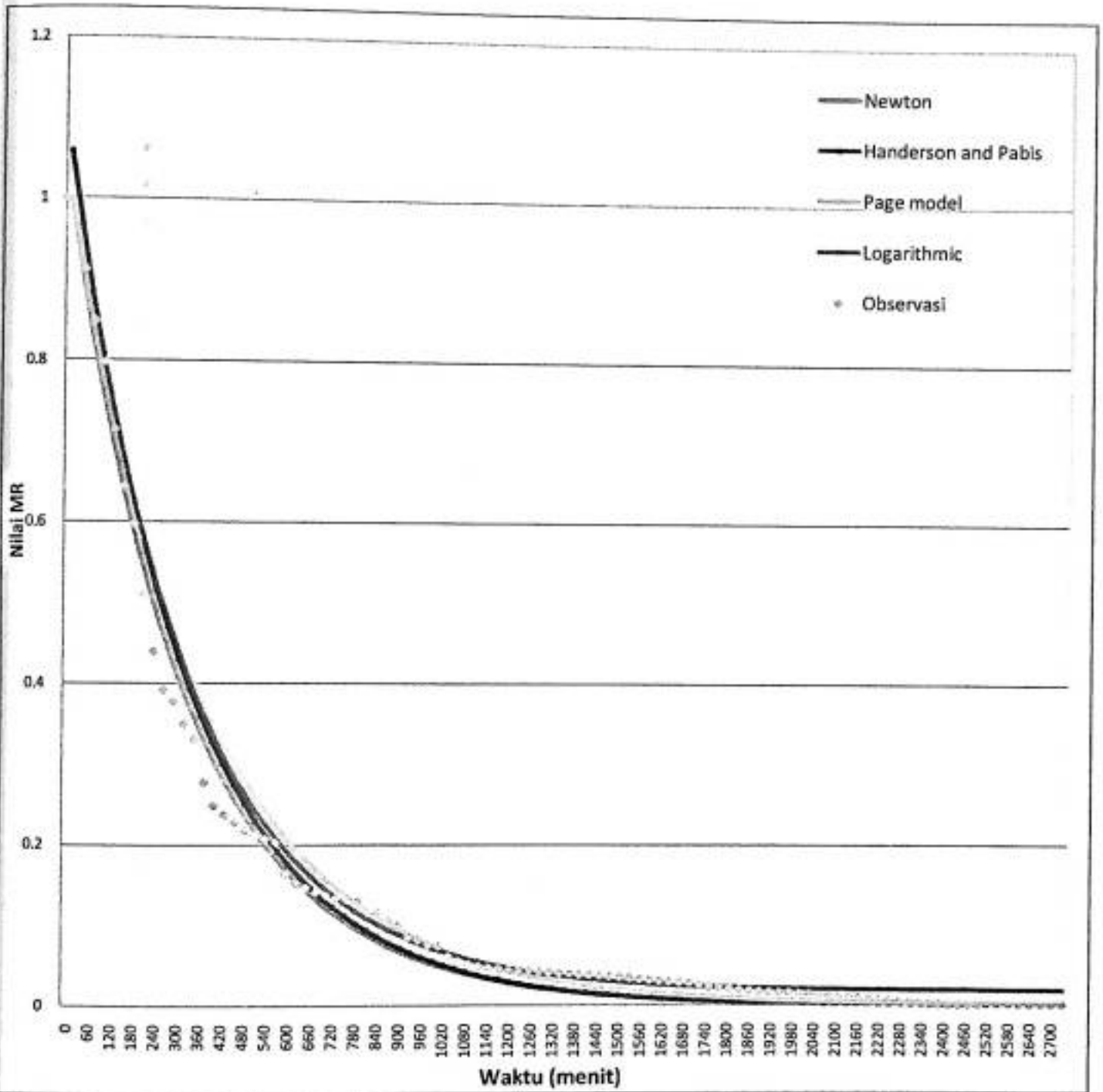
- a. R squared =  $1 - (\text{Residual Sum of Squares}) / (\text{Corrected Sum of Squares}) = .976$ .

Derivatives are calculated numerically.

- a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.
- b. Run stopped after 17 model evaluations and 8 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.00E-008$ .

Lampiran 6.

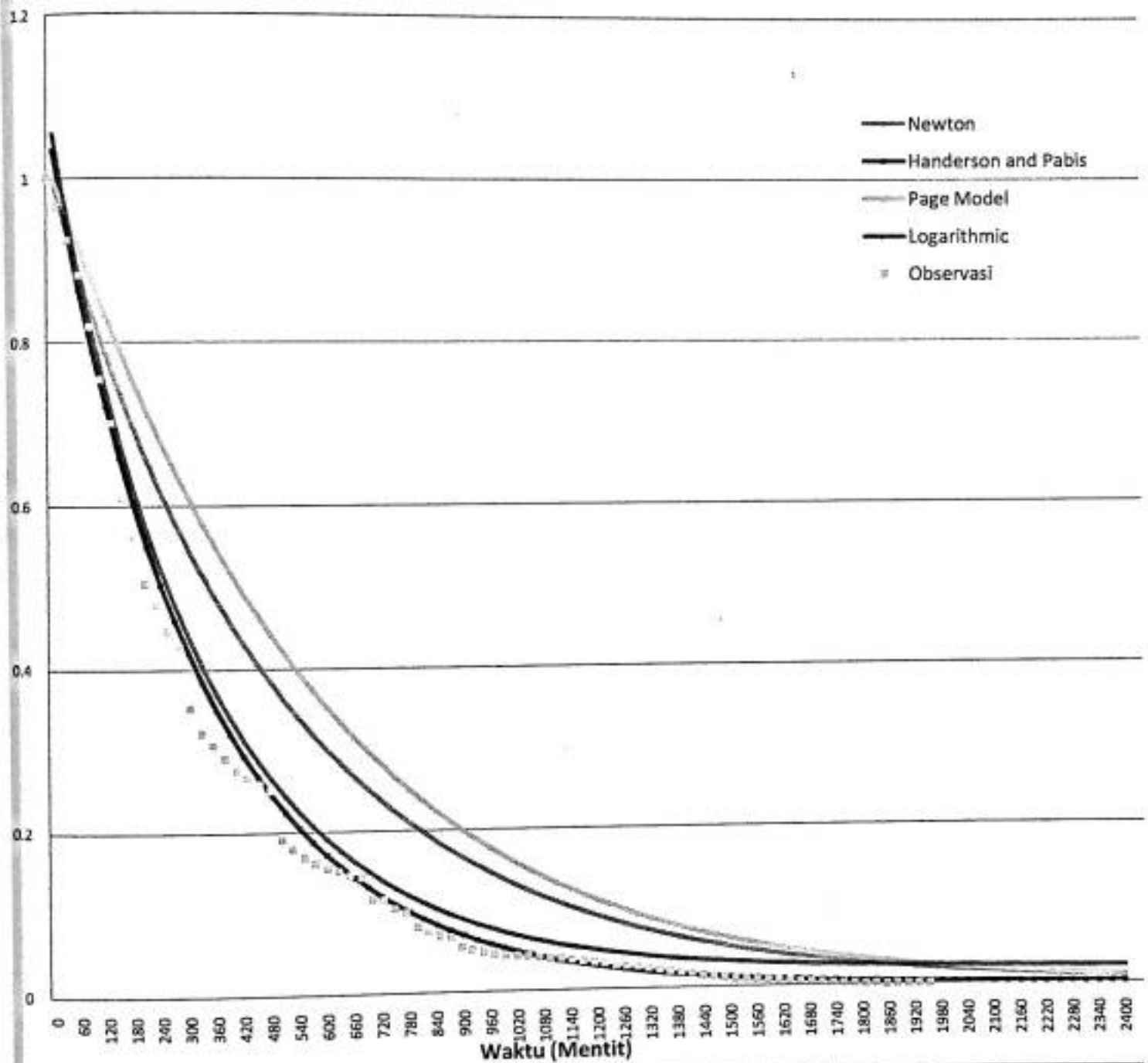
Grafik Hubungan MR observasi dengan MR Model persamaan pada penjemuran untuk klon Sulawesi 1





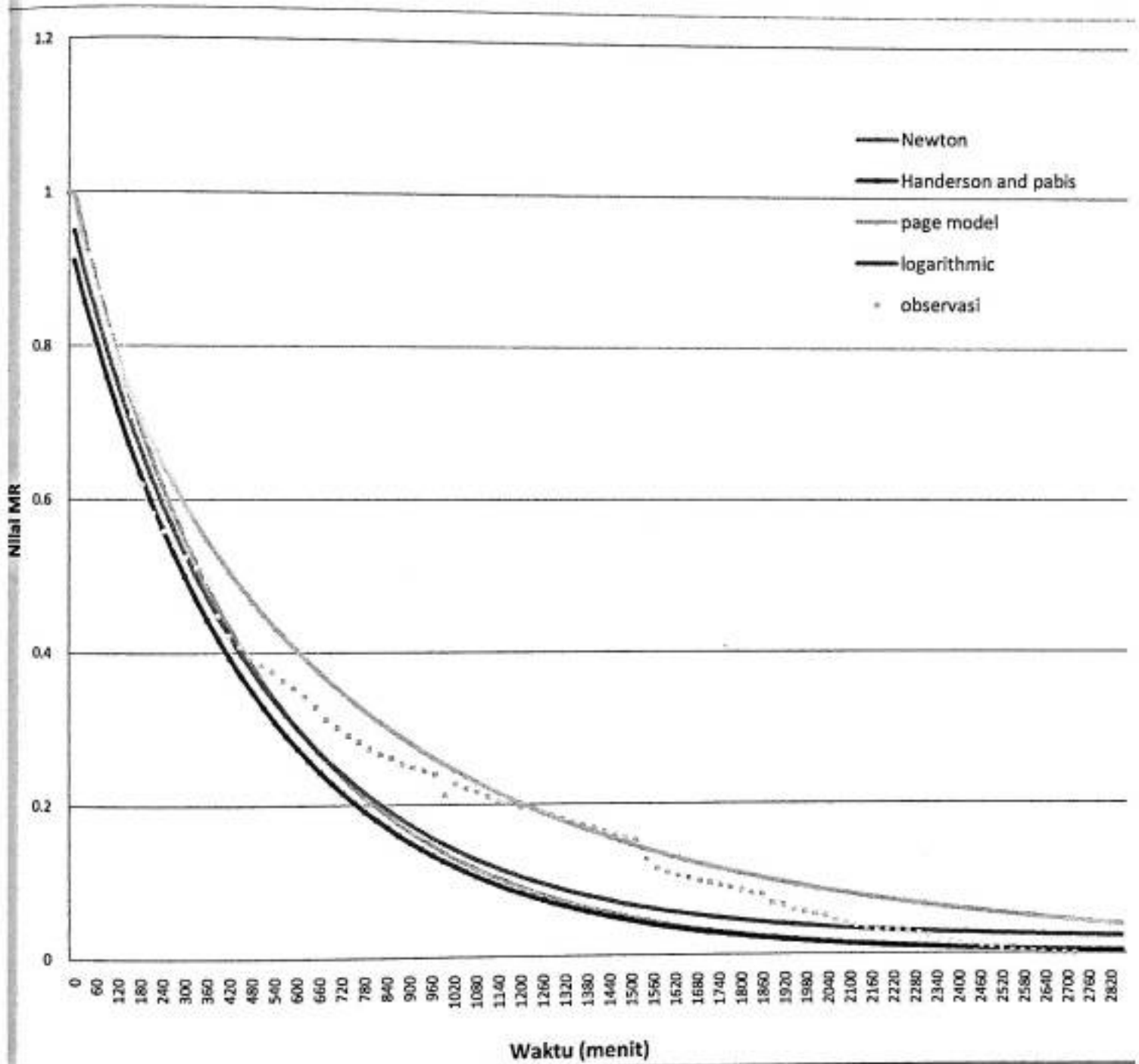
Lampiran 7.

Grafik Hubungan MR observasi dengan MR Model persamaan pada penjemuran untuk klon Sulawesi 2



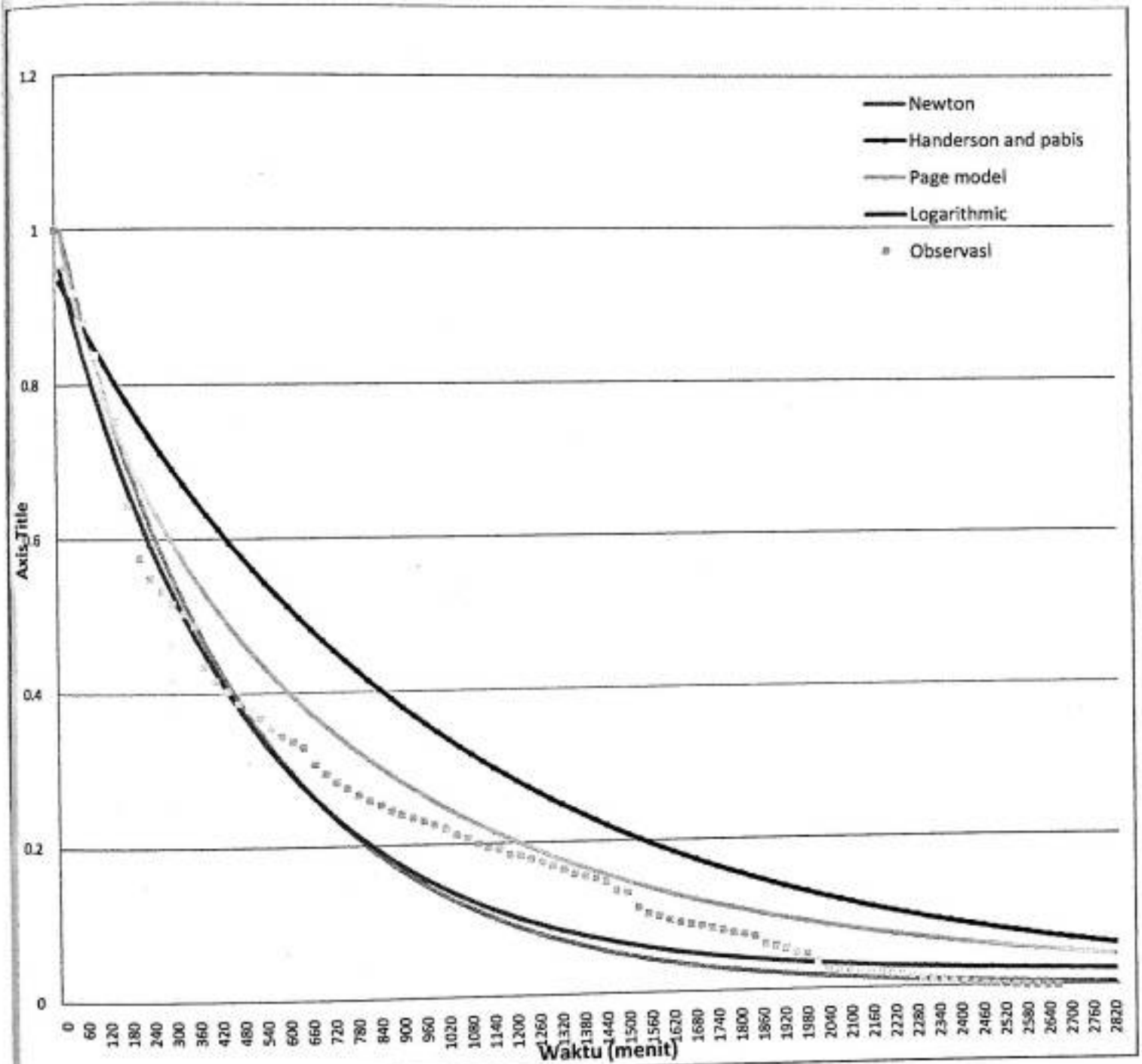
Lampiran 8.

Grafik Hubungan MR observasi dengan MR Model persamaan pada pengeringan mekanis untuk klon Sulawesi 2



Lampiran 9.

Grafik Hubungan MR observasi dengan MR Model persamaan pada pengeringan mekanis untuk klon Sulawesi 2



Lampiran 10.

Foto kegiatan selama penelitian

