



**KARAKTERISTIK PENGERINGAN RIMPANG JAHE (*Zingiber officinale Roxb*) MENGGUNAKAN METODE PENGERINGAN OVEN DENGAN PRA PROSES PERENDAMAN OSMOTIK**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Ayu Octyaningrum  
NIM 101710201042**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**KARAKTERISTIK PENGERINGAN RIMPANG JAHE (*Zingiber officinale Roxb*) MENGGUNAKAN METODE PENGERINGAN OVEN DENGAN PRA PROSES PERENDAMAN OSMOTIK**

**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 :

**Ayu Octyaningrum**

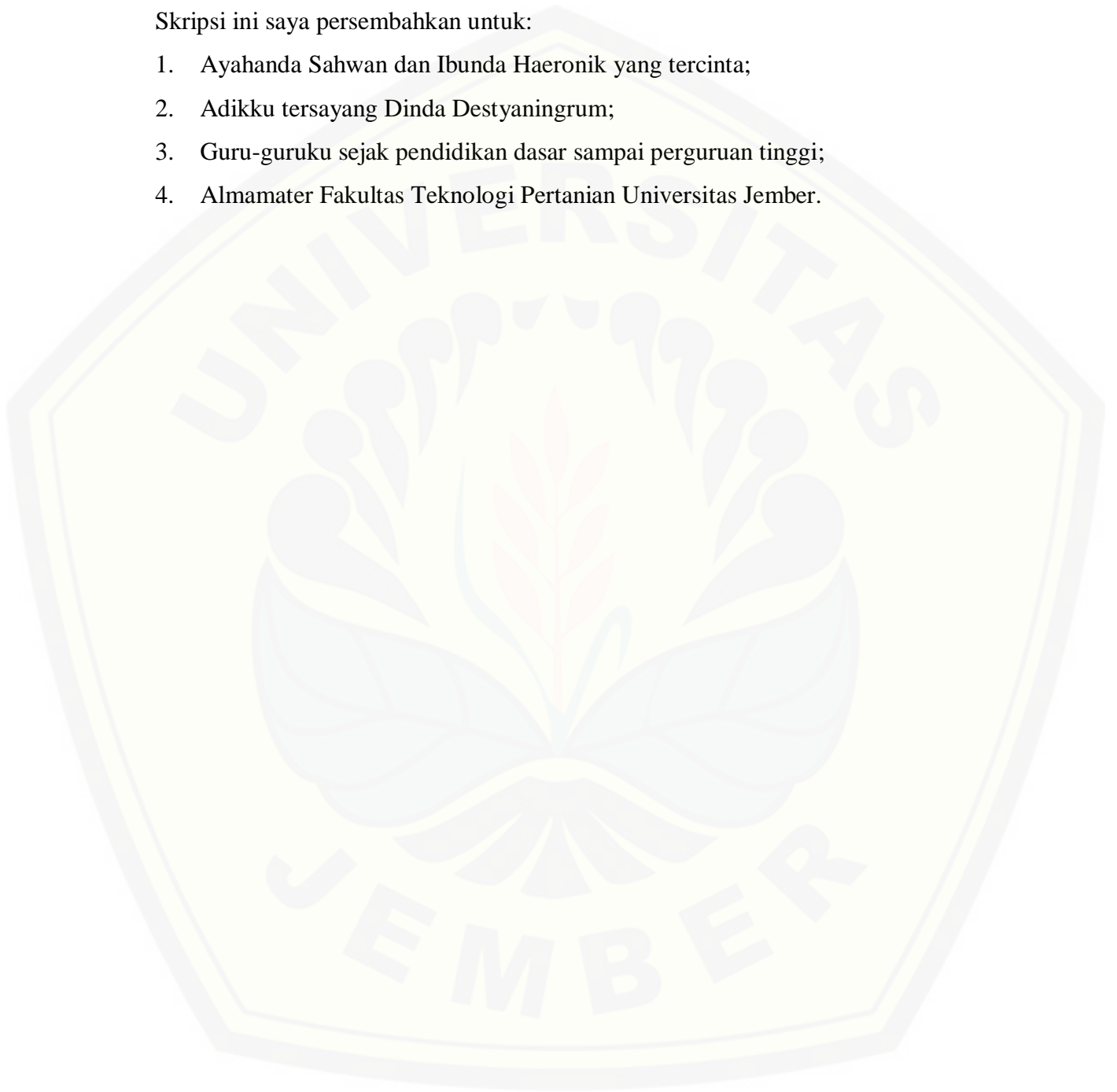
**NIM 101710201042**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Sahwan dan Ibunda Haeronik yang tercinta;
2. Adikku tersayang Dinda Destyaningrum;
3. Guru-guruku sejak pendidikan dasar sampai perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS: Ar-Ra'd Ayat: 11)

“Allah tidak hendak menyulitkan kamu, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu, supaya kamu bersyukur.”

(QS. Al Maa'idah : 6)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Octyaningrum

NIM : 101710201042

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Karakteristik Pengeringan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale Roxb*) Menggunakan Metode Pengeringan Oven dengan Pra Proses Perendaman Osmotik”, adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi laporan ini 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, 09 Juli 2015  
Yang menyatakan,

Ayu Octyaningrum  
NIM 101710201042

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK PENDINGERIAN RIMPANG JAHE (*Zingiber officinale Roxb*) MENGGUNAKAN METODE PENDINGERIAN OVEN DENGAN PRA PROSES PERENDAMAN OSMOTIK**

Oleh

**Ayu Octyaningrum  
NIM 101710201042**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Sutarsi, S. TP., M. Sc.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.**

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Karakteristik Pengeringan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roxb) Menggunakan Metode Pengeringan Oven dengan Pra Proses Perendaman Osmotik” karya Ayu Octyaningrum NIM 101710201042 telah diuji dan disahkan pada:

hari : Kamis

tanggal : 09 Juli 2015

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Ir. Setiyo Harri, M.S.  
NIP. 195309241983031001

Ir. Yhulia Praptiningsih S., M.S.  
NIP. 195306261980022001

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.  
NIP. 196912121998021001

## SUMMARY

**Drying Characteristic of Ginger Rhizomes (*Zingiber officinale Roxb*) using Oven Drying Methods with Pretreatment Osmotic Dehydration;** Ayu Octyaningrum, 101710201042; 2015: 76 pages; Department of Agricultural Engineering Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Ginger is an Indonesian agricultural commodities are constantly being developed in its processing. One of them is the drying oven with the pre-treatment of osmotic dehydration. Osmotic dehydration is done to reduce the water content of ginger before drying oven. Osmotic dehydration is a non-thermal drying so that the heat is used for drying ovens can be minimized. The purpose of this research is to know the influence of dehydration osmotic against characteristic drying ginger form of the water level, the constant drying, the rate of drying and energy drying. Besides, in this research also modeling analysis was conducted according to predict the characteristics of drying rhizome ginger.

This research is done at May 2014 until September 2014 in the laboratory engineering of agricultural products, the Faculty of Agricultural Technology, Jember University. Material used to research this is ginger, sugar, and aquades. Ginger used in this research obtained from one of traditional market located in jember and be elected ginger that had just come from the farmers. Then ginger this cleaned up and shelled. After shelled, this ginger sliced into a thin portion of with thick 0.5 cm in size and shaped a slice. This study using random design complete (RAL) with two factors. Factors 1 a long soaking osmotic solution is 5, 10, and 15 hours. Factors 2 were drying oven temperature namely 50°C, 65°C, and 80°C. Every treatment done twice repeated.

Technical based on the analysis that has been done, characteristic of drying ginger here shows the difference significant. After the soaking for five hours, 10 hours, and 15 hours the concentration of the average osmotic a solution of each of which becomes 59,3; 58,7; and 58,4°Brix. The results of the study also found a combination long soaking osmotic solution and temperature drying an oven significant against the water level material, the constant drying, the rate of drying, and energy drying. After the soaking osmotic solution, the water level ginger reduced from 85,880 %bb to 43,007 %bb on immersion 5 hours, 32,935 %bb on immersion 10 hours, and 30,474 %bb on immersion 15 hours. The constant drying treatment most are on high temperature 80°C. The rate of drying temperature drying 80°C higher than drying temperature 50°C and 65°C which reached 73,184 %bk/hours so quick need more time. Drying on energy without treatment of soaking 6528,434 kJ. The most appropriate model used to predict drying rhizomes ginger this is a model of the equation page. This model has an average value is  $R^2$  0,992 largest and smallest RMSE 0,024 value is.

Based on the correlation bivariat test undertaken soaking having long negative correlation against energy drying with significant 0.01. The correlation



long immersion against energy drying worth  $-0,835$ . This shows that the old soaking an increasingly large can cause energy drying low-growing. Drying temperature having positive correlation against the constant drying and the rate of drying with significant  $0.01$ . The correlation drying temperature against the constant drying worth  $0,897$  that mean temperature drying that the higher will increase the constant drying. The correlation drying temperature against the rate of drying worth  $0,896$  which also shows the higher the temperature drying, drying then the rate will increase.



## RINGKASAN

**Karakteristik Pengeringan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roxb) Menggunakan Metode Pengeringan Oven dengan Pra Proses Perendaman Osmotik;** Ayu Octyaningrum, 101710201042; 2015: 76 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Jahe merupakan komoditas pertanian Indonesia yang terus dikembangkan dalam pengolahannya. Salah satunya yaitu pengeringan oven dengan pra perlakuan dehidrasi osmotik. Dehidrasi osmotik dilakukan untuk mengurangi kadar air jahe sebelum pengeringan oven. Dehidrasi osmotik ini merupakan pengeringan non termal sehingga panas yang digunakan untuk proses pengeringan oven bisa diminimalkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dehidrasi osmotik terhadap karakteristik pengeringan jahe yang berupa kadar air, konstanta pengeringan, laju pengeringan dan energi pengeringan. Selain itu, dalam penelitian ini juga dilakukan analisis pemodelan yang sesuai untuk memprediksi karakteristik pengeringan rimpang jahe.

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Mei 2014 sampai September 2014 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jahe gajah, gula, dan aquades. Jahe yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari salah satu pasar tradisional di kawasan Jember dan dipilih jahe yang baru saja datang dari petani. Kemudian jahe ini dibersihkan dan dikupas. Setelah dikupas, jahe ini diiris menjadi bagian yang tipis dengan tebal 0,5 cm dan berbentuk *slice*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor I adalah lama perendaman larutan osmotik yaitu 5, 10, dan 15 jam. Faktor II adalah suhu pengeringan oven yaitu 50°C, 65°C, dan 80°C. Setiap perlakuan dilakukan 2 kali ulangan.

Berdasarkan analisis teknis yang telah dilakukan, karakteristik pengeringan jahe ini menunjukkan perbedaan yang signifikan. Setelah dilakukan

perendaman selama 5 jam, 10 jam, dan 15 jam konsentrasi rata-rata larutan osmotik masing-masing menjadi 59,3; 58,7; dan 58,4°Brix. Hasil penelitian juga menunjukkan kombinasi lama perendaman larutan osmotik dan suhu pengeringan oven berpengaruh signifikan terhadap kadar air bahan, konstanta pengeringan, laju pengeringan, dan energi pengeringan. Setelah dilakukan perendaman larutan osmotik, kadar air jahe berkurang dari 85,880%bb menjadi 43,007%bb pada perendaman 5 jam, 32,935%bb pada perendaman 10 jam, dan 30,474%bb pada perendaman 15 jam. Konstanta pengeringan paling tinggi terdapat pada perlakuan suhu 80°C. Laju pengeringan suhu pengeringan 80°C lebih tinggi dibandingkan suhu pengeringan 50°C dan 65°C yaitu mencapai 73,184% bk/jam sehingga membutuhkan waktu lebih cepat. Energi pengeringan pada perlakuan tanpa perendaman suhu pengeringan 50°C sebesar 6528,434 kJ. Model yang paling tepat digunakan untuk memprediksi pengeringan rimpang jahe ini adalah Model Persamaan Page. Model ini memiliki nilai  $R^2$  rata-rata terbesar yaitu 0,992 dan nilai RMSE terkecil yaitu 0,024.

Berdasarkan hasil uji korelasi bivariat yang dilakukan, lama perendaman memiliki korelasi negatif terhadap energi pengeringan dengan signifikan 0,01. Tingkat korelasi lama perendaman terhadap energi pengeringan sebesar -0,835. Hal ini menunjukkan bahwa lama perendaman yang semakin besar dapat menyebabkan energi pengeringan semakin rendah. Suhu pengeringan memiliki korelasi positif terhadap konstanta pengeringan dan laju pengeringan dengan signifikan 0,01. Tingkat korelasi suhu pengeringan terhadap konstanta pengeringan sebesar 0,897 yang berarti suhu pengeringan yang semakin tinggi akan meningkatkan konstanta pengeringan. Tingkat korelasi suhu pengeringan terhadap laju pengeringan sebesar 0,896 yang juga menunjukkan semakin tinggi suhu pengeringan, maka laju pengeringan akan semakin meningkat.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Pengeringan Rimpang Jahe (*Zingiber officinale Roxb*) Menggunakan Metode Pengeringan Oven dengan Pra Proses Perendaman Osmotik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Sutarsi, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan serta pengarahan demi kemajuan penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng., sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk penulisan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan dukungan perhatian dalam bentuk nasihat dan teguran yang sangat berarti serta saran selama kegiatan bimbingan akademik;
5. Dr. I.B. Suryaningrat, S.TP., M.M., sebagai Dosen Wali yang telah memberikan nasehat dan bimbingan akademik dalam penulisan skripsi ini;
6. Ayahanda Sahwan, Ibunda Haeronik, dan keluarga besar tercinta yang telah memberikan segala dukungan berupa material, motivasi, dan doa

yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik;

7. Mas Iyung yang telah mencurahkan seluruh semangat, doa dan dukungan serta motivasi untuk menyelesaikan karya tulis ini;
8. Sahabat-sahabat Niken, Ida, Novi, Eva, Prayogi, Fais, Denny, Ifan, Andri, Hendra, Rini, Sintya, Ari, Distya dan seluruh keluarga besar TEP 2010, terima kasih untuk dukungan, doa, motivasi, dan kebersamaan yang senantiasa diberikan;
9. Teman-teman Tekpeng 2010, Istiqomah, Kristin, Lenny, Aini, Farihatu, Lukman, Diangga, dan Ghofirus atas bantuan yang telah diberikan selama penelitian di laboratorium dan proses pembuatan naskah skripsi;
10. Teman-teman angkatan 2010 yang telah banyak memberi bantuan, kakak-kakak dan adik-adik angkatan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak berbagi pendapat dan pengalaman;
11. Teman-teman kost 76 Diyan, Ardiana, Ika, Cece, Retno, Via, Susi, Irma, Farida, Nurul (kost Jawa) yang telah memberikan dukungan, perhatian dan bantuan selama ini;
12. Seluruh teknisi Laboratorium baik Jurusan Teknik Pertanian maupun Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas kerjasamanya selama melaksanakan penelitian di Fakultas Teknologi Pertanian;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu terima kasih telah memberikan dukungan dan bantuan baik moril maupun materiil sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, setiap kritik dan saran yang berguna bagi penyempurnaan laporan ini akan penulis terima dengan hati terbuka dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Juli 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Penanganan Pasca Panen Rimpang Jahe</b> .....	5
2.1.1 Karakteristik Tanaman Jahe .....	5
2.1.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Jahe .....	6
<b>2.2 Teori Pengeringan</b> .....	7
2.2.1 Pengeringan Osmotik .....	8
2.2.1 Pengeringan Oven .....	10
<b>2.3 Kadar Air Bahan</b> .....	11

2.4 Laju Pengeringan.....	12
2.5 Energi Pengeringan.....	12
2.6 Pemodelan Proses Pengeringan.....	13
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	16
3.2.1 Bahan Penelitian .....	16
3.2.2 Alat Penelitian .....	16
3.3 Deskripsi Mesin Pengering .....	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Rancangan Penelitian .....	17
3.4.2 Parameter yang Diukur .....	18
3.4.3 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.6 Metode Analisis Data .....	21
3.6.1 Analisis Teknis.....	21
3.6.2 Analisis Data.....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Perlakuan Dehidrasi Osmotik pada Pengeringan Oven Rimpang Jahe .....	28
4.2 Pengeringan Rimpang Jahe Menggunakan Oven .....	30
4.3 Pengaruh Dehidrasi Osmotik terhadap Karakteristik Pengeringan Rimpang Jahe dengan Oven .....	34
4.3.1 Konstanta Pengeringan .....	35
4.3.2 Laju Pengeringan .....	42
4.3.3 Energi Pengeringan .....	46
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Model empiris pengeringan lapis tipis .....	14
3.1 Variabel dan parameter penelitian studi pengeringan jahe.....	19
4.1 Korelasi variabel pengamatan dengan parameter respon selama dehidrasi osmotik .....	29
4.2 Kadar air setelah dehidrasi osmotik (%bb) .....	30
4.3 Korelasi variabel pengamatan dengan parameter respon .....	34
4.4 Konstanta pengeringan, dan nilai koefisien determinasi $R^2$ pada berbagai perlakuan pengeringan .....	35



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Proses osmosis liquid .....	9
3.1 Oven tipe memmert .....	16
3.2 Diagram alir penelitian .....	16
4.1 Pengaruh lama perendaman terhadap konsentasi larutan osmotik .....	29
4.2 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 5 jam.....	31
4.3 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 10 jam.....	31
4.4 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 15 jam.....	32
4.5 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada kontrol....	32
4.6 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 50°C .....	37
4.7 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 65°C .....	37
4.8 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 80°C .....	37
4.9 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 50°C .....	38
4.10 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 65°C .....	38
4.11 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 80°C .....	38
4.12 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 50°C .....	39

4.13 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 65°C .....	39
4.14 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 80°C .....	39
4.15 Uji validitas model pada kontrol.....	40
4.16 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 5 jam .....	41
4.17 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 10 jam .....	41
4.18 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 15 jam .....	42
4.19 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 5 jam.....	43
4.20 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 10 jam.....	43
4.21 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 15 jam.....	44
4.22 Hubungan lama pengeringan dengan laju pengeringan pada kontrol..	44
4.23 Energi pengeringan dari perbedaan lama perendaman larutan osmotik	46

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Kadar air bahan .....	52
B. Data nilai ( $\ln T$ ) dan $\ln (-\ln MR)$ untuk menentukan koefisien pengeringan dari berbagai perlakuan .....	58
C. Data hasil perhitungan laju pengeringan .....	63
D. Data hasil perhitungan energi pengeringan .....	65
E. Hasil uji korelasi variabel dengan parameter.....	75
F. Dokumentasi.....	76

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jahe (*Zingiber officinale Roxb*) merupakan salah satu jenis rempah-rempah yang berasal dari daerah Asia Tropik. Di kawasan Asia, tanaman jahe tersebar hampir di seluruh daerah tropika basah. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan dengan batang semu yang tumbuh tegak. Tingginya berkisar 0,3 – 0,75 meter dengan rimpang yang bisa bertahan lama di dalam tanah. Berdaun sempit memanjang menyerupai pita dengan panjang 15 cm – 23 cm, lebar lebih kurang 2,5 cm, tersusun teratur dua baris berseling (Rukmana, 2000 : 13).

Jahe mengandung komponen minyak menguap (*volatile oil*), minyak tak menguap (*non volatile oil*), dan pati. Minyak menguap yang biasa disebut minyak atsiri merupakan komponen pemberi bau yang khas, sedangkan minyak tak menguap yang biasa disebut oleoresin merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit. Komponen yang terkandung di dalam jahe ini sangat banyak kegunaannya. Terutama sebagai rempah, industri farmasi dan obat tradisional, industri parfum, dan industri lainnya. Pemanfaatan jahe tersebut dapat dalam keadaan segar maupun jahe kering (Almasyhuri, 2012:123).

Bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan (nabati) merupakan bahan yang mudah rusak (*perishable*). Kerusakan ini terjadi karena kadar air yang berada dalam bahan makanan. Kadar air dalam bahan harus diturunkan sampai batas tertentu agar tidak terjadi kerusakan. Untuk memperpanjang umur simpan maka perlu adanya perlakuan terhadap bahan makanan. Salah satu cara untuk mengawetkan bahan makanan adalah dengan pengeringan.

Metode pengeringan yang sering dilakukan kebanyakan orang yaitu pengeringan secara langsung menggunakan energi matahari. Namun pengeringan ini sangat tidak efisien waktu dan tempat. Untuk mengantisipasi hal ini maka mulai digunakan pengeringan metode oven. Metode oven ini merupakan cara pengeringan yang masih sederhana dan membutuhkan waktu yang lebih cepat daripada pengeringan sinar matahari langsung. Pengeringan menggunakan oven

ini akan lebih cepat jika digunakan suhu yang tinggi. Menurut Paimin dan Murhananto (2000:87), penggunaan suhu tinggi akan memberikan dampak terhadap produk makanan yang dikeringkan. Selain itu, penggunaan suhu tinggi artinya membutuhkan lebih banyak energi dalam proses pengeringan tersebut. Untuk mengurangi kebutuhan energi saat pengeringan dengan suhu tinggi maka diperlukan metode pengeringan bersuhu rendah dan tetap optimal. Pengeringan menggunakan oven dengan suhu rendah akan membutuhkan waktu yang lama sehingga tidak efisien. Agar pengeringan oven tetap efisien waktu pada suhu rendah, maka harus dilakukan pengurangan kadar air terlebih dahulu pada bahan sebelum masuk ke oven. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar air bahan sebelum dikeringkan menggunakan oven yaitu dengan pengeringan dehidrasi osmotik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2006), pengeringan pisang dengan menggunakan oven yang diberi perlakuan pengeringan dehidrasi osmotik terlebih dahulu membutuhkan energi pengeringan yang lebih kecil dibandingkan dengan pengeringan tanpa perlakuan pengeringan dehidrasi osmotik.

Pengeringan dehidrasi osmotik dapat dilakukan dengan cara merendam bahan pangan di dalam larutan (garam, gula, atau larutan lain) dengan tingkat tekanan osmosis lebih tinggi daripada tingkat tekanan osmosis intraseluler bahan pangan tersebut. Akibatnya air dalam bahan akan berpindah dari tekanan osmosis yang rendah ke tekanan osmosis yang lebih tinggi dengan melintasi membran sel menuju larutan perendam (Sumarni, 2013:25)

Pengeringan dehidrasi osmotik ini digunakan sebagai pra-perlakuan untuk mengurangi kadar air bahan. Dengan berkurangnya kadar air bahan sebelum proses pengeringan menggunakan oven, maka energi yang dibutuhkan saat mengeringkan menggunakan oven akan lebih sedikit dan waktu pengeringan pun akan lebih cepat meskipun menggunakan suhu rendah. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian mengenai kajian karakteristik pengeringan rimpang jahe yang sudah di pra-perlakuan menggunakan dehidrasi osmotik yang kemudian dikeringkan dengan metode oven.

## 1.2 Rumusan Masalah

Jahe merupakan salah satu produk pertanian yang pemanfaatannya semakin banyak untuk bidang pengobatan. Jahe sebagai bahan pertanian dapat mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh kadar air yang tinggi. Pengeringan yang sesuai untuk menurunkan kadar air pada batas yang ditentukan untuk dilakukan penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut sangat diperlukan. Menurut Supriyanto dan Bambang (2012), pengeringan jahe dapat berjalan optimal dengan suhu 50°C menggunakan oven. Akan tetapi, pengeringan bahan pertanian menggunakan suhu rendah membutuhkan waktu yang relatif lama, sedangkan jika dengan suhu tinggi maka tekstur bahan akan menjadi rusak. Penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2006) mengenai pengaruh pra perlakuan dehidrasi osmotik untuk pengeringan oven pada pisang menunjukkan pengeringan optimal pada suhu tinggi tanpa merusak tekstur bahan dan energi pengeringan yang diperlukan selama proses pengeringan dapat diminimalkan dengan adanya perlakuan dehidrasi osmotik. Hal ini dapat dijadikan sebagai pedoman untuk mengoptimalkan pengeringan pada jahe. Berdasarkan parameter suhu pengeringan dan lama perendaman osmotik pada jahe, maka diperlukan penelitian tentang pengaruhnya terhadap karakteristik pengeringan yang dapat mengoptimalkan pengeringan jahe menggunakan oven.

## 1.3 Batasan Masalah

Pengukuran karakteristik pengeringan ini meliputi pengaruh lama perendaman pada larutan osmotik dan suhu pengeringan pada oven terhadap kadar air selama pengeringan, konstanta pengeringan, laju pengeringan, dan energi yang dibutuhkan untuk pengeringan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah mempelajari karakteristik pengeringan jahe dengan pra-perlakuan osmotik.

#### 1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. mengukur perubahan kadar air rimpang jahe setelah diberikan perlakuan awal secara osmotik;
- b. mengetahui pengaruh lama perendaman dan suhu udara pengering terhadap konstanta, laju, dan energi pengeringan
- c. mengetahui pemodelan yang sesuai untuk memprediksi karakteristik pengeringan rimpang jahe menggunakan oven dengan pra perlakuan osmotik

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. dapat menjadi sumber informasi tentang karakteristik pengeringan rimpang jahe menggunakan kombinasi metode osmotik dan oven,
2. memberikan alternatif pengolahan untuk meminimalkan energi proses pengeringan pada bahan makanan,
3. sebagai dasar penelitian lebih lanjut mengenai proses pengolahan rimpang jahe

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penanganan Pasca Panen Rimpang Jahe

#### 2.1.1 Karakteristik Tanaman Jahe

Rimpang merupakan batang yang tumbuh di dalam tanah dan membesar. Produk pertanian berupa rimpang antara lain jahe, lengkuas, kunir, temulawak, temuireng, kencur, ganyong, dan iles-iles. Bahan-bahan ini akan tumbuh subur jika kondisi lingkungan cukup lembab dan tersedia cukup air. Beberapa jenis rimpang seperti jahe dan sebangsanya, akan bertunas jika masa istirahat (dorman) sudah terlampaui. Sifat seperti ini dapat dimanfaatkan untuk menyimpan bahan tersebut sehingga jangka waktu penyimpanannya dapat lebih panjang (Purwanto, 1995 : 122).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil rempah-rempah dan obat-obatan tradisional. Dalam rangka untuk lebih memantapkan usaha peningkatan pendapatan taraf hidup petani dan meningkatkan devisa negara, rempah-rempah dan obat-obatan tradisional tersebut memiliki potensi yang besar untuk dibudidayakan. Salah satunya adalah tanaman jahe. Jahe merupakan tanaman yang berasal dari daerah Asia Tropika. Kedudukan tanaman jahe dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Kelas : *Monocotyledonae*  
Ordo : *Zingiberales*  
Famili : *Zingiberaceae*  
Genus : *Zingiber*  
Spesies : *Zingiber officinale Roxb.*

Rimpang jahe memiliki bentuk yang bervariasi, mulai dari yang berbentuk agak pipih sampai gemuk (bulat panjang), dengan warna putih kekuning-kuningan hingga kuning kemerah-merahan. Rimpang jahe mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri adalah minyak yang mudah menguap dan menimbulkan aroma yang



khas pada jahe. Minyak atsiri mengandung komponen utama yang berupa senyawa *zingiberen* ( $C_{12}H_{24}$ ) dan *zingiberol* ( $C_{12}H_{26}O_2$ ). Senyawa yang menyebabkan rimpang jahe berasa pedas dan agak pahit adalah *oleoresin* (*fixed oil*). Senyawa oleoresin yang terdapat dalam rimpang jahe adalah sebanyak 3% - 4%. Minyak atsiri dan oleoresin terdapat dalam semua jaringan rimpang, tetapi paling banyak terdapat di bawah jaringan epidermis. Oleh karena itu penanganan rimpang jahe, terutama saat pengupasan, harus dilakukan secara hati-hati, sehingga kulit yang terkelupas bisa setipis mungkin (Rukmana, 2000 : 9-14).

### 2.1.2. Pengolahan dan Pemanfaatan Jahe

Dalam proses pengolahan jahe, pengolahan bahan mentah menjadi bahan setengah jadi termasuk kandungan senyawa yang berperan dalam performansinya, harus tetap diperhatikan karena berkaitan dengan hasil akhir olahan. Setelah panen, rimpang harus segera dicuci dan dibersihkan dari tanah yang melekat. Pencucian disarankan menggunakan air yang bertekanan, atau dapat juga dengan merendam jahe dalam air, kemudian disikat secara hati-hati. Setelah pencucian jahe ditiriskan dan diangin-anginkan dalam ruangan yang berventilasi udara yang baik, sehingga air yang melekat akan teruapkan. Kemudian jahe dapat diolah menjadi berbagai produk atau langsung dikemas dalam karung plastik yang berongga dan siap untuk diekspor. Dari jahe dapat dibuat berbagai produk yang sangat bermanfaat dalam menunjang industri obat tradisional, farmasi, kosmetik dan makanan/minuman. Ragam bentuk hasil olahannya, antara lain berupa simplisia, oleoresin, minyak atsiri dan serbuk (Prasetyo, 2010:23).

Dalam hal pemanfaatannya, jahe segar dan jahe kering banyak digunakan sebagai bumbu masak atau pemberi aroma pada makanan kecil. Bahkan jahe muda dapat dimakan mentah sebagai lalap atau diolah menjadi jahe awet yang berupa jahe asin, jahe dalam sirup, atau jahe kristal. Jahe tua pun bisa diawetkan sebagai jahe kering dan jahe bubuk. Penggunaan jahe sebagai obat tradisional telah lama dilakukan orang. Jahe banyak digunakan dalam ramuan obat tradisional, yang berfungsi sebagai obat perangsang selaput lender besar, perangsang gerakan usus, pencernaan dan perut kembung, peluruh keringat,

rematik, sakit kepala, kerongkongan, mulas, batuk kering, sakit kulit, dan salesma lambung serbuk (Prasetyo, 2010:28).

## 2.2 Teori Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pengeluaran air dari suatu bahan pangan menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pangan dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktivitas serangga. Pengeringan diartikan juga sebagai proses pemisahan atau pengeluaran air dari suatu bahan yang jumlahnya relatif kecil dengan menggunakan panas. Metode pengawetan dengan pengeringan berdasarkan prinsip bahwa mikroba dan reaksi-reaksi kimia hanya terjadi jika air tersedia dalam jumlah cukup. Pengeringan telah banyak dilakukan dalam pengolahan hasil pertanian dan bahan pangan menggunakan energi matahari, pemanasan, pengangin-anginan, perbedaan tekanan uap, dan pengering beku (Effendi, 2009 : 13).

Kecepatan pengeringan dan kadar air dari produk akhir sangat penting dalam proses pengeringan, faktor-faktor utama yang memengaruhi kecepatan pengeringan bahan pangan adalah :

1. Sifat fisik dan kimia dari produk (bentuk, ukuran, komposisi, kadar air).
  2. Pengaturan geometris produk sehubungan dengan permukaan alat atau media perantara pindah panas (cara penumpukan bahan, frekuensi pembalikan dan lain-lain).
  3. Tipe alat pengering (efisiensi pemindahan panas).
  4. Kondisi lingkungan (suhu, kelembaban dan kecepatan aliran udara)
- (Wirakartakusumah dan Herminianto, 1989 : 34).

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengeringan adalah suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan.

### a. Proses perpindahan panas

Proses perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan suhu udara pengering dengan suhu bahan yang akan dikeringkan, dimana suhu udara

pengering lebih tinggi dari suhu bahan. Panas yang dialirkan melalui udara pengering akan meningkatkan suhu bahan, sehingga air dalam bahan berubah wujud menjadi uap air.

b. Proses perpindahan massa

Peningkatan suhu bahan karena proses perpindahan panas akan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi dari tekanan uap air pada udara pengering, sehingga terjadi perpindahan uap air bahan ke udara.

(Taufiq, 2004:19).

### 2.2.1 Pengeringan Osmotik

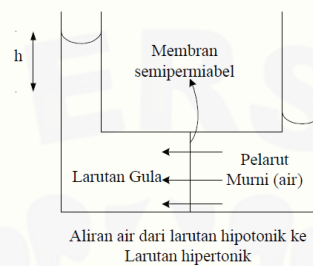
Pengeringan osmotik merupakan pengurangan sebagian kadar air bahan dengan merendam bahan pangan pada larutan hipertonik seperti larutan gula dan garam selama periode waktu tertentu. Cara pengeringan osmotik ini didasarkan atas proses osmosis yang dapat digunakan untuk memindahkan air dari larutan encer ke larutan yang pekat melalui lapisan yang bersifat semi-permeabel. Proses perpindahan ini berlangsung sampai terjadi kesetimbangan antara larutan dengan bahan pangan yang dikeringkan (Susanto dan Saneto, 1994:52).

Perlakuan osmotik telah banyak digunakan untuk pengawetan bahan makanan. Perlakuan osmotik sekarang ini tidak hanya sebagai metode pengawetan tetapi sebagai suatu pra-perlakuan untuk pengeringan atau pembekuan. Perlakuan osmotik pada bahan makanan sangat cocok untuk proses selanjutnya misalnya untuk pengeringan dengan udara panas dan pembekuan.

Pengeringan osmotik dengan larutan osmotik membutuhkan dua sampai tiga kali lebih sedikit energi dibandingkan dengan pengeringan secara konvensional, temperatur proses relatif rendah. Pengeringan osmotik melibatkan proses perendaman bahan makanan berkadar air tinggi ke dalam suatu larutan osmosis, pada umumnya larutan gula atau garam.

Osmosis merupakan suatu proses di mana suatu liquid dapat melewati suatu membran semi-permeabel secara langsung. Apabila terdapat dua larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut yang berbeda dipisahkan oleh suatu membran semi-permeabel, maka akan terjadi perpindahan air dari larutan

hipotonik (larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah) ke larutan hipertonik (larutan dengan konsentrasi zat lebih tinggi). Misalnya yang terjadi dalam kasus dua buah liquid yang dipisahkan dengan suatu membran semipermeabel seperti Gambar 2.1 dimana pada salah satu kaki berisi pelarut murni misalnya air sebagai larutan hipotonik dan satu kaki yang lainnya larutan gula sebagai larutan hipertonik.



Gambar 2.1. Proses osmosis liquid

Pori dalam membran semipermeabel terlalu kecil untuk dilewati oleh molekul zat terlarut misalnya gula, tetapi cukup besar untuk dilewati molekul air. Molekul air dari larutan maupun dari pelarut murni secara random dapat melewati membran semipermeabel. Akan tetapi, laju pergerakan molekul air dari air-larutan dengan laju pergerakan molekul air dari larutan-air ditentukan oleh besarnya entropi dan tekanan yang diaplikasikan ke salah satu kaki karena entropi larutan adalah lebih besar dibandingkan dengan entropi pelarut murni, maka secara spontan laju molekul air yang melewati air-larutan akan lebih cepat dibandingkan dengan laju molekul air dari larutan-air. Oleh sebab itu, bila kita membiarkan kedua larutan untuk selang waktu tertentu maka ketinggian permukaan larutan pada salah satu kaki akan mengalami kenaikan. Proses ini akan terus berlangsung sampai ketinggian “h” mencapai tinggi tertentu dimana pada ketinggian tersebut tekanan larutan memiliki tekanan yang dapat menyeimbangkan laju pergerakan molekul air dari larutan-air dan air-larutan. Tekanan inilah yang disebut sebagai tekanan osmosis (Jannah, 2011:17).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sumarni (2013) mengenai pengeringan osmotik pada wortel menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur dan konsentrasi larutan maka semakin besar pula tekanan osmotiknya, tekanan osmotik ini dapat mempengaruhi besarnya air yang keluar dari bahan. Tekanan

yang besar akan menyebabkan air yang keluar dari bahan semakin besar, dan dapat mempersingkat waktu proses pengeringan.

### 2.2.2 Pengeringan Oven

Pengeringan oven (*oven drying*) merupakan alternatif pengeringan matahari. Tetapi metode pengeringan ini membutuhkan sedikit biaya investasi. Pengeringan oven dapat melindungi pangan dari serangan serangga dan debu, dan tidak tergantung pada cuaca. Pengeringan oven tidak disarankan untuk pengeringan pangan karena energi yang digunakan kurang efisien daripada alat pengering lain, selain itu sulit mengontrol suhu rendah pada oven dan pangan yang dikeringkan dengan oven lebih rentan hangus. Keuntungan pengeringan oven yaitu tidak tergantung cuaca, kapasitas pengeringan dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas dan kondisi pengeringan dapat dikontrol (Setiawan, 2006:32).

Proses pengeringan yang terjadi pada oven yaitu panas yang diberikan pada bahan pangan dalam sebuah oven dapat melalui radiasi dari dinding oven, konveksi dan sirkulasi udara panas, dan melalui konduksi melalui wadah tempat bahan pangan diletakkan. Udara, gas lain, dan uap air akan menguap akibat transfer panas secara konveksi, dan panas diubah menjadi panas konduksi pada permukaan bahan dan dinding oven. Rendahnya kelembaban udara dalam oven menciptakan gradien tekanan uap yang menyebabkan perpindahan air dari bagian dalam bahan menuju permukaan bahan, perluasan hilangnya air bahan ditentukan oleh sifat alami bahan dan laju pemanasan dan perpindahan air pada saat pengeringan bahan dalam oven. Perubahan ini serupa dengan pengeringan dengan udara panas lainnya, semakin cepat pemanasan dan semakin tinggi suhu yang digunakan menyebabkan perubahan yang kompleks pada komponen permukaan bahan pangan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2006) mengenai pra-perlakuan osmotik terhadap pisang kepok pada pengeringan menggunakan oven menunjukkan bahwa energi pengeringan menggunakan oven akan lebih kecil jika perendaman bahan pada larutan osmotik lebih lama. Energi pengeringan yang

semakin kecil dengan lamanya perendaman disebabkan kadar air bahan pada perlakuan osmotik semakin kecil dengan lamanya perendaman.

### 2.3 Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Syarif dan Halid (1992:10), menyarankan agar kadar air dinyatakan dalam basis basah (*wet basis*) atau basis kering (*dry basis*). Kadar air basis basah adalah perbandingan antara bobot air dalam bahan terhadap bobot bahan. Sedangkan kadar air basis kering adalah perbandingan antara berat air bahan terhadap berat keringnya, yaitu berat bahan dikurangi berat airnya. Berat bahan kering mutlak merupakan berat bahan setelah dikeringkan dalam waktu tertentu sehingga berat bahan menjadi konstan.

Perhitungan kadar air secara basis basah (*wet basis*) dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$M_{bb} = \frac{W_a}{W_b} \times 100\%$$

dimana:  $M_{bb}$  = kadar air bahan basis basah (% bb)

$W_a$  = berat air dalam bahan (kg)

$W_b$  = berat bahan awal (kg)

Untuk analisis bahan, biasanya kadar air bahan ditentukan berdasarkan sistem basis kering. Ini disebabkan karena perhitungan berdasarkan basis basah mempunyai kelemahan yaitu berat basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat. Jika berdasarkan berat kering bahan hal ini tidak akan terjadi karena berat kering bahan selalu tetap. Dalam perhitungan kadar air berdasarkan basis kering (*dry basis*) dapat diketahui berdasarkan persamaan:

$$M_{bk} = \frac{W_a}{W_k} \times 100\%$$

dimana:  $M_{bk}$  = kadar air bahan basis kering (% bk)

$W_a$  = berat air dalam bahan (kg)

$W_k$  = berat bahan kering mutlak (kg)

## 2.4 Laju Pengerinan

Laju pengerinan suatu bahan memiliki arti penting karena menggambarkan kecepatan pengerinan dalam bentuk grafik. Untuk mengetahui besar laju pengerinan diperlukan pengukuran banyak air yang diuapkan. Laju pengerinan merupakan salah satu syarat penting dalam pengamatan proses pengerinan suatu bahan (Martunis : 2012:8)

Laju pengerinan diperlukan untuk merencanakan waktu pengerinan dan untuk memperkirakan ukuran alat yang dipergunakan untuk pengerinan suatu bahan tertentu. Dalam kaitannya dengan ini perlu diketahui berapa lama diperlukan untuk mengeringkan suatu bahan dari suatu kandungan air yang lain dan bagaimana pula pengaruh kondisi udara pengerin terhadap waktu tersebut. Seperti halnya kandungan air, kesetimbangan, laju pengerinan suatu bahan juga tidak dapat diramalkan tetapi harus diamati dan ditentukan dengan percobaan (Effendi, 2009:30).

Dalam suatu proses pengerinan, laju pengerinan dibedakan menjadi dua tahap utama, yaitu laju pengerinan konstan dan laju pengerinan menurun. Laju pengerinan konstan terjadi pada lapisan air bebas yang terdapat pada permukaan bahan. Laju pengerinan ini terjadi sangat singkat selama proses pengerinan berlangsung, kecepatan penguapan air pada tahap ini dapat disamakan dengan kecepatan penguapan air bebas. Sedangkan laju pengerinan menurun terjadi setelah periode pengerinan konstan selesai. Pada tahap ini kecepatan aliran air bebas dari dalam bahan ke permukaan lebih kecil dari kecepatan pengambilan uap air maksimum dari bahan. Proses pengerinan dengan laju menurun sangat tergantung pada sifat-sifat alami bahan yang dikeringkan (Diswandi, 2010:4).

## 2.5 Energi Pengerinan

Untuk mengetahui energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe ada dua faktor yang harus diketahui yaitu kalor sensibel jahe dan kalor laten jahe. Kalor sensibel adalah kalor yang berguna untuk menaikkan temperatur jahe basah menjadi temperatur jahe pada proses pengerinan tanpa terjadi perubahan fasa.

Sedangkan kalor laten jahe adalah energi yang digunakan untuk mengubah air pada jahe menjadi uap (Wulandani dan Utari, 2013 :6).

## 2.6 Pemodelan Proses Pengeringan

Pemodelan proses pengeringan yang paling sederhana adalah model kinetika pengeringan untuk system pengeringan lapis tipis atau lebih dikenal dengan *thin layer drying*. Karakteristik-karakteristik pengeringan untuk sistem ini dapat dinyatakan dengan konstanta pengeringan. Pemodelan pengeringan yang lain yang lebih kompleks dan akurat adalah model pengeringan difusif dimana konsentrasi air dan temperatur terdistribusi setebal bahan yang dikeringkan (Istadi, dkk., 2002:11).

Karakteristik pengeringan dapat diinvestigasi dengan menggunakan model pengeringan yang efektif. Dalam hal ini, nilai *Moisture Ratio* (MR) memiliki peranan penting. Nilai MR secara eksperimental selama perlakuan pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan berikut :

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e}$$

MR merupakan moisture ratio (rasio kelembaban),  $M_t$  merupakan kadar air pada saat  $t$  (waktu selama pengeringan, menit),  $M_o$  merupakan kadar air awal bahan, dan  $M_e$  merupakan kadar air yang diperoleh setelah berat bahan konstan (Garavand, dkk., 2011:147).

Nilai MR (*Moisture Ratio*) juga dapat diprediksi dengan menggunakan model matematis yang bersifat empiris. Terdapat beberapa model empiris yang digunakan dalam pengeringan lapis tipis seperti terlihat pada Tabel 2.1 (Garavand, dkk., 2011:149).

Tabel 2.1 Model empiris pengeringan lapis tipis

Model	Persamaan Model
Newton	$MR_{pre} = \exp(-kt)$
Henderson-Pabis	$MR_{pre} = a \exp(-kt)$
Page	$MR_{pre} = \exp(-kt^n)$
Logarithmic	$MR_{pre} = a \exp(-kt) + c$
Wang and Singh	$MR_{pre} = 1 + at + bt^2$
Two-terms	$MR_{pre} = a \exp(-k_1t) + b \exp(-k_2t)$
Diffusion approach	$MR_{pre} = a \exp(-kt) + (1-a)\exp(-kbt)$
Modified Page	$MR_{pre} = \exp(-kt)^n$



### 1. Model Newton

Model Newton merupakan sebuah model matematika pengeringan lapisan tipis yang juga disebut Model Lewis. Lewis mendeskripsikan bahwa perpindahan air dari makanan dan bahan pangan dapat ditunjukkan dengan analogi aliran panas dari tubuh ketika tubuh direndam dalam cairan dingin. Model ini digunakan terutama karena sederhana. Dianalogikan dengan hukum Newton tentang pendinginan dimana laju hilangnya uap air dari produk pertanian yang dikelilingi oleh udara pada suhu konstan (kesetimbangan termal). Model ini cenderung meningkat pada tahap awal dan menurun pada tahap selanjutnya terkait pada kurva pengeringannya. Hukum Newton mengenai pemanasan atau pendinginan dapat merepresentasikan tingkat penurunan uap air selama proses pengeringan. Tingkat penurunan uap air dari produk yang dikelilingi oleh media udara pada suhu konstan dapat diketahui dengan memperhatikan perbedaan antara kelembaban produk dan kadar air kesetimbangan. Persamaan model ini adalah sebagai berikut :

$$MR_{Newton} = \text{Exp}(-k_1 t)$$

Dimana MR merupakan rasio kelembaban (moisture ratio) dari Model Newton, k ialah konstanta pengeringan dan t merupakan waktu pengeringan (jam) (Yadollahinia, dkk., 2008).

### 2. Model Page

Model Page merupakan model yang dimodifikasi dari Model Lewis. Page menyarankan model ini dengan tujuan untuk mengoreksi kekurangan-kekurangan dari Model Lewis. Model Page telah menghasilkan simulasi yang sesuai untuk menjelaskan pengeringan produk pertanian yang banyak dan juga lebih mudah digunakan dibandingkan dengan persamaan lainnya dimana perpindahan uap air secara difusi yang lebih sulit secara teoritis serta yang memerlukan waktu komputasi dalam proses pemasangan data.

$$MR_{Page} = \exp(-k.t^n)$$

Dimana MR Page merupakan rasio kelembaban (moisture ratio) dari Model Page, k merupakan konstanta pengeringan, n merupakan konstanta pengeringan, nilai n bervariasi tergantung pada materi yang digunakan x, dan t merupakan waktu

pengeringan (jam). Model Page dimodifikasi untuk menjelaskan proses pengeringan berbagai makanan dan produk pertanian. Model Page sangat cocok dan menghasilkan hasil perhitungan yang baik dalam memprediksi proses pengeringan seperti beras, sorgum, kedelai, kacang, kentang, jagung pipil, lobak, dan talas (Yadollahinia, dkk., 2008).

Pada dasarnya, kesesuaian antara hasil eksperimental dengan model empiris pengeringan lapisan tipis dapat dievaluasi dengan menggunakan dua parameter statistik, yaitu Koefisien korelasi ( $R^2$ ) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Model yang memiliki nilai  $R^2$  terbesar dan *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil menunjukkan model empiris yang paling sesuai untuk menggambarkan karakteristik pengeringan lapisan tipis suatu komoditi pertanian (Yadollahinia, dkk., 2008 :64).

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Mei 2014 sampai September 2014, di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

#### **3.2.1 Bahan**

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah jahe gajah, gula, dan aquades. Jahe yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari salah satu pasar tradisional di kawasan Jember dan dipilih jahe yang baru saja datang dari petani. Kemudian jahe ini dibersihkan dan dikupas. Setelah dikupas, jahe ini diiris menjadi bagian yang tipis dengan tebal 0,5 cm dan berbentuk *slice*.

#### **3.2.2 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven Memmert dengan tipe UNB 400, eksikator, waterbath, timbangan digital merk Ohaus Pioneer dengan akurasi 0,01 gram dan 0,001 gram, cawan, refractometer merk QC Master-2M, stopwatch, pisau stainless steel, gelas ukur, lengser alumunium, telenan, ember plastik, penjepit, pengaduk, mistar, termometer raksa, termokopel, dan jangka sorong.

### **3.3 Deskripsi Mesin Pengering**

Mesin pengering oven merupakan mesin pengering sederhana yang digunakan untuk pengeringan bahan pangan dengan menggunakan suhu tinggi agar lebih cepat kering. Mesin pengering ini dapat mengatur suhu udara di dalam ruang pengering. Gambar 3.1 merupakan gambar dari alat pengering oven yang akan digunakan untuk penelitian ini.



Gambar 3.1 Oven tipe memmert

Di dalam oven ini terdapat rak-rak tempat nampan alumunium diletakkan sebagai wadah bahan ketika mengalami proses pengeringan. Suhu proses pengeringan juga dapat diatur dengan menggunakan tombol yang telah tersedia pada mesin oven ini. Proses pengeringan yang terjadi pada oven yaitu panas yang diberikan pada bahan pangan dalam sebuah oven dapat melalui radiasi dari dinding dalam oven, konveksi dan sirkulasi udara panas, dan melalui konduksi melalui wadah tempat bahan pangan diletakkan. Semakin cepat pemanasan dan semakin tinggi suhu yang digunakan menyebabkan perubahan yang kompleks pada komponen permukaan bahan pangan.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Rancangan penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengeringan seperti laju pengeringan dan energi pengeringan jahe setelah dilakukan dua kali pengeringan dengan metode yang berbeda. Perlakuan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel dan parameter penelitian pengeringan jahe menggunakan metode kombinasi osmo-oven

Variabel Eksperimental (1)	Perlakuan (2)	Kode (3)	Parameter Respon (4)
Suhu pengeringan	50 <sup>0</sup> C	T1	- Kadar Air Bahan
	65 <sup>0</sup> C	T2	- Konstanta
	80 <sup>0</sup> C	T3	Pengeringan
Lama perendaman	5 jam	R1	- Laju Pengeringan
	10 jam	R2	- Energi Pengeringan
	15 jam	R3	

Kombinasi Perlakuan :

R1T1	R2T1	R3T1
R1T2	R2T2	R3T2
R1T3	R3T3	R3T3

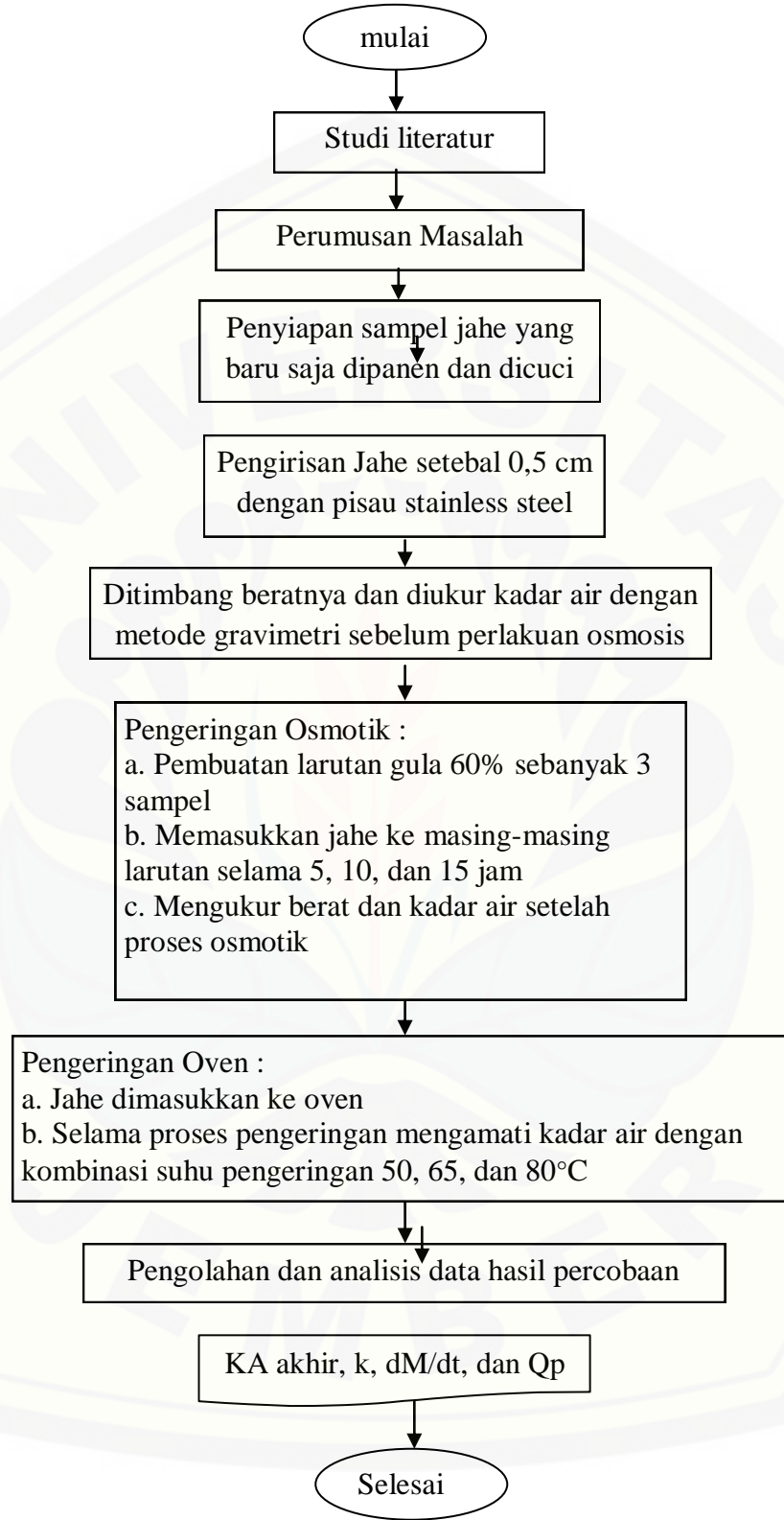
Kombinasi kedua faktor perlakuan ini diulang 2 kali dan masing-masing kombinasi perlakuan dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan pengeringan dehidrasi osmotik).

#### 3.4.2 Parameter yang diukur

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran beberapa parameter untuk memudahkan proses analisis dan perhitungan. Parameter yang diukur meliputi berat sampel awal sebelum pengeringan dehidrasi osmotik, berat sampel setelah pengeringan dehidrasi osmotik, waktu pengeringan dehidrasi osmotik, suhu dan RH pengeringan, dan perubahan berat selama proses pengeringan oven.

#### 3.4.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan data utama penelitian ini berdasarkan langkah-langkah berikut :

1. Menyiapkan bahan percobaan, yaitu: jahe dan larutan gula (larutan osmotik),
2. Mengukur konsentrasi larutan osmotik dengan *refractometer*. Larutan osmotik yang digunakan 60% (w/w). Cara membuat larutan osmotik 60% yaitu dengan mencampurkan 60 gram gula dan 40 gram air yang akan menghasilkan larutan gula yang berkonsentrasi 60%. Kemudian jika diukur menggunakan *refractometer* diperoleh konsentrasi 59,8°Brix, maka larutan gula tersebut sudah memiliki konsentrasi 60%. Menurut Aji, dkk (2013:5), derajat brix menunjukkan perbandingan antara massa gula sukrosa terlarut dalam suatu larutan.
3. Mengupas jahe dengan pisau *stainless steel* dan mengiris jahe dengan tebal 0,5 cm,
4. Menimbang tiap irisan jahe dan mengukur kadar air awal irisan jahe. Kadar air ditentukan berdasarkan metode oven,
5. Mengambil beberapa irisan jahe untuk direndam dalam larutan osmotik (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>) dan kontrol (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>),
6. Merendam irisan jahe ke dalam larutan osmotik selama 5 jam. Perbandingan larutan osmotik dengan irisan jahe adalah 20:1 (w/w),
7. Membersihkan irisan jahe hasil perendaman dari larutan gula,
8. Mengukur berat irisan jahe, konsentrasi larutan osmotik setelah perendaman menggunakan *refractometer* dan kadar air irisan jahe. Kadar air irisan jahe (A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>) ditentukan berdasarkan metode oven,
9. Menghidupkan oven dan mengkondisikan pada suhu 50°C,
10. Memasukkan irisan jahe ke dalam oven,
11. Mencatat waktu pengeringan dan mengukur berat bahan, suhu pengeringan, suhu lingkungan, suhu bahan, RH pengeringan dengan selang waktu:
  - a. 10 menit untuk 1 jam pertama,
  - b. 20 menit untuk 1 jam berikutnya,

- c. 30 menit untuk 1 jam berikutnya
- d. 60 menit untuk 2 jam berikutnya, dan selanjutnya diukur tiap 2 jam sampai beratnya menunjukkan kadar air 10% bb,

Pengukuran suhu pengeringan dilakukan dengan cara meletakkan thermometer raksa di dalam ruang pengering, sedangkan pengukuran suhu bahan dilakukan dengan cara menancapkan ujung termokopel yang dihubungkan dengan thermometer digital.

12. Mengulangi langkah (1-11) pada kombinasi perlakuan yang lain.

### 3.6 Metode Analisis Data

#### 3.6.1 Analisis Teknis

##### a. Kadar Air Awal Bahan

Penentuan kadar air awal jahe sebelum pengeringan dehidrasi osmotik dilakukan dengan metode *thermogravimetri/oven*. Tahap-tahap pengukuran kadar air adalah sebagai berikut:

- 1) Ditimbang wadah bahan kosong yang akan digunakan (a).
- 2) Ditimbang irisan jahe + wadah (b).
- 3) Dimasukkan bahan+wadah ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam;
- 4) Dikeluarkan bahan + wadah dari oven, masukkan dalam eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang beratnya (c). Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.1.

$$KA_{(%wb)} = \frac{(b - a) - (c - a)}{(b - a)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Setelah diketahui kadar air awal jahe, kemudian jahe dilakukan pengeringan non termal dengan metode pengeringan dehidrasi osmotik.



#### b. Kadar air setelah osmotik

Pengeringan jahe menggunakan metode dehidrasi osmotik ini merupakan perlakuan pendahuluan untuk menurunkan kadar air jahe sebelum pengeringan oven.

Tahap pengeringan dehidrasi osmotiknya adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan waterbath yang suhunya sudah dipertahankan yaitu 25°C.
- 2) Menyiapkan larutan osmotik pada 6 beaker glass dengan konsentrasi 60%,
- 3) Memasukkan irisan jahe ke dalam masing-masing larutan dan tutup rapat untuk menjaga kehilangan kelembapan
- 4) Meletakkan gelas beker pada waterbath agar suhunya terkontrol
- 5) Mencatat waktu proses osmotik selama 5 jam, 10 jam, dan 15 jam
- 6) Mengambil jahe pada masing-masing larutan untuk dilakukan pengukuran kadar air setelah proses pengeringan dehidrasi osmotik
- 7) Mencatat berat jahe dan kadar air yang diperoleh setelah dilakukan pengeringan dehidrasi osmotik
- 8) Mengambil jahe hasil osmotik untuk selanjutnya dikeringkan menggunakan oven.

#### c. Konstanta Pengeringan

Konstanta pengeringan sangat erat kaitannya dengan perubahan kadar air selama proses pengeringan. Secara umum, persamaan yang digunakan untuk menentukan perubahan kadar air selama proses pengeringan adalah Persamaan 3.2 berikut:

$$MR = \left[ \frac{M_t - M_o}{M_e - M_o} \right] \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

- MR = rasio kadar air (% b.k)  
 M<sub>t</sub> = kadar air pada saat t (% b.k)  
 M<sub>o</sub> = kadar air awal (% b.k)  
 M<sub>e</sub> = kadar air kesetimbangan (% b.k)

Pada penelitian ini digunakan dua model pengeringan yaitu model Newton dan model Page. Perubahan kadar air sesuai model Newton ditunjukkan oleh Persamaan 3.3 berikut:

$$MR = \left[ \frac{M_t - M_o}{M_e - M_o} \right] = \text{Exp}(-k_1.t) \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- MR = rasio kadar air (% b.k)
- Mt = kadar air pada saat t (% b.k)
- Mo = kadar air awal (% b.k)
- Me = kadar air kesetimbangan (% b.k)
- t = waktu perendaman (Jam)
- k<sub>1</sub> = konstanta

Jika Persamaan 3.3 dimodifikasi maka diperoleh bentuk linier berikut:

$$MR = \left[ \frac{M_t - M_o}{M_e - M_o} \right] = \text{Exp}(-k_1.t)$$

$$MR = \text{Exp}(-k_1.t)$$

$$\ln(MR) = -k_1.t$$

Dengan demikian, untuk mencari nilai k dapat dilakukan dengan melakukan *plotting* antara ln MR sebagai sumbu y dan t sebagai sumbu x, sehingga diperoleh nilai k<sub>1</sub> merupakan koefisien dari sumbu x.

Sedangkan untuk perbandingan, digunakan model Page sesuai Persamaan 3.4

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} = \text{exp}(-k.t^n) \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- MR : Rasio Kadar Air
- Mt : Kadar Air pada saat t
- Me : Kadar Air Kesetimbangan
- M<sub>0</sub> : Kadar Air Awal

Koefisien pengeringan  $k$  dan  $n$  diperoleh dari hasil regresi linier antara  $\ln(-\ln(MR))$  dan  $\ln t$ , sebagai berikut :

$$\ln(-\ln(MR)) = \ln k + n \ln t$$

#### d. Laju Pengeringan

Selanjutnya jahe hasil pengeringan osmotik dimasukkan ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan berbagai perlakuan suhu pengeringan. Tahapnya adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sampel jahe yang telah dilakukan pengeringan dengan metode dehidrasi osmotik
- 2) Memasukkan sampel bahan jahe hasil pengeringan dehidrasi osmotik ke dalam oven
- 3) Mengamati perubahan kadar air selama proses pengeringan dengan oven dengan kombinasi variabel suhu pengeringan 50°C, 65°C, dan 80°C dan lama perendaman larutan osmotik 5, 10, dan 15 jam
- 4) Selama selang waktu yang telah ditentukan, menimbang kembali berat jahe hasil pengeringan sampai menunjukkan berat jahe konstan dan menunjukkan kadar air 10%bb setelah dilakukan perhitungan.

Laju pengeringan merupakan kemampuan mesin pengering untuk mengurangi kadar air bahan dalam waktu tertentu. Menurut Taib, dkk. (1988), banyaknya uap air yang diuapkan dari bahan dapat diketahui dengan Persamaan 3.5.

$$E = \frac{100(KA_1 - KA_2)}{(100 - KA_1)(100 - KA_2)} \times W_{sp} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

- $E$  = uap air yang dikeluarkan dari bahan (kg)  
 $KA_1$  = kadar air awal (%bb)  
 $KA_2$  = kadar air akhir (%bb)  
 $W_{sp}$  = berat setelah pengeringan (kg)

Profil laju pengeringan selama pengeringan berlangsung ditentukan dengan Persamaan 3.6.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{Mt_1 - Mt_2}{\Delta t} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

$$\frac{dM}{dt} = \text{Laju pengeringan (\%bk/jam)}$$

$$Mt_1 = \text{Kadar air bahan saat waktu ke-}t_1$$

$$Mt_2 = \text{Kadar air bahan saat waktu ke-}t_2$$

$$\Delta t = \text{selisih } t_1 \text{ dan } t_2 \text{ (jam)}$$

e. Energi Pengeringan

Menurut Taib dkk. (1988), energi pengeringan merupakan penjumlahan dari panas sensibel dan panas penguapan/panas laten. Panas sensibel ( $Q_s$ ) adalah energi panas yang digunakan untuk memanaskan bahan, dapat dihitung dengan Persamaan 3.7

$$Q_s = Wb \times Cp \times \Delta T \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

$$Q_s = \text{panas sensibel (kJ)}$$

$$Wb = \text{berat bahan (kg)}$$

$$Cp = \text{panas jenis jahe (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T = \text{perubahan suhu bahan terhadap suhu ruang pengering (}^\circ\text{C)}$$

Kalor laten jahe adalah energi yang digunakan untuk mengubah air pada jahe menjadi uap. Kalor laten dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.8.

$$Q_L = E \times Hfg \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

$$Q_L = \text{Energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe (kJ)}$$

$$E = \text{Massa air yang diuapkan (kg)}$$

$$Hfg = \text{Panas laten jahe (kJ/kg)}$$

Panas jenis jahe diperoleh dari Persamaan 3.9 sebagai berikut :

$$Cp = 4.1868 (0.008 M + 0.20) \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

M = kadar air bahan (%bb)

Panas laten jahe diperoleh dari Persamaan 3.10 :

$$Hfg = 4,186 \times 10^3 (597 - 0,56(Tb)) \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

Tb = suhu bahan setelah pengeringan (°C)

(Olaoye,dkk., 2014:14)

Jadi besarnya energi yang dibutuhkan untuk memanaskan dan menguapkan air dalam jahe ( $Q_p$ ) adalah :  $Q_p = Q_s + Q_L \dots\dots\dots(3.11)$

### 3.6.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian pengeringan menggunakan metode dehidrasi osmotik dan oven ini adalah data primer hasil percobaan (data observasi). Data tersebut akan dianalisis menggunakan software Microsoft Excel 2007 dan menggunakan analisis grafis dan analisis statistik serta menggunakan software SPSS 16. Data yang diperoleh kemudian dimasukkan dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Data yang telah didapat dilakukan uji validitas untuk mengetahui tingkat kebenaran data yang diperoleh. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan kriteria *Coefficient of Determinasi* ( $R^2$ ) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Nilai  $R^2$  yang tinggi hingga mendekati angka 1 menunjukkan model yang digunakan semakin sesuai. Sedangkan RMSE menunjukkan deviasi antara data pengukuran dan hasil hitung. Semakin kecil nilai RMSE hingga mendekati nol, maka model yang digunakan semakin baik. Persamaan untuk kriteria  $R^2$  dan RMSE dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (MRobs_i - M Re st_i)^2}{\sum_{i=1}^N (MRobs_i - \overline{MRobs})^2}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{obs,i} - MR_{est,i})^2}{N}}$$

Dengan keterangan  $MR_{obs,i}$  adalah rasio kadar air percobaan ke- $i$ ,  $MR_{est,i}$  adalah rasio kadar air hitung ke- $i$ ,  $N$  adalah jumlah pengamatan, dan  $\overline{MR_{obs}}$  adalah nilai rata-rata rasio kadar air percobaan.



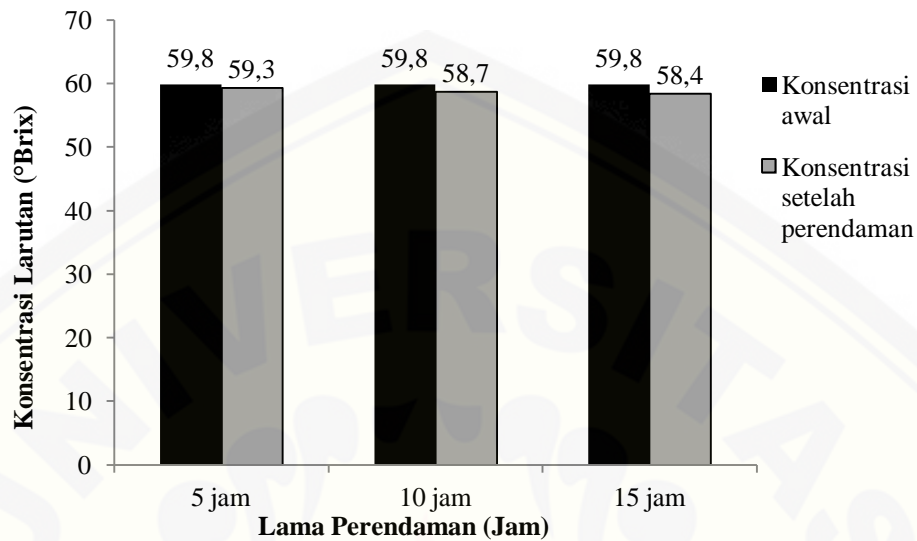
## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perlakuan Dehidrasi Osmotik pada Pengeringan Oven Rimpang Jahe

Pengeringan rimpang jahe pada umumnya memerlukan waktu yang lama untuk mencapai kadar air optimal sesuai dengan kadar air penyimpanan jahe kering yaitu sekitar 10%bb. Untuk itu perlu adanya pra-perlakuan dalam pengeringan jahe, salah satunya adalah pra-perlakuan osmotik. Pra-perlakuan osmotik pada jahe ini dilakukan dengan merendam irisan jahe dalam larutan gula 60%(w/w) sebelum proses pengeringan menggunakan oven. Perendaman irisan jahe dalam larutan gula ini dilakukan selama 5 jam, 10 jam, dan 15 jam. Proses perendaman irisan jahe dalam larutan gula ini bertujuan untuk mengeluarkan air pada bahan tanpa proses termal. Dengan tanpa adanya proses termal tersebut, maka pengurangan sejumlah air pada irisan jahe ini bisa menghemat energi dalam pengeringan. Air pada bahan dapat keluar karena adanya perbedaan konsentrasi antara cairan sel bahan dan larutan gula. Karena larutan gula memiliki konsentrasi yang lebih tinggi daripada cairan sel dalam bahan, maka air pada bahan akan keluar ke larutan gula.

Perlakuan perendaman dengan larutan osmotik pada pengeringan jahe ini digunakan sebagai *pretreatment*. Larutan yang digunakan untuk merendam irisan jahe ini memiliki konsentrasi awal 59,8°Brix. Selama proses perendaman berlangsung mengakibatkan air dalam jahe akan keluar. Hal ini menjadikan konsentrasi larutan osmotik akan mengalami perubahan. Setelah dilakukan perendaman selama 5, 10, dan 15 jam konsentrasi rata-rata larutan osmotik menjadi 59,3; 58,7; dan 58,4°Brix. Hal ini memiliki arti bahwa semakin lama perendaman akan menyebabkan konsentrasi larutan osmotik akan semakin menurun. Gambar 4.1 menunjukkan penurunan konsentrasi larutan osmotik selama proses perendaman. Semakin lama perendaman maka konsentrasi larutan osmotik akan semakin rendah. Dengan melihat penurunan rata-rata konsentrasi larutan osmotik yang tidak begitu jauh dari 59,8°Brix, maka larutan yang digunakan untuk perendaman ini bisa dikatakan konstan. Hal ini juga disebabkan

karena perbandingan antara berat jahe yang direndam dengan berat larutan perendaman yaitu 1 : 20.



Gambar 4.1 Pengaruh lama perendaman terhadap konsentasi larutan osmotik

Pengaruh lama perendaman larutan osmotik terhadap konsentrasi larutan tersebut juga dijelaskan pada Tabel 4.1. Berdasarkan hasil uji korelasi bivariat yang disajikan pada Tabel 4.1 diketahui bahwa lama perendaman memiliki korelasi negative terhadap konsentrasi larutan. Tingkat korelasi lama perendaman terhadap konsentrasi larutan yaitu sebesar  $-0,872$ . Hal ini menunjukkan bahwa durasi perendaman yang semakin lama dapat menyebabkan penurunan konsentrasi larutan.

Tabel 4.1 Korelasi variabel pengamatan dengan parameter respon selama dehidrasi osmotik

Parameter Respon	Variabel Pengamatan
	Lama Perendaman(jam)
Konsentrasi Larutan (%)	$-0,872^{**}$
Kadar Air (%bb)	$-0,931^{**}$

\* signifikan pada 0,05 ; \*\* signifikan pada 0,01 ; <sup>a</sup>kadar air setelah osmotik  
sumber: data primer diolah (2014)



Tabel 4.2 Kadar air bahan setelah dehidrasi osmotik (%bb)

<b>Lama perendaman</b>	<b>5 jam</b>	<b>10 jam</b>	<b>15 jam</b>	<b>Kontrol</b>
<b>KA (%bb)</b>	43,007	32,935	30,474	85,880
<b>% Penurunan</b>	42,872	52,944	55,406	0

Data penurunan kadar air bahan setelah proses perendaman larutan osmotik dapat dilihat pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman dapat menurunkan kadar air bahan, yaitu sebesar 42,872% pada lama perendaman 5 jam, sebesar 52,944% pada lama perendaman 10 jam, dan sebesar 55,406% pada lama perendaman 15 jam.

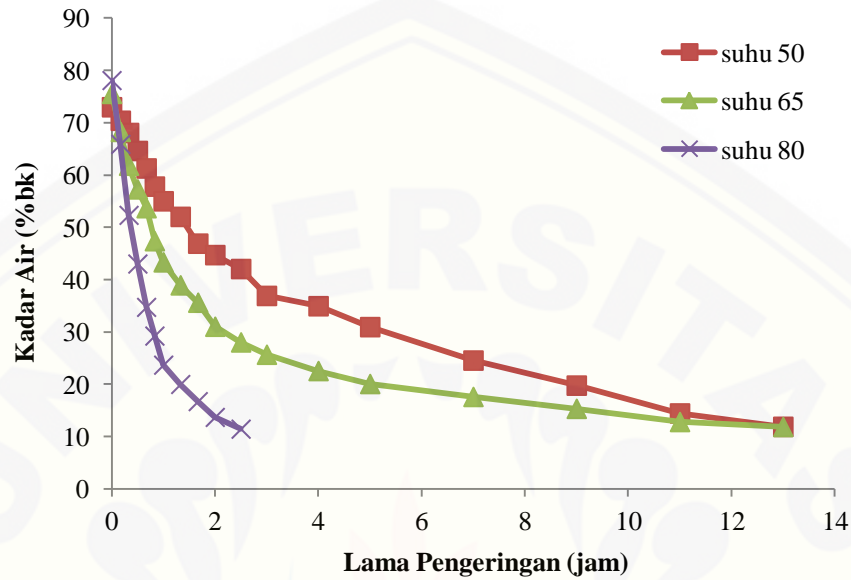
Lama perendaman bahan dalam larutan osmotik ini berpengaruh terhadap penurunan kadar air bahan. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan osmotik dengan bahan sehingga air yang terdapat didalam bahan akan keluar menuju larutan osmotik yang memiliki konsentrasi lebih tinggi. Pengaruh lama perendaman ini juga dijelaskan pada Tabel 4.1, yaitu lama perendaman memiliki pengaruh signifikan pada 0,01 terhadap kadar air awal bahan dengan tingkat korelasi -0,931 yang artinya lama perendaman yang semakin besar akan menurunkan kadar air bahan.

#### **4.2 Pengeringan Rimpang Jahe Menggunakan Oven**

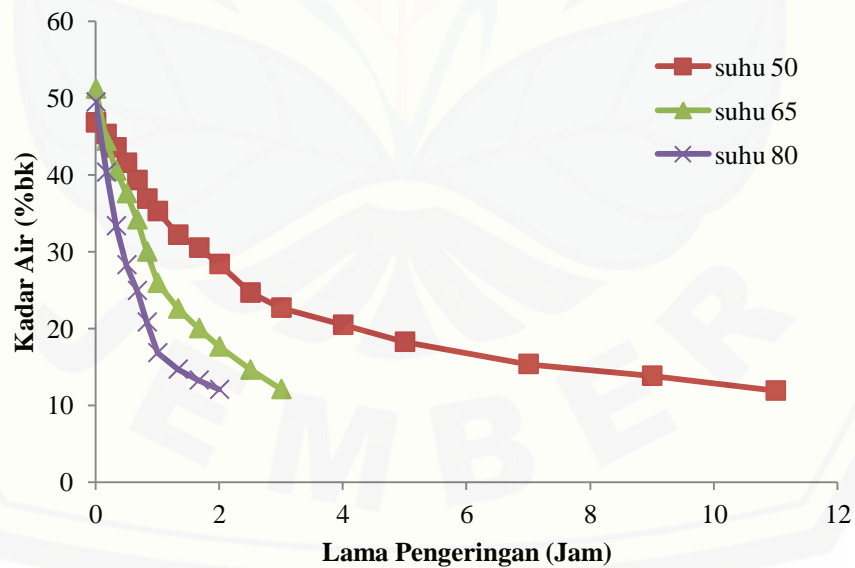
Hasil perendaman irisan jahe dalam larutan osmotik kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan perlakuan suhu 50, 65, dan 80°C. Sehingga terdapat variabel penelitian berupa suhu pengeringan dan lama perendaman yang akan ditinjau pengaruhnya terhadap parameter respon seperti kadar air bahan, konstanta pengeringan, laju pengeringan, dan energi pengeringan. Setelah itu hasil pengeringan oven dengan kombinasi perlakuan suhu pengeringan dan lama perendaman akan dibandingkan dengan kontrol. Kontrol merupakan perlakuan pengeringan irisan jahe tanpa perendaman larutan osmotik dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C sesuai pengeringan jahe pada umumnya.

Selama proses pengeringan menggunakan oven, terjadi perubahan kadar air yang fluktuatif pada bahan. Perubahan kadar air ini diperoleh dari perubahan

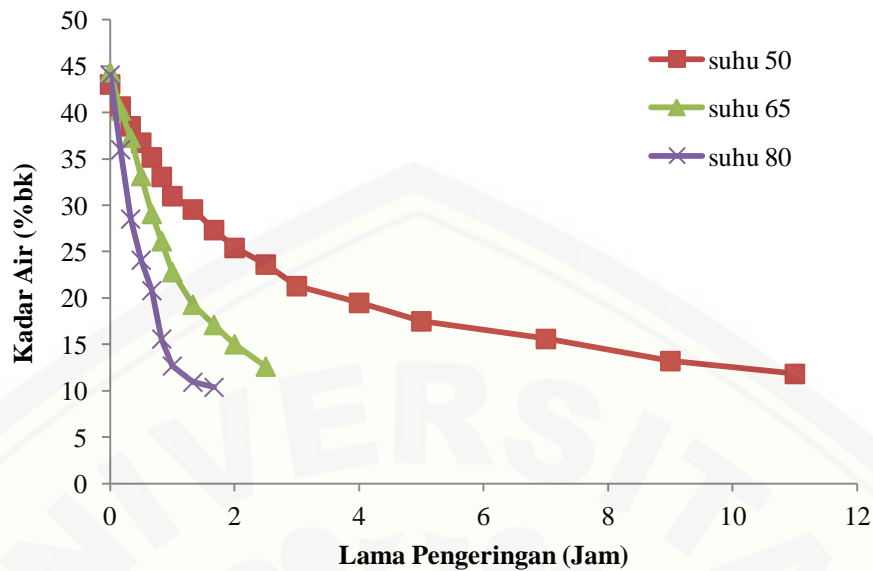
berat bahan setiap interval waktu yang sudah ditentukan. Perubahan kadar air bahan selama proses pengeringan ditunjukkan pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5.



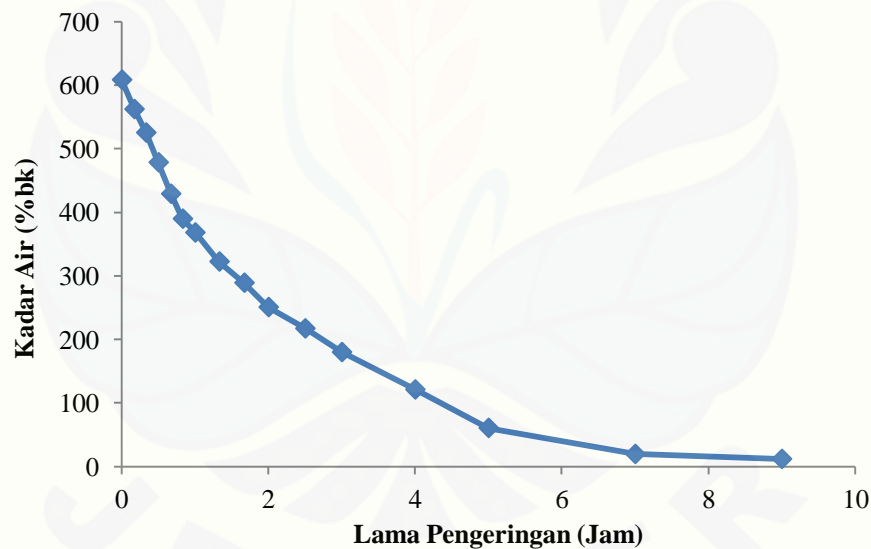
Gambar 4.2 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 5 jam



Gambar 4.3 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 10 jam



Gambar 4.4 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 15 jam



Gambar 4.5 Hubungan antara lama pengeringan dengan kadar air pada kontrol

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa kadar air bahan semakin menurun dalam setiap proses pengeringan seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan. Lama perendaman 5 jam dapat menurunkan kadar air bahan dari 608,261%bk menjadi 75,532%bk. Pada perlakuan lama perendaman 5 jam, kadar air yang lebih cepat mencapai keseimbangan adalah pada perlakuan suhu

pengeringan 80°C dibandingkan dengan suhu 50°C dan 65°C. Pengeringan dengan perlakuan suhu 50°C membutuhkan waktu pengeringan 13 jam, suhu 65°C membutuhkan waktu 13 jam, dan suhu 80°C membutuhkan waktu 2,5 jam untuk mencapai kadar air yang telah ditentukan.

Grafik pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa lama perendaman 10 jam dapat menurunkan kadar air bahan dari kadar air 608,261%bk menjadi 49,138 %bk. Perlakuan lama perendaman 10 jam dengan suhu pengeringan 50°C membutuhkan waktu pengeringan 11 jam, suhu 65°C membutuhkan waktu 3 jam, dan suhu 80°C membutuhkan waktu 2 jam untuk mencapai kadar air 10%bb. Sedangkan pengeringan hasil perendaman 15 jam ditunjukkan pada grafik Gambar 4.4. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa lama perendaman 15 jam dapat menurunkan kadar air dari 608,261%bk menjadi 43,838%bk. Perlakuan lama perendaman 15 jam dengan suhu pengeringan 50°C membutuhkan waktu pengeringan 11 jam, suhu 65°C membutuhkan waktu 2,5 jam, dan suhu 80°C membutuhkan waktu 1,67 jam untuk mencapai kadar air 10%bb.

Ketiga perlakuan perendaman dan suhu tersebut dibandingkan dengan pengeringan kontrol, yaitu pengeringan jahe tanpa perlakuan perendaman dengan suhu pengeringan 50°C. Seperti yang ditunjukkan pada Grafik 4.5, pengeringan kontrol ini membutuhkan waktu 9 jam untuk mencapai kadar air 10%bb. Kecepatan penurunan kadar air kontrol selama pengeringan menurun sangat cepat jika dibandingkan dengan bahan yang diberi perlakuan osmotik. Bahan yang direndam dalam larutan osmotik mengalami kecepatan penurunan yang lambat karena pada permukaan bahan terbentuk lapisan kristal gula sehingga menghambat pergerakan air dari dalam bahan ke udara pada saat proses pengeringan. Sedangkan pada kontrol tidak terbentuk lapisan kristal gula sehingga tidak ada yang menghambat pergerakan air dari dalam bahan ke udara pada saat pengeringan berlangsung. Bahan hasil perlakuan osmotik mengandung air bebas sedikit dan terikat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan), sedangkan kontrol masih memiliki lebih banyak air bebas dan air terikat sehingga pada saat proses pengeringan berlangsung, air pada bahan kontrol lebih banyak yang menguap ke udara jika dibandingkan dengan bahan hasil perlakuan osmotik.

Beberapa perlakuan pada pengeringan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, maka waktu yang digunakan untuk menyelesaikan proses pengeringan mencapai kadar air kesetimbangan akan berjalan lebih cepat. Menurut Taib dkk. (1988) laju penguapan air dalam proses pengeringan sangat ditentukan oleh suhu. Semakin tinggi suhu pengeringan maka energi panas yang masuk ke bahan akan semakin besar, sehingga penguapan air dari bahan ke lingkungan akan semakin besar pula. Waktu pengeringan yang berbeda untuk mencapai kadar air kesetimbangan ini terjadi karena semakin tinggi suhu udara pengering, maka kelembaban nisbi udara pengering akan semakin rendah. Perbedaan kelembaban nisbi udara pengering dengan kelembaban nisbi udara sekitar bahan menyebabkan perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan semakin besar, sehingga pergerakan air dalam bahan ke permukaan bahan dan dari permukaan bahan ke udara sekitar akan semakin cepat.

#### 4.3 Pengaruh dehidrasi osmotik terhadap karakteristik pengeringan rimpang jahe menggunakan oven

Perlakuan dehidrasi osmotik memiliki pengaruh terhadap karakteristik pengeringan oven rimpang jahe. Pengaruh tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Korelasi variabel pengamatan dengan parameter respon

Parameter Respon	Variabel Pengamatan	
	Lama Perendaman (jam)	Suhu Pengeringan (°C)
Konstanta Pengeringan (l/jam)	0,291	0,897**
Laju Pengeringan (%bk/jam)	-0,230	0,896**
Energi Pengeringan (kJ)	-0,835**	0,083

\* signifikan pada 0,05 ; \*\* signifikan pada 0,01 ; <sup>a</sup> kadar air setelah osmotik sumber: data primer diolah (2014)

Berdasarkan hasil uji korelasi bivariat yang disajikan pada Tabel 4.3 diketahui bahwa lama perendaman memiliki korelasi negatif terhadap energi pengeringan dengan signifikan 0,01. Tingkat korelasi lama perendaman terhadap energi pengeringan sebesar -0,835. Hal ini menunjukkan bahwa lama perendaman yang semakin besar dapat menyebabkan energi pengeringan semakin rendah.

Suhu pengeringan pada Tabel 4.3 menunjukkan korelasi positif terhadap konstanta pengeringan dan laju pengeringan dengan signifikan 0,01. Tingkat korelasi suhu pengeringan terhadap konstanta pengeringan sebesar 0,897 yang berarti suhu pengeringan yang semakin tinggi akan meningkatkan konstanta pengeringan. Tingkat korelasi suhu pengeringan terhadap laju pengeringan sebesar 0,896 yang juga menunjukkan semakin tinggi suhu pengeringan, maka laju pengeringan akan semakin meningkat.

#### 4.3.1 Konstanta Pengeringan

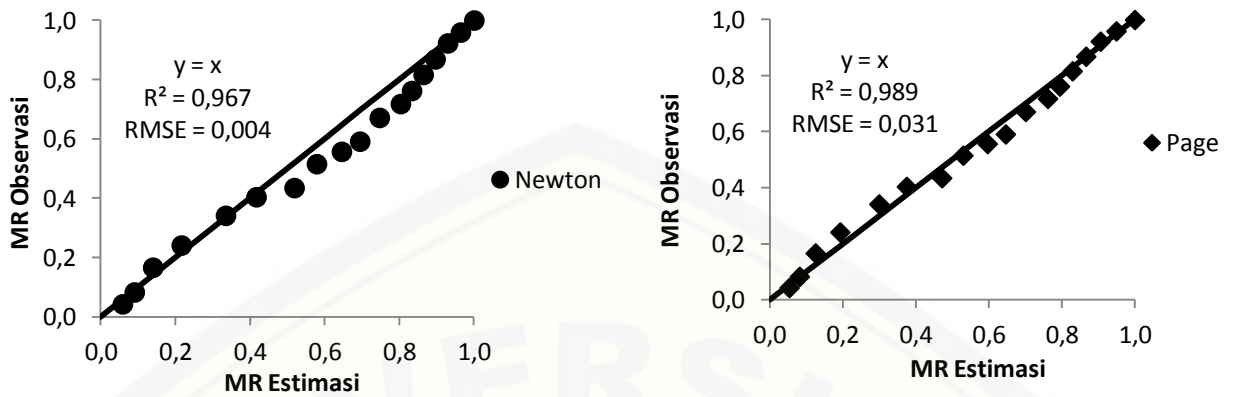
Pemodelan proses pengeringan yang paling sederhana adalah model kinetika pengeringan untuk pengeringan lapis tipis atau lebih dikenal dengan *thin layer drying*. Komponen pengeringan untuk sistem ini dapat dinyatakan dengan konstanta pengeringan. Pengeringan jahe pada penelitian ini menggunakan 2 model yaitu model persamaan Newton dan Page. Nilai konstanta pengeringan untuk kedua model tersebut berbeda cara mendapatkannya. Untuk model persamaan Newton, konstanta pengeringan diperoleh dengan membuat grafik hubungan antara  $\ln MR$  dan  $t$ . Sedangkan untuk model persamaan Page diperoleh dengan membuat grafik hubungan antara  $\ln(-\ln(MR))$  dengan  $\ln t$ . Nilai konstanta pengeringan pada masing - masing model pengeringan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Konstanta pengeringan, dan nilai koefisien determinasi  $R^2$  pada berbagai perlakuan pengeringan

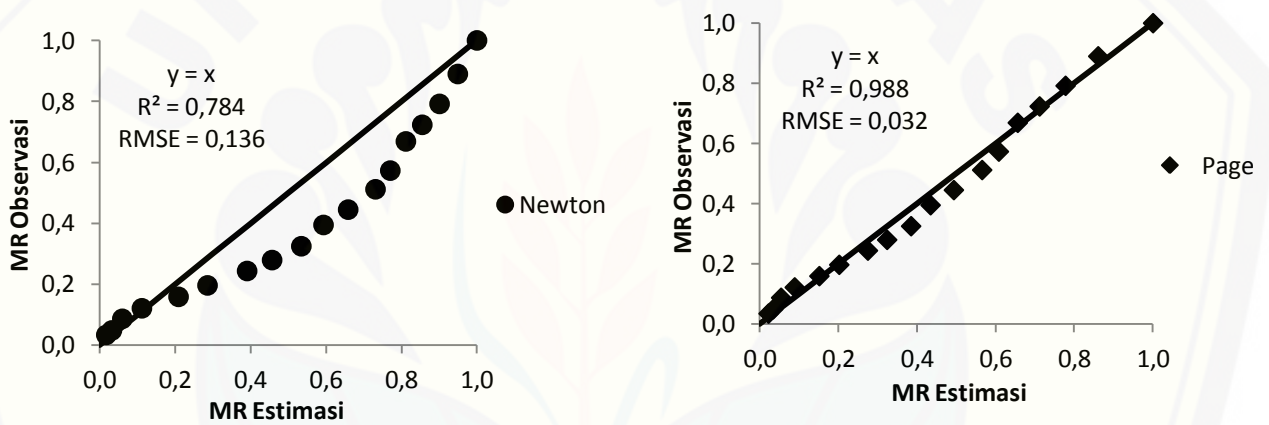
Perlakuan	Newton		Page		
	$k_1$	$R^2$	$k_2$	N	$R^2$
R1T1	0,219	0,976	0,272	0,924	0,984
R1T2	0,313	0,845	0,571	0,744	0,979
R1T3	1,190	0,975	1,249	0,986	0,987
R2T1	0,295	0,971	0,329	1,006	0,955
R2T2	0,671	0,984	0,716	0,881	0,992
R2T3	1,107	0,959	1,151	0,883	0,991
R3T1	0,295	0,959	0,401	0,859	0,994
R3T2	0,647	0,988	0,654	1,034	0,991
R3T3	1,500	0,986	1,508	1,034	0,992
KONTROL	0,489	0,977	0,475	0,984	0,992

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa konstanta pengeringan yang dihasilkan pada berbagai perlakuan suhu pengeringan dan lama perendaman memiliki nilai yang berbeda – beda. Nilai konstanta pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, maka nilai konstanta pengeringan akan semakin tinggi pula. Hal ini juga ditunjukkan pada korelasi Tabel 4.3, dengan tingkat korelasi sebesar 0,897 pada signifikan 0,01 yang berarti suhu pengeringan yang tinggi dapat menaikkan nilai konstanta pengeringan. Pada berbagai perlakuan suhu pengeringan dan lama perendaman tersebut, nilai konstanta yang lebih tinggi dari nilai konstanta kontrol adalah pada perlakuan suhu pengeringan 80°C dari berbagai perlakuan lama perendaman. Nilai konstanta pengeringan yang telah didapat pada model yang sesuai kemudian digunakan untuk menghitung MR estimasi pada setiap perlakuan.

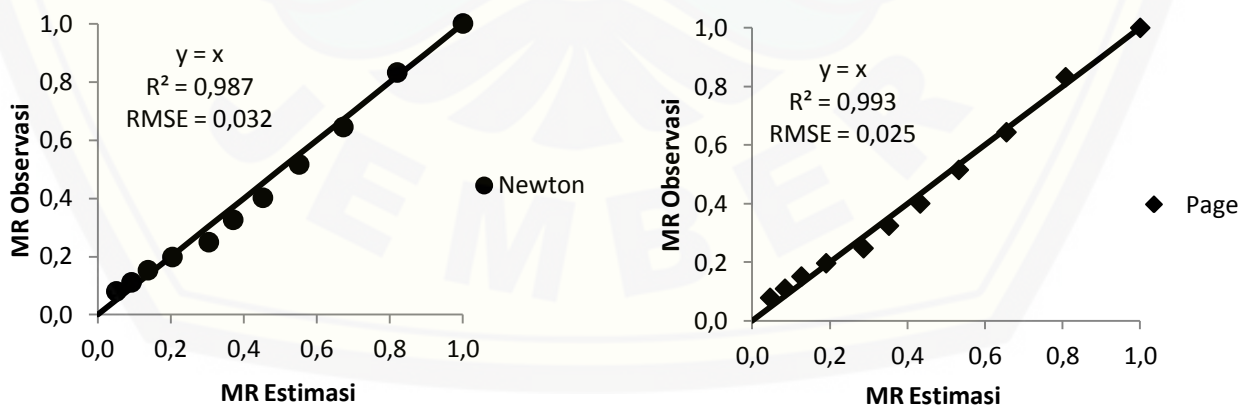
Dua model persamaan dalam pengeringan ini harus dilakukan uji validitas untuk mengetahui tingkat keakuratan model. Dengan mengetahui tingkat keakuratannya pada masing–masing model, maka dapat ditentukan model persamaan mana yang paling baik digunakan dan sesuai dengan karakteristik pengeringan jahe ini. Uji validitas menggunakan dua metode, yaitu secara grafik dan statistik. Uji validitas secara grafik dapat dilakukan dengan cara plotting hubungan antara MR observasi dengan MR estimasi kedua model. Sedangkan uji validitas secara statistik menggunakan perhitungan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) secara statistik. Hasil uji validitas model pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, dan 4.15.



Gambar 4.6 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 50°C

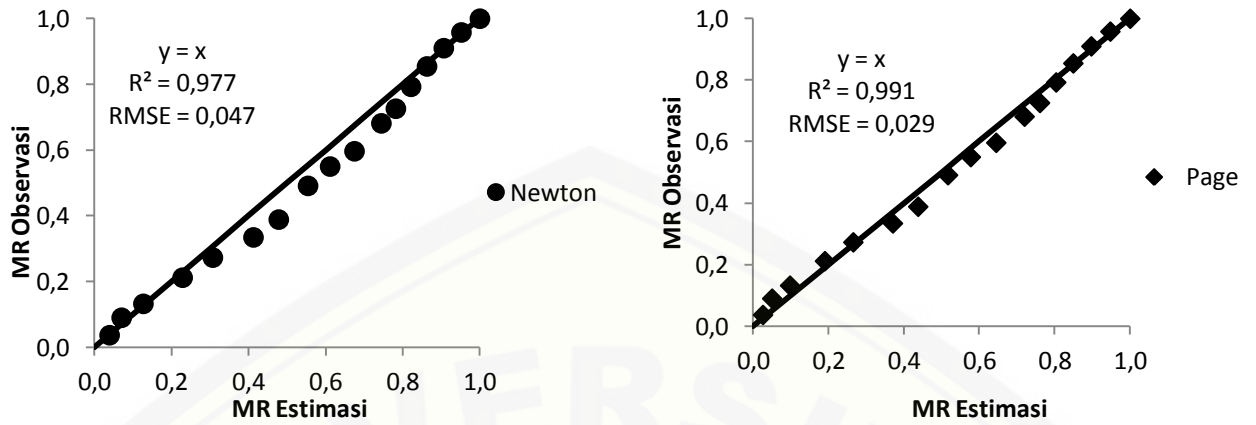


Gambar 4.7 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 65°C

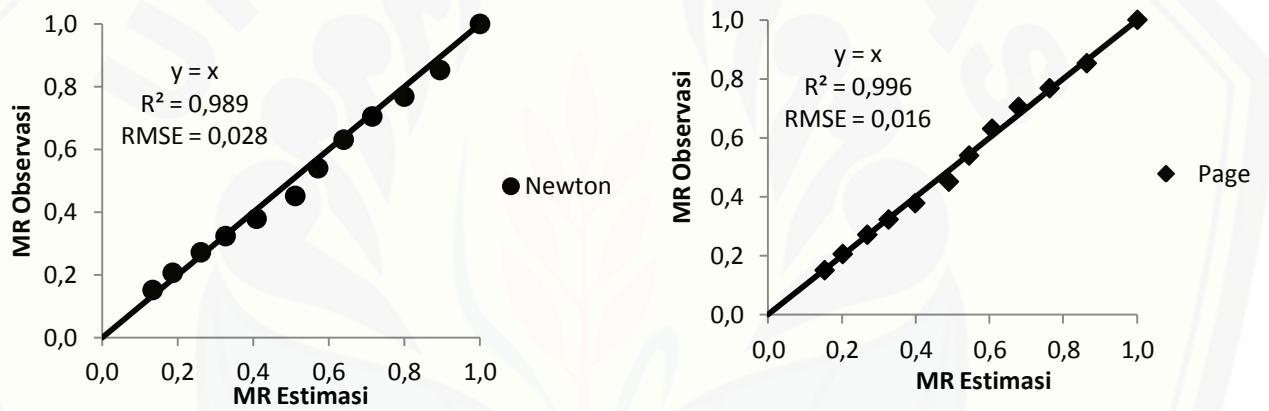


Gambar 4.8 Uji validitas model pada lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 80°C

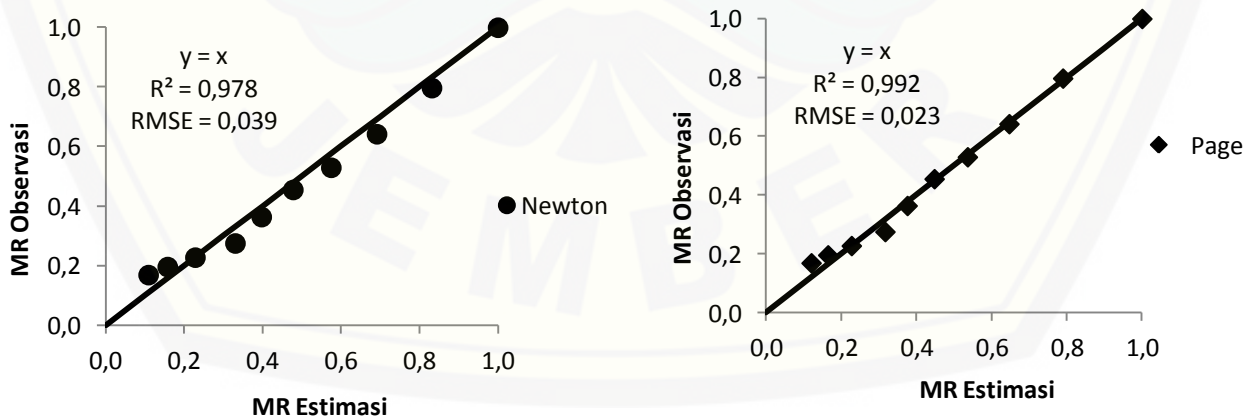




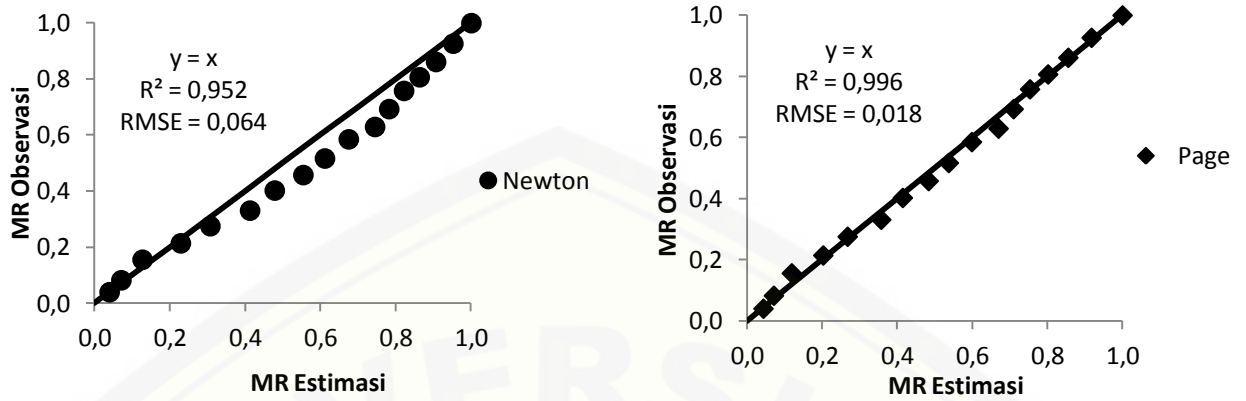
Gambar 4.9 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 50°C



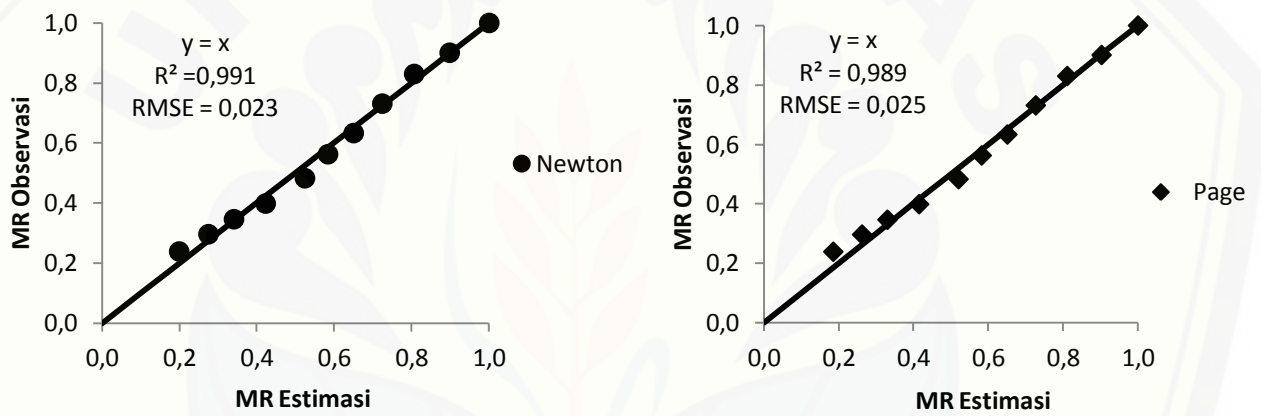
Gambar 4.10 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 65°C



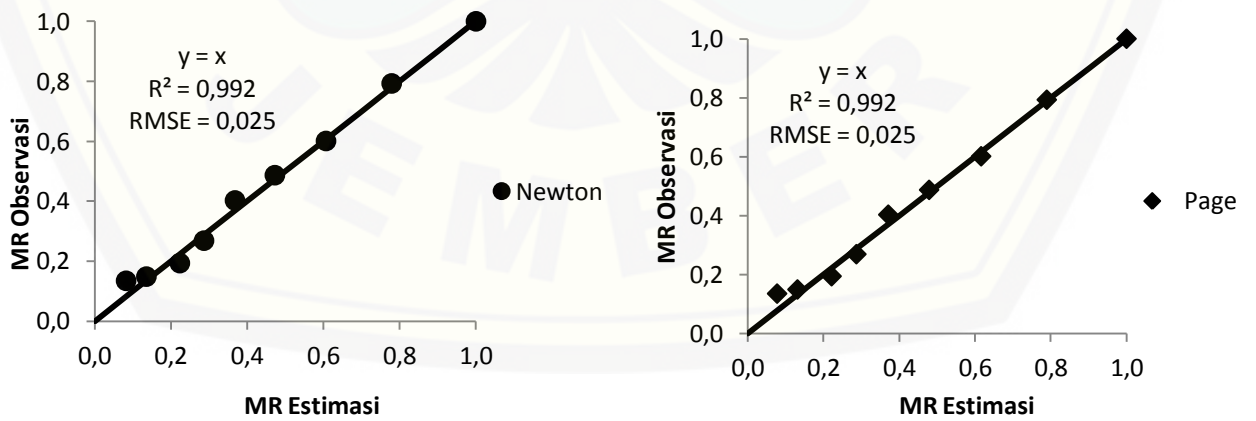
Gambar 4.11 Uji validitas model pada lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 80°C



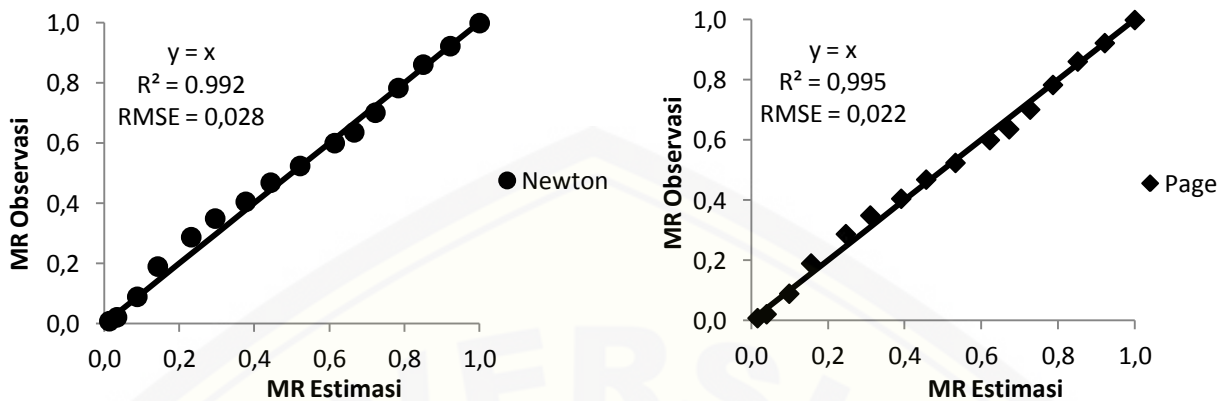
Gambar 4.12 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 50°C



Gambar 4.13 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 65°C



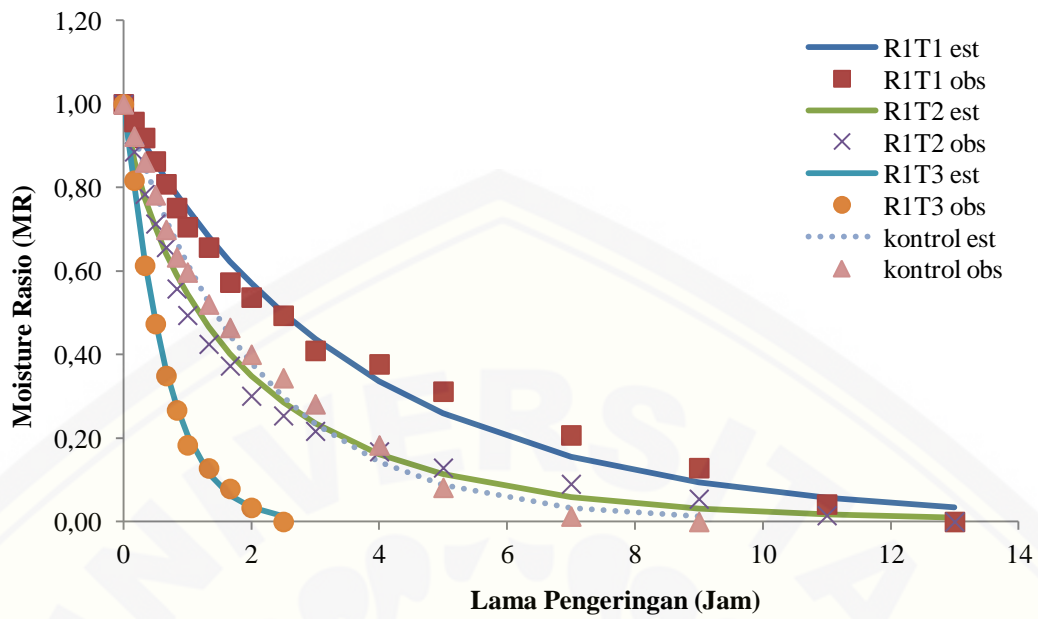
Gambar 4.14 Uji validitas model pada lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 80°C



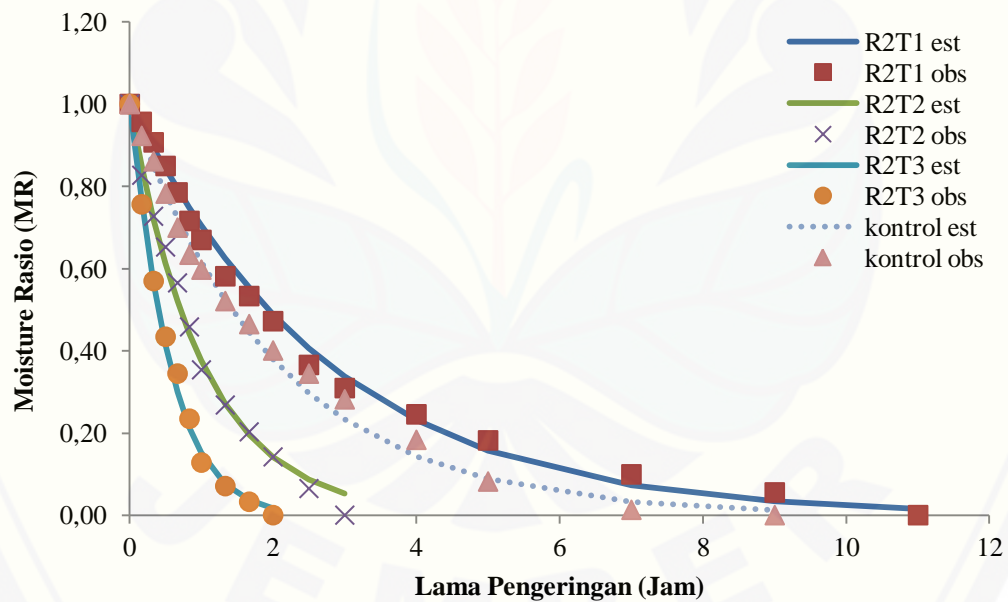
Gambar 4.15 Uji validitas model pada kontrol

Hasil uji validitas bahwa nilai  $R^2$  yang lebih besar terdapat pada model persamaan Page. Begitu juga dengan nilai RMSE yang menunjukkan model persamaan Page memiliki nilai RMSE yang lebih kecil daripada model persamaan Newton. Dengan demikian, pemodelan yang paling sesuai digunakan untuk memprediksi karakteristik pengeringan rimpang jahe menggunakan oven dengan pra proses perendaman osmotik adalah model persamaan Page.

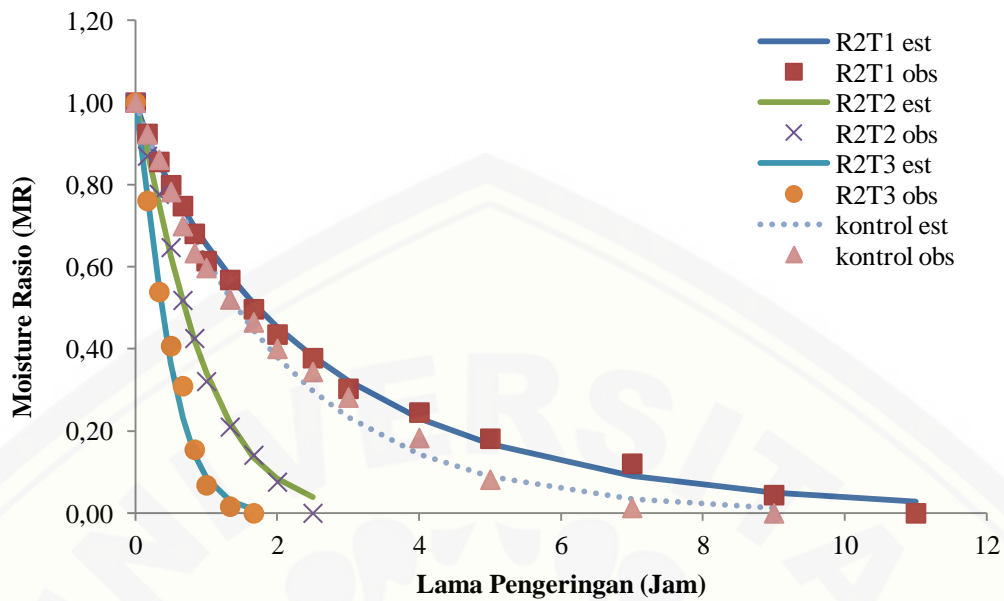
Nilai konstanta pengeringan yang telah didapat pada model yang sesuai kemudian digunakan untuk menghitung MR estimasi pada setiap perlakuan. MR observasi dan MR estimasi selanjutnya dituangkan pada grafik hubungan dengan waktu lama pengeringan yang dapat dilihat pada Gambar 4.16, 4.17, dan 4.18.



Gambar 4.16 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 5 jam



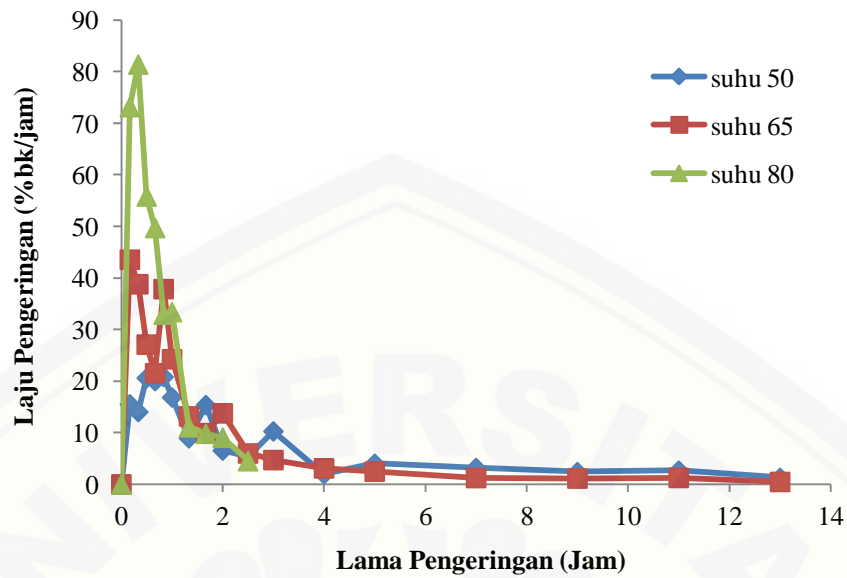
Gambar 4.17 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 10 jam



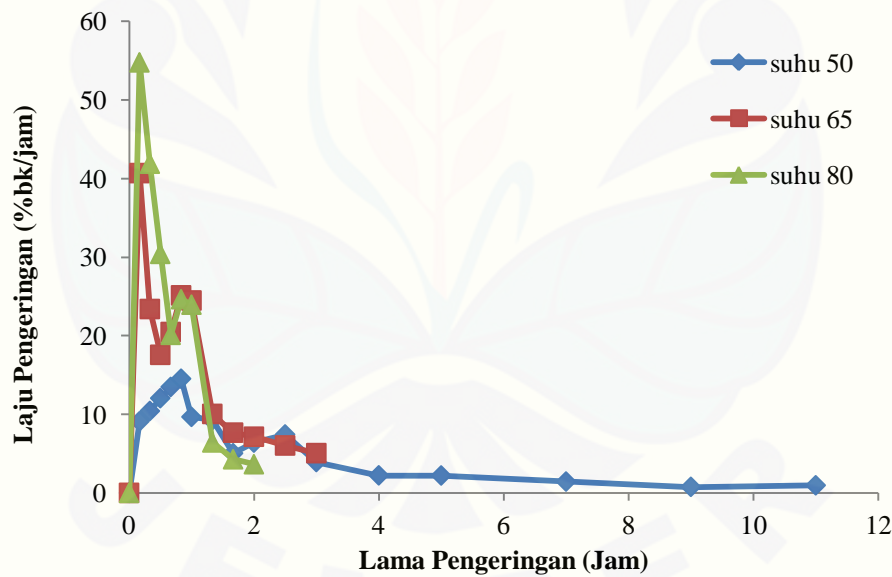
Gambar 4.18 Hubungan lama pengeringan dengan MR pada perlakuan lama perendaman 15 jam

#### 4.3.2 Laju Pengeringan

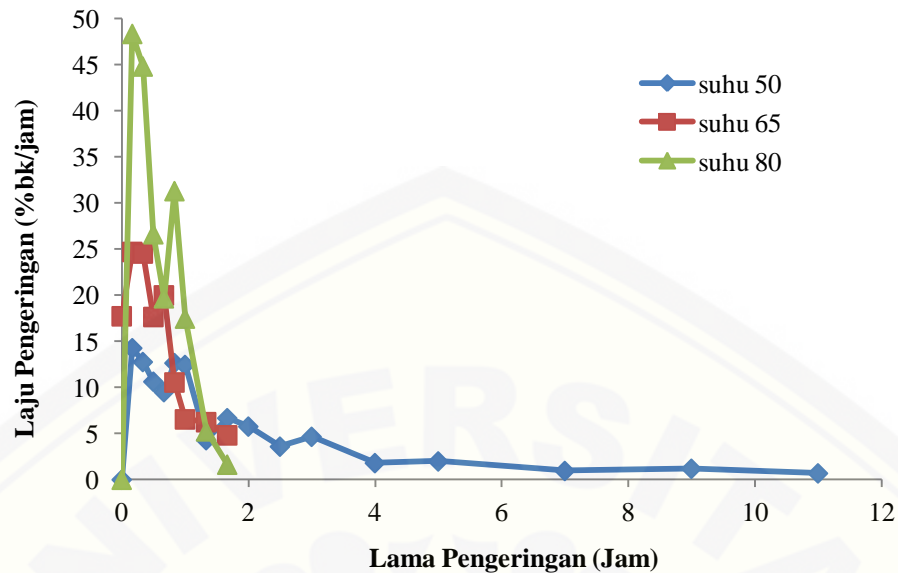
Laju pengeringan dapat menggambarkan kecepatan penurunan kadar air selama proses pengeringan. Laju pengeringan ini dapat diketahui dengan menghitung selisih kadar air bahan basis kering dibagi dengan interval waktu selama proses pengeringan. Hasil perhitungan laju pengeringan pada Lampiran C dibuat grafik hubungan antara laju pengeringan dengan waktu pada berbagai variasi suhu pengeringan dan lama perendaman. Grafik hubungan antara laju pengeringan dan waktu tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.19, 4.20, 4.21 dan 4.22.



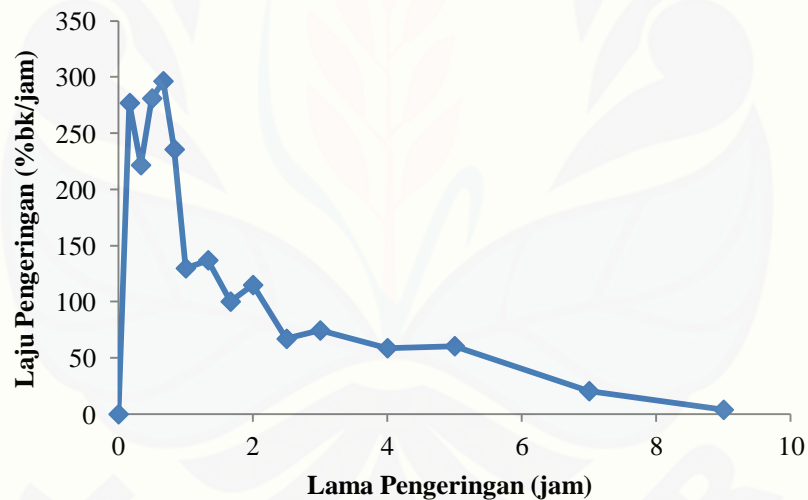
Gambar 4.19 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 5 jam



Gambar 4.20 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 10 jam



Gambar 4.21 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada beragam suhu pengeringan untuk rimpang jahe yang mendapatkan pra-perlakuan pengeringan osmotik selama 15 jam



Gambar 4.22 Hubungan antara lama pengeringan dengan laju pengeringan pada kontrol

Berdasarkan Gambar 4.19, 4.20, 4.21 dan 4.22 menunjukkan bahwa nilai laju pengeringan tiap perlakuan berbeda. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan suhu pengeringan. Semakin besar suhu pengeringan maka laju pengeringan akan semakin besar pula sehingga berpengaruh pada lama waktu pengeringan. Pada saat awal proses pengeringan, nilai laju pengeringan mencapai

nilai maksimum, kemudian menurun secara bertahap sampai akhirnya mendekati nol yang berarti kadar air bahan telah mencapai kadar air kesetimbangan.

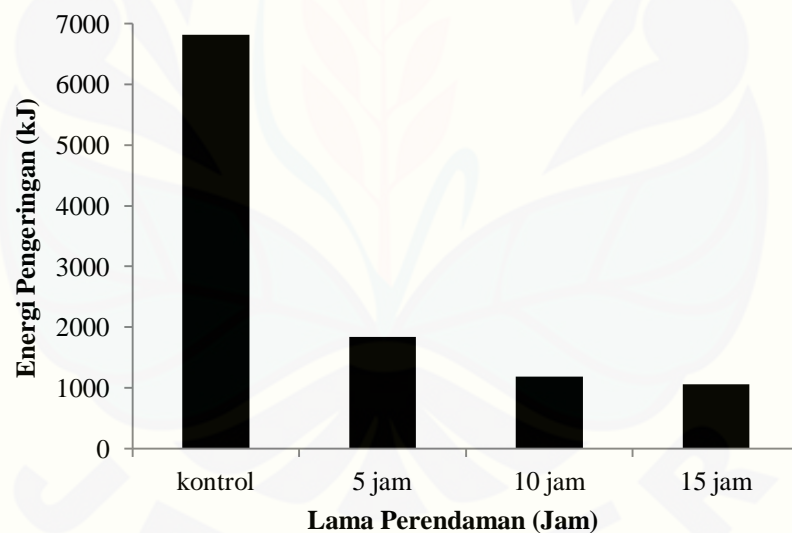
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.19 terlihat bahwa perlakuan perendaman 5 jam dengan perlakuan suhu pengeringan 80°C memiliki laju pengeringan lebih cepat dibandingkan dengan suhu 50°C, 65°C, dan kontrol. Laju pengeringan pada perlakuan suhu pengeringan 50°C terjadi selama 13 jam, suhu pengeringan 65°C terjadi selama 13 jam, dan suhu pengeringan 80°C terjadi selama 2,5 jam. Grafik pada Gambar 4.20 juga menunjukkan penurunan laju pengeringan pada perlakuan lama perendaman 10 jam yaitu laju pengeringan pada perlakuan suhu pengeringan 50°C terjadi selama 11 jam, suhu pengeringan 65°C terjadi selama 3 jam, dan suhu pengeringan 80°C terjadi selama 2 jam. Sedangkan grafik yang terdapat pada Gambar 4.21 menunjukkan penurunan laju pengeringan pada perlakuan lama perendaman 15 jam yaitu laju pengeringan pada perlakuan suhu pengeringan 50°C terjadi selama 11 jam, suhu pengeringan 65°C terjadi selama 2,5 jam, suhu pengeringan 80°C terjadi selama 1,67 jam. Sedangkan untuk laju pengeringan kontrol ditunjukkan pada Gambar 4.22. Laju pengeringan pada kontrol memiliki nilai yang paling tinggi jika dibandingkan dengan laju pengeringan dari berbagai perlakuan lama perendaman dan suhu pengeringan. Hal ini disebabkan karena pada kontrol masih terdapat air bebas dalam jumlah banyak sehingga air bebas tersebut sangat mudah menguap diawal pengeringan. Laju pengeringan pada kontrol terjadi selama 9 jam.

Beberapa perlakuan suhu pengeringan dan lama perendaman ini didapat laju pengeringan yang berbeda - beda. Hal ini dikarenakan karena perendaman bahan dalam larutan osmotik yang lebih lama akan mengurangi kadar air bahan semakin besar pula. Selain itu suhu pengeringan yang tinggi juga akan menguapkan air dalam bahan semakin cepat pula. Dengan adanya kenaikan suhu maka akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air dalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara.



### 4.3.3 Energi Pengeringan

Energi pengeringan sangat penting dalam sebuah proses pengeringan. Energi pengeringan ini menyatakan besarnya panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada bahan selama proses pengeringan. Untuk mencari nilai energi pengeringan yang dibutuhkan, maka dibutuhkan dua data kalor yaitu kalor sensibel jahe dan kalor laten jahe. Kalor sensibel jahe merupakan panas/kalor yang digunakan untuk temperatur jahe mencapai suhu medium pengering. Sedangkan panas/kalor laten jahe merupakan panas yang digunakan untuk menguapkan air yang berada di dalam jahe. Setelah diketahui kedua nilai kalor tersebut, kemudian kalor total yang digunakan selama proses pengeringan didapatkan dari menjumlahkan kedua kalor tersebut. Perhitungan energi pengeringan ini dapat dilihat pada lampiran D. Hasil perhitungan energi pengeringan yang digunakan pada proses pengeringan jahe ini dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Energi pengeringan kontrol dan beragam lama perendaman larutan osmotik (kJ)

Gambar 4.23 menunjukkan bahwa energi pengeringan dari berbagai lama perendaman larutan osmotik berbeda-beda. Rata-rata energi pengeringan pada lama perendaman 5 jam sebesar 1837,849 kJ, pada lama perendaman 10 jam sebesar 1192,217 kJ, dan pada lama perendaman 15 jam sebesar 1063,293 kJ.

Lama perendaman 15 jam membutuhkan energi yang lebih kecil daripada lama perendaman 5 jam dan 10 jam. Hal ini disebabkan pada lama perendaman 15 jam mengalami pengurangan kadar air sebelum pengeringan oven yang cukup banyak. Kadar air yang rendah sebelum dikeringkan dengan oven dapat membantu mempercepat pengurangan kadar air sampai batas yang telah ditentukan. Sehingga energi yang dibutuhkan untuk proses pengeringannya juga semakin kecil. Pengaruh lama perendaman ini juga dijelaskan pada Tabel 4.3, yaitu lama perendaman memiliki pengaruh signifikan pada 0,01 terhadap energi pengeringan dengan tingkat korelasi -0,835 yang artinya lama perendaman yang semakin besar akan menurunkan energi pengeringan. Energi pengeringan yang semakin kecil dengan lamanya perendaman disebabkan karena kadar air bahan saat dilakukan perendaman akan semakin berkurang dengan durasi perendaman yang semakin lama.

Energi pengeringan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses pengeringan pada kontrol lebih besar daripada energi yang dibutuhkan pada berbagai perlakuan perendaman yaitu sebesar 6808,453 kJ. Hal ini disebabkan karena kontrol tidak diberikan perlakuan perendaman larutan osmotik yang dapat mengurangi kadar air awal bahan. Kadar air awal bahan pada kontrol memiliki kadar air yang sangat tinggi daripada perlakuan osmotik sehingga dalam proses pengeringan, kontrol membutuhkan panas yang lebih banyak untuk mencapai kadar air 10% bb.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Lama perendaman dalam larutan osmotik sebagai perlakuan awal pengeringan berpengaruh terhadap kadar air jahe sebelum pengeringan oven dengan tingkat korelasi -0,931 pada signifikan 0,01.
2. Lama perendaman berpengaruh terhadap energi pengeringan dengan tingkat korelasi sebesar -0,816. Sedangkan suhu pengeringan berpengaruh terhadap konstanta pengeringan dan laju pengeringan dengan tingkat korelasi masing-masing sebesar 0,930 dan 0,786.
3. Hasil perhitungan  $R^2$  dan RMSE menunjukkan bahwa pemodelan yang sesuai untuk memprediksi karakteristik pengeringan rimpang jahe dengan pra perlakuan osmotik adalah model Persamaan Page.

### 5.2 Saran

Masih perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai jenis larutan yang digunakan untuk osmotik pada berbagai konsentrasi larutan dan lama perendaman. Selain itu, mengingat waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan oven sangat lama maka perlu adanya kombinasi pengeringan lain yang dapat mempersingkat waktu pengeringan tanpa merusak tekstur bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, K.R., Rofandi, H., dan Dwi, D.N. 2013. *Perubahan Kimia Dan Lama Simpan Buah Salak Pondoh (Salacca Edulisreinw) Dalam Penyimpanan Dinamis Udara – Co2*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung– Vol. 2, No. 3: 123- 132
- Almasyhuri. 2012. *Perbedaan Cara Pengirisan Dan Pengeringan Terhadap Kandungan Minyak Atsiri Dalam Jahe Merah*. Jurnal Buletin Penelitian Kesehatan Vol. 40, No. 3
- Brooker, D.B., Barker-Arkema, F.W., dan Hall, C.W. 1992. *Drying and Storage of Grain and Oilseeds*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Diswandi, N. 2010. *Analisis Distribusi Suhu, Aliran Udara, RH dan Kadar Air dalam In-Store Dryer (ISD) untuk Biji Jagung*. Institut Pertanian Bogor.
- Effendi,S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung: Alfabeta
- Garavand,A.T., Shahin,R, dan Alireza,K. 2011. *Mathematical Modeling Of Thin Layer Drying Kinetics of Tomato Influence Of Air Dryer Conditions*. Department Of Agricultural Machinery Engineering University Of Tehran, Karaj, Iran. International Transaction Journal Of Engineering, Management, & Applied Science & Technologies Vol. 2, No. 2
- Istadi, Sumardiono, S., dan Soetrinanto, S. 2002. *Penentuan Konstanta Pengeringan dalam Sistem Pengeringan Lapis Tipis*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia 2002.
- Jannah, 2011. *Proses Pengeringan Dehidrasi Osmotik pada Mangga Aromanis (Skripsi)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.  
<http://fateta.ipb.ac.id/index.php/View-document/57-MIFTAHUL-JANNAH-F14070128.pdf>. [Diakses pada 23 September 2013].
- Manalu, L. P. 2011. *Studi Karakteristik Pengeringan Simplisia Temuputih dan Temulawak*.<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/55163.pdf>. [18 Oktober 2014].
- Martunis. 2012. *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol. (4) No.3, 2012

- Olaoye, O., Waheed, M., dan Lucas, E. 2014. *Experimental Studies of Effects of Geometry on Drying Rate and Properties of Ginger (Zingiber officinale Rosc.) with Solar-hybrid Dryer*. Journal of Biology Agriculture and Healthcare vol.4 No.24, 2014
- Paimin. dan Murhananto. 2002. *Budidaya, Pengolahan dan Perdagangan Jahe*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prasetyo, S. 2010. *Pengaruh Temperatur, Rasio Bubuk Jahe Kering Dengan Etanol, Dan Ukuran Bubuk Jahe Kering Terhadap Ekstraksi Oleoresin Jahe (Zingiber Officinale, Roscoe)*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses Issn : 1411-4216. Bandung : Universitas Katholik Parahyangan
- Purwanto, H. 1995. *Menyimpan Bahan Pangan*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya
- Rukmana, R. 2000. *Usaha Tani Jahe*. Yogyakarta : Kasinius
- Setiawan, D. 2006. *Pengaruh Pra Perlakuan Osmotik pada Karakteristik Pengeringan Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L.) Menggunakan Metode Oven*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Sumarni. 2013. *Studi Proses Pengeringan Osmotik Wortel (Daucus Carrota L.)*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Supriyanto dan Bambang. 2012. *Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri Antara Jahe Segar dan Jahe Kering*. Chem. Prog. Vol. 5, No.2. November
- Suryanto, A. 2012. *Modifikasi Plat Penyerap Kalor Matahari Dan Alat Pendukungnya Untuk Proses Pengeringan "Plat Galvanis Dan Plat Seng Gelombang"*. Dipublikasikan. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro
- Susanto, T. dan Saneto, B. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya : PT. Bina Ilmu
- Syarief, R. dan Halid, H. 1991. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta: Arcan
- Taib, G., Said, G., dan Wiraatmadja, S. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Taufiq, M. 2004. *Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengereng Konvensional Dan Fluidized Bed*. Dipublikasikan. Skripsi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Wirakartakusumah, A. dan Hermanianto, D. 1989. *Prinsip Teknik Pangan*. Bogor : IPB

Wulandani, D dan Utari, S. 2013. *Analisis pengeringan sawut Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) menggunakan Pengering Efek Rumah Kaca(ERK)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol.27 No.2, 2013

Yadollahinia, A.R., Omid, M., dan Rafiee, S. 2008. *Design and Fabrication of Experimental Dryer for Studying Agricultural Products*. Int. J. Agri.Bio., Vol. 10



**Lampiran A. Kadar Air Bahan****A1. Perlakuan tanpa perendaman(kontrol), suhu pengeringan 50 °C**

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	0	3,049		3,015	3,032		85,738	86,021	
10	2,856	2,813	2,835	84,774	85,017	84,896	556,781	567,431	562,106
20	2,706	2,647	2,677	83,930	84,078	84,004	522,286	528,045	525,165
30	2,505	2,447	2,476	82,641	82,776	82,708	476,063	480,591	478,327
40	2,289	2,240	2,265	81,003	81,185	81,094	426,390	431,477	428,934
50	2,192	2,003	2,098	80,162	78,958	79,560	404,084	375,245	389,664
60	2,108	1,902	2,005	79,372	77,841	78,606	384,767	351,281	368,024
80	1,812	1,804	1,808	76,002	76,637	76,319	316,697	328,029	322,363
100	1,667	1,663	1,665	73,914	74,656	74,285	283,352	294,574	288,963
120	1,503	1,499	1,501	71,068	71,883	71,476	245,638	255,663	250,650
150	1,360	1,355	1,358	68,026	68,895	68,461	212,753	221,496	217,124
180	1,199	1,197	1,198	63,732	64,790	64,261	175,728	184,008	179,868
240	0,946	0,947	0,947	54,033	55,495	54,764	117,547	124,691	121,119
300	0,692	0,683	0,688	37,161	38,292	37,726	59,136	62,053	60,595
420	0,522	0,502	0,512	16,696	16,042	16,369	20,042	19,108	19,575
540	0,476	0,481	0,479	8,645	12,377	10,511	9,463	14,125	11,794

**A.2 Perlakuan Suhu Pengeringan 50°C****A.2.1 Lama perendaman 5 jam**

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,073		3,065	3,069		86,125	86,021	
osmotik	1,686	1,640	1,663	42,283	42,098	42,191	73,259	72,706	72,982
10	1,651	1,625	1,638	41,059	41,564	41,311	69,662	71,126	70,394
20	1,628	1,603	1,616	40,227	40,762	40,494	67,299	68,809	68,054
30	1,598	1,567	1,583	39,105	39,401	39,253	64,216	65,018	64,617
40	1,573	1,528	1,551	38,137	37,854	37,995	61,647	60,911	61,279
50	1,529	1,505	1,517	36,357	36,904	36,630	57,125	58,489	57,807
60	1,502	1,478	1,490	35,212	35,752	35,482	54,351	55,646	54,998
80	1,486	1,437	1,462	34,515	33,918	34,217	52,706	51,328	52,017
100	1,415	1,409	1,412	31,229	32,605	31,917	45,410	48,379	46,895
120	1,396	1,386	1,391	30,293	31,487	30,890	43,458	45,957	44,708
150	1,376	1,355	1,366	29,280	29,919	29,600	41,403	42,693	42,048
180	1,321	1,311	1,316	26,335	27,567	26,951	35,751	38,059	36,905
240	1,296	1,298	1,297	24,914	26,842	25,878	33,181	36,690	34,936
300	1,252	1,265	1,259	22,276	24,933	23,605	28,660	33,215	30,937

420	1,189	1,205	1,197	18,157	21,196	19,677	22,186	26,896	24,541
540	1,146	1,156	1,151	15,087	17,855	16,471	17,767	21,736	19,752
660	1,109	1,091	1,100	12,254	12,961	12,607	13,965	14,891	14,428
780	1,088	1,063	1,076	10,560	10,669	10,614	11,807	11,943	11,875

### A.2.2 Lama perendaman 10 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,053		3,066	3,060		81,818	82,314	
osmotik	1,816	1,687	1,752	31,619	32,127	31,873	46,239	47,334	46,787
10	1,787	1,679	1,733	30,509	31,804	31,156	43,904	46,635	45,270
20	1,771	1,654	1,713	29,881	30,773	30,327	42,616	44,452	43,534
30	1,745	1,632	1,689	28,837	29,840	29,338	40,522	42,531	41,526
40	1,712	1,611	1,662	27,465	28,925	28,195	37,865	40,697	39,281
50	1,679	1,586	1,633	26,039	27,805	26,922	35,207	38,513	36,860
60	1,665	1,562	1,614	25,417	26,695	26,056	34,080	36,417	35,248
80	1,621	1,532	1,577	23,393	25,260	24,326	30,536	33,797	32,167
100	1,602	1,511	1,557	22,484	24,221	23,353	29,006	31,963	30,485
120	1,587	1,476	1,532	21,752	22,424	22,088	27,798	28,906	28,352
150	1,537	1,437	1,487	19,206	20,319	19,763	23,772	25,500	24,636
180	1,523	1,405	1,464	18,464	18,504	18,484	22,645	22,706	22,675
240	1,511	1,365	1,438	17,816	16,116	16,966	21,678	19,212	20,445
300	1,481	1,342	1,412	16,151	14,678	15,415	19,262	17,203	18,233
420	1,443	1,311	1,377	13,943	12,661	13,302	16,202	14,496	15,349
540	1,419	1,298	1,359	12,488	11,786	12,137	14,270	13,361	13,815
660	1,395	1,276	1,336	10,982	10,265	10,624	12,337	11,439	11,888

### A.2.3 Lama perendaman 15 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,043		3,049	3,046		81,818	82,314	
osmotik	1,825	1,889	1,857	30,317	29,872	30,095	43,507	42,596	43,052
10	1,801	1,851	1,826	29,388	28,432	28,910	41,620	39,728	40,674
20	1,768	1,829	1,799	28,070	27,571	27,821	39,025	38,067	38,546
30	1,745	1,806	1,776	27,122	26,649	26,886	37,216	36,331	36,774
40	1,722	1,788	1,755	26,149	25,911	26,030	35,408	34,972	35,190
50	1,701	1,754	1,728	25,237	24,474	24,856	33,756	32,406	33,081
60	1,678	1,723	1,701	24,212	23,116	23,664	31,948	30,065	31,007
80	1,656	1,708	1,682	23,206	22,440	22,823	30,218	28,933	29,575
100	1,633	1,673	1,653	22,124	20,818	21,471	28,409	26,291	27,350



120	1,611	1,645	1,628	21,061	19,470	20,265	26,679	24,177	25,428
150	1,598	1,611	1,605	20,418	17,770	19,094	25,657	21,611	23,634
180	1,557	1,592	1,575	18,323	16,789	17,556	22,433	20,177	21,305
240	1,537	1,565	1,551	17,260	15,353	16,307	20,860	18,138	19,499
300	1,521	1,529	1,525	16,390	13,361	14,875	19,602	15,421	17,512
420	1,488	1,513	1,501	14,535	12,444	13,490	17,007	14,213	15,610
540	1,436	1,504	1,470	11,440	11,920	11,680	12,918	13,534	13,226
660	1,421	1,483	1,452	10,506	10,673	10,589	11,739	11,948	11,844

### A.3 Perlakuan Suhu Pengeringan 65°C

#### A.3.1 Lama perendaman 5 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (%bb)		rerata	kadar air bahan (%bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,021	3,032	3,027	86,125	86,021	86,073	630,690	615,237
osmotik	2,192	2,201	2,197	43,165	42,896	43,031	75,948	75,119	75,534
10	2,124	2,087	2,106	41,345	39,777	40,561	70,490	66,049	68,269
20	2,048	2,001	2,025	39,169	37,188	38,179	64,389	59,206	61,798
30	1,982	1,954	1,968	37,143	35,678	36,410	59,092	55,467	57,279
40	1,943	1,903	1,923	35,881	33,954	34,918	55,961	51,409	53,685
50	1,865	1,823	1,844	33,200	31,055	32,128	49,700	45,044	47,372
60	1,786	1,801	1,794	30,245	30,213	30,229	43,359	43,294	43,326
80	1,721	1,756	1,739	27,611	28,425	28,018	38,142	39,713	38,927
100	1,681	1,713	1,697	25,888	26,628	26,258	34,931	36,292	35,611
120	1,618	1,661	1,640	23,002	24,331	23,667	29,874	32,155	31,014
150	1,575	1,629	1,602	20,900	22,845	21,872	26,422	29,609	28,016
180	1,543	1,602	1,573	19,260	21,544	20,402	23,854	27,461	25,657
240	1,51	1,557	1,534	17,495	19,277	18,386	21,205	23,880	22,543
300	1,478	1,527	1,503	15,709	17,691	16,700	18,636	21,493	20,065
420	1,454	1,489	1,472	14,318	15,590	14,954	16,710	18,470	17,590
540	1,429	1,457	1,443	12,819	13,737	13,278	14,703	15,924	15,314
660	1,402	1,421	1,412	11,140	11,551	11,345	12,536	13,060	12,798
780	1,395	1,404	1,400	10,694	10,480	10,587	11,974	11,707	11,841

## A.3.2 Lama perendaman 10 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,083	3,062	3,073	86,125	82,314	84,220	631,640	465,169
osmotik	2,087	1,987	2,037	33,796	33,921	33,859	51,048	51,334	51,191
10	1,987	1,904	1,946	30,464	31,040	30,752	43,811	45,013	44,412
20	1,934	1,852	1,893	28,559	29,104	28,831	39,975	41,052	40,513
30	1,891	1,816	1,854	26,934	27,699	27,316	36,863	38,310	37,586
40	1,842	1,773	1,808	24,990	25,945	25,468	33,316	35,035	34,176
50	1,781	1,721	1,751	22,421	23,708	23,064	28,901	31,075	29,988
60	1,723	1,669	1,696	19,810	21,331	20,570	24,703	27,114	25,909
80	1,681	1,621	1,651	17,806	19,001	18,404	21,664	23,459	22,561
100	1,642	1,591	1,617	15,854	17,474	16,664	18,841	21,174	20,007
120	1,612	1,557	1,585	14,288	15,672	14,980	16,670	18,584	17,627
150	1,575	1,513	1,544	12,274	13,219	12,747	13,992	15,233	14,613
180	1,543	1,477	1,510	10,455	11,104	10,780	11,676	12,491	12,084

## A.3.3 Lama perendaman 15 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,079	3,025	3,052	86,125	86,021	86,073	629,357	615,346
osmotik	1,532	1,612	1,572	31,134	30,354	30,744	45,210	43,583	44,396
10	1,486	1,568	1,527	29,002	28,400	28,701	40,849	39,664	40,257
20	1,465	1,524	1,495	27,984	26,332	27,158	38,859	35,745	37,302
30	1,411	1,489	1,450	25,228	24,601	24,915	33,741	32,627	33,184
40	1,367	1,444	1,406	22,822	22,251	22,536	29,570	28,619	29,095
50	1,335	1,412	1,374	20,972	20,489	20,730	26,537	25,769	26,153
60	1,291	1,384	1,338	18,278	18,880	18,579	22,367	23,275	22,821
80	1,276	1,321	1,299	17,318	15,012	16,165	20,945	17,663	19,304
100	1,245	1,305	1,275	15,259	13,970	14,614	18,006	16,238	17,122
120	1,218	1,287	1,253	13,380	12,766	13,073	15,447	14,635	15,041
150	1,186	1,267	1,227	11,043	11,389	11,216	12,414	12,853	12,634

## A.4 Perlakuan Suhu Pengeringan 80°C

## A.4.1 Lama perendaman 5 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,012		3,002	3,007		81,818	82,314	
osmotik	1,865	1,987	1,926	45,388	42,214	43,801	83,110	73,052	78,081
10	1,715	1,876	1,796	40,611	38,795	39,703	68,383	63,385	65,884
20	1,545	1,756	1,651	34,077	34,612	34,345	51,692	52,934	52,313
30	1,437	1,664	1,551	29,122	30,997	30,060	41,088	44,922	43,005
40	1,356	1,565	1,461	24,888	26,632	25,760	33,135	36,299	34,717
50	1,301	1,501	1,401	21,713	23,504	22,608	27,735	30,725	29,230
60	1,231	1,452	1,342	17,261	20,922	19,092	20,862	26,458	23,660
80	1,201	1,401	1,301	15,195	18,044	16,619	17,917	22,016	19,967
100	1,176	1,354	1,265	13,392	15,199	14,295	15,462	17,923	16,693
120	1,134	1,332	1,233	10,184	13,798	11,991	11,339	16,007	13,673
150	1,121	1,295	1,208	9,142	11,335	10,239	10,062	12,784	11,423

## A.4.2 Lama perendaman 10 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,012		3,002	3,007		81,818	82,314	
osmotik	1,765	1,543	1,654	33,761	32,388	33,075	50,968	47,903	49,436
10	1,639	1,465	1,552	28,669	28,788	28,728	40,191	40,426	40,309
20	1,561	1,389	1,475	25,105	24,892	24,998	33,519	33,141	33,330
30	1,512	1,327	1,420	22,677	21,383	22,030	29,328	27,198	28,263
40	1,474	1,291	1,383	20,684	19,190	19,937	26,078	23,748	24,913
50	1,406	1,266	1,336	16,848	17,595	17,221	20,262	21,351	20,806
60	1,362	1,222	1,292	14,162	14,627	14,395	16,498	17,134	16,816
80	1,34	1,197	1,269	12,752	12,844	12,798	14,616	14,737	14,677
100	1,319	1,186	1,253	11,363	12,036	11,700	12,820	13,683	13,251
120	1,304	1,174	1,239	10,344	11,137	10,740	11,537	12,533	12,035

## A.4.3 Lama perendaman 15 jam

waktu (menit)	berat bahan(gr)		rerata	kadar air bahan (% bb)		rerata	kadar air bahan (% bk)		rerata
	1	2		1	2		1	2	
	awal	3,012	3,002	3,007	81,818	82,314	82,066	450,684	465,560
osmotik	1,821	2,121	1,971	31,153	30,013	30,583	45,250	42,884	44,067
10	1,711	2,012	1,862	26,727	26,221	26,474	36,476	35,541	36,008
20	1,609	1,911	1,760	22,082	22,322	22,202	28,340	28,737	28,538
30	1,556	1,842	1,699	19,428	19,412	19,420	24,112	24,089	24,100
40	1,505	1,805	1,655	16,697	17,760	17,229	20,044	21,596	20,820
50	1,435	1,733	1,584	12,634	14,344	13,489	14,461	16,746	15,603
60	1,416	1,669	1,543	11,462	11,059	11,260	12,945	12,434	12,690
80	1,389	1,649	1,519	9,741	9,980	9,860	10,792	11,087	10,939
100	1,388	1,634	1,511	9,676	9,154	9,415	10,712	10,076	10,394

**Lampiran B. Data Nilai (ln T) dan ln (- ln MR) Untuk Menentukan Konstanta Pengeringan dari Berbagai Perlakuan**

**B1. Perlakuan tanpa perendaman suhu pengeringan 50 °C (kontrol)**

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	608,261	608,261	6,212	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		562,106		0,9233	-0,080	0,080	-2,529
0,33	-1,10		525,165		0,8620	-0,149	0,149	-1,907
0,50	-0,69		478,327		0,7842	-0,243	0,243	-1,414
0,67	-0,41		428,934		0,7021	-0,354	0,354	-1,040
0,83	-0,18		389,664		0,6369	-0,451	0,451	-0,796
1,00	0,00		368,024		0,6010	-0,509	0,509	-0,675
1,33	0,29		322,363		0,5251	-0,644	0,644	-0,440
1,67	0,51		288,963		0,4696	-0,756	0,756	-0,280
2,00	0,69		250,650		0,4060	-0,901	0,901	-0,104
2,50	0,92		217,124		0,3503	-1,049	1,049	0,048
3,00	1,10		179,868		0,2884	-1,243	1,243	0,218
4,00	1,39		121,119		0,1909	-1,656	1,656	0,505
5,00	1,61		60,595		0,0903	-2,404	2,404	0,877
7,00	1,95		19,575		0,0222	-3,808	3,808	1,337
9,00	2,20		11,794		0,0093			

**B2. Perlakuan lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 50 °C (R1T1)**

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	72,982	72,982	9,064	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		70,394		0,9595	-0,041	0,041	-3,186
0,33	-1,10		68,054		0,9229	-0,080	0,080	-2,523
0,50	-0,69		64,617		0,8691	-0,140	0,140	-1,964
0,67	-0,41		61,279		0,8169	-0,202	0,202	-1,598
0,83	-0,18		57,807		0,7626	-0,271	0,271	-1,305
1,00	0,00		54,998		0,7186	-0,330	0,330	-1,107
1,33	0,29		52,017		0,6720	-0,397	0,397	-0,923
1,67	0,51		46,895		0,5919	-0,524	0,524	-0,645
2,00	0,69		44,708		0,5576	-0,584	0,584	-0,538
2,50	0,92		42,048		0,5160	-0,662	0,662	-0,413
3,00	1,10		36,905		0,4356	-0,831	0,831	-0,185
4,00	1,39		34,936		0,4048	-0,904	0,904	-0,100
5,00	1,61		30,937		0,3422	-1,072	1,072	0,070
7,00	1,95		24,541		0,2421	-1,418	1,418	0,349
9,00	2,20		19,752		0,1672	-1,789	1,789	0,581
11,00	2,40		14,428		0,0839	-2,478	2,478	0,907
13,00	2,56		11,875		0,0440			

## B3. Perlakuan lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 65 °C (R1T2)

<b>t (jam)</b>	<b>ln t</b>	<b>Mo (%bk)</b>	<b>Mt (%bk)</b>	<b>Me (%bk)</b>	<b>MR</b>	<b>ln MR</b>	<b>-ln MR</b>	<b>ln (-ln MR)</b>
0,00	-	75,534	75,534	9,604	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		68,269		0,8898	-0,117	0,117	-2,148
0,33	-1,10		61,798		0,7917	-0,234	0,234	-1,454
0,50	-0,69		57,279		0,7231	-0,324	0,324	-1,126
0,67	-0,41		53,685		0,6686	-0,403	0,403	-0,910
0,83	-0,18		47,372		0,5729	-0,557	0,557	-0,585
1,00	0,00		43,326		0,5115	-0,670	0,670	-0,400
1,33	0,29		38,927		0,4448	-0,810	0,810	-0,210
1,67	0,51		35,611		0,3945	-0,930	0,930	-0,072
2,00	0,69		31,014		0,3247	-1,125	1,125	0,118
2,50	0,92		28,016		0,2793	-1,276	1,276	0,243
3,00	1,10		25,657		0,2435	-1,413	1,413	0,345
4,00	1,39		22,543		0,1962	-1,628	1,628	0,488
5,00	1,61		20,065		0,1587	-1,841	1,841	0,610
7,00	1,95		17,590		0,1211	-2,111	2,111	0,747
9,00	2,20		15,314		0,0866	-2,447	2,447	0,895
11,00	2,40		12,798		0,0484	-3,027	3,027	1,108
13,00	2,56		11,841		0,0339			

## B4. Perlakuan lama perendaman 5 jam suhu pengeringan 80 °C (R1T3)

<b>t (jam)</b>	<b>ln t</b>	<b>Mo (%bk)</b>	<b>Mt (%bk)</b>	<b>Me (%bk)</b>	<b>MR</b>	<b>ln MR</b>	<b>-ln MR</b>	<b>ln (-ln MR)</b>
0,00	-	78,081	78,081	5,746	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		65,884		0,8314	-0,185	0,185	-1,689
0,33	-1,10		52,313		0,6438	-0,440	0,440	-0,820
0,50	-0,69		43,005		0,5151	-0,663	0,663	-0,410
0,67	-0,41		34,717		0,4005	-0,915	0,915	-0,089
0,83	-0,18		29,230		0,3247	-1,125	1,125	0,118
1,00	0,00		23,660		0,2477	-1,396	1,396	0,333
1,33	0,29		19,967		0,1966	-1,627	1,627	0,487
1,67	0,51		16,693		0,1513	-1,888	1,888	0,636
2,00	0,69		13,673		0,1096	-2,211	2,211	0,793
2,50	0,92		11,423		0,0785			

## B5. Perlakuan lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 50 °C (R2T1)

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	46,787	46,787	10,522	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		45,270		0,9582	-0,043	0,043	-3,153
0,33	-1,10		43,534		0,9103	-0,094	0,094	-2,365
0,50	-0,69		41,526		0,8549	-0,157	0,157	-1,853
0,67	-0,41		39,281		0,7930	-0,232	0,232	-1,461
0,83	-0,18		36,860		0,7263	-0,320	0,320	-1,140
1,00	0,00		35,248		0,6818	-0,383	0,383	-0,960
1,33	0,29		32,167		0,5969	-0,516	0,516	-0,661
1,67	0,51		30,485		0,5505	-0,597	0,597	-0,516
2,00	0,69		28,352		0,4917	-0,710	0,710	-0,343
2,50	0,92		24,636		0,3892	-0,944	0,944	-0,058
3,00	1,10		22,675		0,3351	-1,093	1,093	0,089
4,00	1,39		20,445		0,2736	-1,296	1,296	0,259
5,00	1,61		18,233		0,2126	-1,548	1,548	0,437
7,00	1,95		15,349		0,1331	-2,017	2,017	0,701
9,00	2,20		13,815		0,0908	-2,399	2,399	0,875
11,00	2,40		11,888		0,0377			

## B6. Perlakuan lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 65 °C (R2T2)

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	51,191	51,191	5,123	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		44,412		0,8528	-0,159	0,159	-1,838
0,33	-1,10		40,513		0,7682	-0,264	0,264	-1,333
0,50	-0,69		37,586		0,7047	-0,350	0,350	-1,050
0,67	-0,41		34,176		0,6306	-0,461	0,461	-0,774
0,83	-0,18		29,988		0,5397	-0,617	0,617	-0,483
1,00	0,00		25,909		0,4512	-0,796	0,796	-0,228
1,33	0,29		22,561		0,3785	-0,971	0,971	-0,029
1,67	0,51		20,007		0,3231	-1,130	1,130	0,122
2,00	0,69		17,627		0,2714	-1,304	1,304	0,266
2,50	0,92		14,613		0,2060	-1,580	1,580	0,457
3,00	1,10		12,084		0,1511			

## B7. Perlakuan lama perendaman 10 jam suhu pengeringan 80 °C (R2T3)

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	49,436	49,436	4,407	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		40,309		0,7973	-0,227	0,227	-1,485
0,33	-1,10		33,330		0,6423	-0,443	0,443	-0,815
0,50	-0,69		28,263		0,5298	-0,635	0,635	-0,454
0,67	-0,41		24,913		0,4554	-0,787	0,787	-0,240
0,83	-0,18		20,806		0,3642	-1,010	1,010	0,010
1,00	0,00		16,816		0,2756	-1,289	1,289	0,254
1,33	0,29		14,677		0,2281	-1,478	1,478	0,391
1,67	0,51		13,251		0,1964	-1,628	1,628	0,487
2,00	0,69		12,035		0,1694			

## B8. Perlakuan lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 50 °C (R3T1)

t (jam)	ln t	Mo (%bk)	Mt (%bk)	Me (%bk)	MR	ln MR	-ln MR	ln (-ln MR)
0,00	-	43,052	43,052	10,533	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		40,674		0,9269	-0,076	0,076	-2,578
0,33	-1,10		38,546		0,8614	-0,149	0,149	-1,903
0,50	-0,69		36,774		0,8069	-0,215	0,215	-1,539
0,67	-0,41		35,190		0,7582	-0,277	0,277	-1,285
0,83	-0,18		33,081		0,6934	-0,366	0,366	-1,005
1,00	0,00		31,007		0,6296	-0,463	0,463	-0,771
1,33	0,29		29,575		0,5856	-0,535	0,535	-0,625
1,67	0,51		27,350		0,5172	-0,659	0,659	-0,416
2,00	0,69		25,428		0,4581	-0,781	0,781	-0,248
2,50	0,92		23,634		0,4029	-0,909	0,909	-0,095
3,00	1,10		21,305		0,3313	-1,105	1,105	0,100
4,00	1,39		19,499		0,2757	-1,288	1,288	0,253
5,00	1,61		17,512		0,2146	-1,539	1,539	0,431
7,00	1,95		15,610		0,1561	-1,857	1,857	0,619
9,00	2,20		13,226		0,0828	-2,491	2,491	0,913
11,00	2,40		11,844		0,0403			



## B9. Perlakuan lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 65 °C (R3T2)

<b>t (jam)</b>	<b>ln t</b>	<b>Mo (%bk)</b>	<b>Mt (%bk)</b>	<b>Me (%bk)</b>	<b>MR</b>	<b>ln MR</b>	<b>-ln MR</b>	<b>ln (-ln MR)</b>
0,00	-	44,396	44,396	2,675	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		40,257		0,9008	-0,104	0,104	-2,259
0,33	-1,10		37,302		0,8300	-0,186	0,186	-1,680
0,50	-0,69		33,184		0,7313	-0,313	0,313	-1,162
0,67	-0,41		29,095		0,6332	-0,457	0,457	-0,783
0,83	-0,18		26,153		0,5627	-0,575	0,575	-0,553
1,00	0,00		22,821		0,4829	-0,728	0,728	-0,317
1,33	0,29		19,304		0,3986	-0,920	0,920	-0,084
1,67	0,51		17,122		0,3463	-1,061	1,061	0,059
2,00	0,69		15,041		0,2964	-1,216	1,216	0,196
2,50	0,92		12,634		0,2387			

## B10. Perlakuan lama perendaman 15 jam suhu pengeringan 80 °C (R3T3)

<b>t (jam)</b>	<b>ln t</b>	<b>Mo (%bk)</b>	<b>Mt (%bk)</b>	<b>Me (%bk)</b>	<b>MR</b>	<b>ln MR</b>	<b>-ln MR</b>	<b>ln (-ln MR)</b>
0,00	-	44,067	44,067	5,168	1,0000	0,000	0,000	-
0,17	-1,79		36,008		0,7928	-0,232	0,232	-1,460
0,33	-1,10		28,538		0,6008	-0,509	0,509	-0,674
0,50	-0,69		24,100		0,4867	-0,720	0,720	-0,328
0,67	-0,41		20,820		0,4024	-0,910	0,910	-0,094
0,83	-0,18		15,603		0,2683	-1,316	1,316	0,274
1,00	0,00		12,690		0,1934	-1,643	1,643	0,497
1,33	0,29		10,939		0,1484	-1,908	1,908	0,646
1,67	0,51		10,394		0,1344			

**Lampiran C. Data Hasil Perhitungan Laju Pengeringan****C1. Perlakuan Tanpa Perendaman Suhu Pengeringan 50 °C (Kontrol)**

Waktu (jam)	dM/dt(%bk/jam)
0,00	0,000
0,17	276,933
0,33	221,643
0,50	281,029
0,67	296,360
0,83	235,616
1,00	129,843
1,33	136,983
1,67	100,199
2,00	114,939
2,50	67,051
3,00	74,513
4,00	58,749
5,00	60,525
7,00	20,510
9,00	3,890

**C2. Perlakuan Lama Perendaman 5 jam**

waktu (jam)	dM/dt (%bk/jam)		
	suhu 50°C	suhu 65°C	suhu 80°C
0,00	0,000	0,000	0,000
0,17	15,529	43,585	73,184
0,33	14,041	38,829	81,426
0,50	20,622	27,112	55,849
0,67	20,028	21,565	49,725
0,83	20,831	37,878	32,922
1,00	16,854	24,275	33,421
1,33	8,943	13,197	11,081
1,67	15,367	9,948	9,822
2,00	6,562	13,791	9,060
2,50	5,320	5,998	4,499
3,00	10,286	4,717	
4,00	1,969	3,115	
5,00	3,998	2,478	
7,00	3,198	1,237	
9,00	2,395	1,138	
11,00	2,662	1,258	
13,00	1,277	0,479	

## C3. Perlakuan Lama Perendaman 10 jam

waktu (jam)	dM/dt (%bk/jam)		
	suhu 50°C	suhu 65°C	suhu 80°C
0,00	0,000	0,000	0,000
0,17	9,102	40,677	54,762
0,33	10,415	23,389	41,870
0,50	12,045	17,562	30,402
0,67	13,474	20,464	20,103
0,83	14,522	25,126	24,638
1,00	9,670	24,475	23,943
1,33	9,245	10,043	6,417
1,67	5,046	7,661	4,276
2,00	6,397	7,141	3,650
2,50	7,432	6,029	
3,00	3,922	5,058	
4,00	2,230		
5,00	2,212		
7,00	1,442		
9,00	0,767		
11,00	0,964		

## E4. Perlakuan Lama Perendaman 15 jam

waktu (jam)	dM/dt (%bk/jam)		
	suhu 50°C	suhu 65°C	suhu 80°C
0,00	0,000	0,000	0,000
0,17	14,267	24,838	48,351
0,33	12,767	17,729	44,820
0,50	10,634	24,708	26,627
0,67	9,502	24,536	19,681
0,83	12,654	17,650	31,301
1,00	12,446	19,994	17,481
1,33	4,293	10,550	5,251
1,67	6,676	6,545	1,635
2,00	5,765	6,244	
2,50	3,589	4,815	
3,00	4,658		
4,00	1,805		
5,00	1,988		
7,00	0,951		
9,00	1,192		
11,00	0,691		

**Lampiran D. Data Hasil Perhitungan Energi Pengeringan**

D1. Perlakuan Tanpa Perendaman Suhu Pengeringan 50°C (Kontrol)

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	3,0490	3,0150	3,0320
	(kg)	0,0030	0,0030	0,0030
Cp	(kJ/kg °C)	2,9555	2,9650	2,9602
KA jahe	(%bb)	85,7380	86,0210	85,8795
T lingkungan	(°C)	25,5100	25,1700	25,3400
T bahan awal	(°C)	27,8700	28,1100	27,9900
T produk	(°C)	48,0000	49,0000	48,5000
T pengering	(°C)	50,0000	50,0000	50,0000
Q sensibel	(kJ)	0,1994	0,1957	0,1976
E	(kg)	0,0028	0,0029	0,0029
Wsp	(gr)	0,4760	0,4810	0,4785
	(kg)	0,0005	0,0005	0,0005
m1	(%bb)	85,7380	86,0210	85,8795
m2	(%bb)	8,6453	12,3770	10,5111
Me	(%bk)	5,0549	7,3699	6,2124
hfg	(kJ/kg)	2386522,3200	2384178,1600	2385350,2400
Q laten	(kJ)	6721,6266	6894,8841	6808,2554
Q total	(kJ)	6721,8260	6895,0798	6808,4529

## D2. Perlakuan Lama Perendaman 5 jam, Suhu Pengeringan 50 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,686	1,640	1,6630
	(kg)	0,0017	0,0016	0,0017
Cp	(kJ/kg °C)	1,5000	1,4938	1,4969
KA jahe	(%bb)	86,125	86,021	86,0730
T lingkungan	(°C)	25,4100	25,2400	25,3250
T bahan awal	(°C)	27,2100	26,7800	26,9950
T produk	(°C)	48,0000	49,0000	48,5000
T pengering	(°C)	50,0000	50,0000	50,0000
Q sensibel	(kJ)	0,0576	0,0569	0,0573
E	(kg)	0,0007	0,0006	0,0007
Wsp	(gr)	1,088	1,063	1,0755
	(kg)	0,0011	0,0011	0,0011
m1	(%bb)	42,283	42,098	42,1905
m2	(%bb)	10,560	10,669	10,6142
Me	(%bk)	9,135	8,994	9,0644
hfg	(kJ/kg)	2386522,3200	2384178,1600	2385350,2400
Q laten	(kJ)	1595,6376	1539,9633	1567,8004
Q total	(kJ)	1595,6952	1540,0202	1567,8577

## D3. Perlakuan Lama Perendaman 5 jam, Suhu Pengeringan 65 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	2,192	2,201	2,1965
	(kg)	0,0022	0,0022	0,0022
Cp	(kJ/kg °C)	1,5295	1,5205	1,5250
KA jahe	(%bb)	86,125	86,021	86,0730
T lingkungan	(°C)	24,5409	25,2500	24,8955
T bahan awal	(°C)	26,8700	27,0200	26,9450
T produk	(°C)	63,8700	64,7900	64,3300
T pengering	(°C)	65,0000	65,0000	65,0000
Q sensibel	(kJ)	0,1278	0,1271	0,1275
E	(kg)	0,0009	0,0009	0,0009
Wsp	(gr)	1,395	1,404	1,3995
	(kg)	0,0014	0,0014	0,0014
m1	(%bb)	43,165	42,896	43,0305
m2	(%bb)	10,694	10,480	10,5869
Me	(%bk)	10,048	9,161	9,6044
hfg	(kJ/kg)	2349320,5008	2347163,8736	2348242,1872
Q laten	(kJ)	2096,6135	2089,6919	2093,1527
Q total	(kJ)	2096,7414	2089,8190	2093,2802

## D4. Perlakuan Lama Perendaman 5 jam, Suhu Pengeringan 80 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,865	1,987	1,9260
	(kg)	0,0019	0,0020	0,0019
Cp	(kJ/kg °C)	1,6040	1,4977	1,5508
KA jahe	(%bb)	81,818	82,314	82,0660
T lingkungan	(°C)	25,7600	25,9700	25,8650
T bahan awal	(°C)	26,7700	26,1300	26,4500
T Bahan	(°C)	77,7600	78,1800	77,9700
T pengering	(°C)	80,0000	80,0000	80,0000
Q sensibel	(kJ)	0,1592	0,1603	0,1598
E	(kg)	0,0008	0,0008	0,0008
Wsp	(gr)	1,121	1,295	1,2080
	(kg)	0,0011	0,0013	0,0012
m1	(%bb)	45,388	42,214	43,8010
m2	(%bb)	9,142	11,335	10,2388
Me	(%bk)	5,153	6,340	5,7464
hfg	(kJ/kg)	2316760,1184	2315775,5712	2316267,8448
Q laten	(kJ)	1897,1108	1807,3898	1852,2503
Q total	(kJ)	1897,2700	1807,5501	1852,4101

## D5. Perlakuan Lama Perendaman 10 jam, Suhu Pengeringan 50°C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,8160	1,6870	1,7515
	(kg)	0,0018	0,0017	0,0018
Cp	(kJ/kg °C)	1,1428	1,1598	1,1513
KA jahe	(%bb)	81,8180	82,3140	82,0660
T lingkungan	(°C)	25,5000	25,5400	25,5200
T bahan awal	(°C)	27,6500	26,3200	26,9850
T produk	(°C)	47,3000	46,1200	46,7100
T pengering	(°C)	50,0000	50,0000	50,0000
Q sensibel	(kJ)	0,0464	0,0463	0,0464
E	(kg)	0,0005	0,0005	0,0005
Wsp	(gr)	1,3950	1,2760	1,3355
	(kg)	0,0014	0,0013	0,0013
m1	(%bb)	31,6190	32,1270	31,8730
m2	(%bb)	10,9822	10,2651	10,6236
Me	(%bk)	10,5654	10,4787	10,5220
hfg	(kJ/kg)	2388163,2320	2390929,3408	2389546,2864
Q laten	(kJ)	1129,4552	1095,0832	1112,2692
Q total	(kJ)	1129,5016	1095,1295	1112,3156



## D6. Perlakuan Lama Perendaman 10 jam, Suhu Pengeringan 65 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	2,087	1,987	2,0370
	(kg)	0,0021	0,0020	0,0020
Cp	(kJ/kg °C)	1,2157	1,2199	1,2178
KA jahe	(%bb)	86,125	82,314	84,2195
T lingkungan	(°C)	25,5900	26,2300	25,9100
T bahan awal	(°C)	26,4200	27,1200	26,7700
T produk	(°C)	64,1200	63,2600	63,6900
T pengering	(°C)	65,0000	65,0000	65,0000
Q sensibel	(kJ)	0,0979	0,0918	0,0949
E	(kg)	0,0006	0,0006	0,0006
Wsp	(gr)	1,543	1,477	1,5100
	(kg)	0,0015	0,0015	0,0015
m1	(%bb)	33,796	33,921	33,8585
m2	(%bb)	10,455	11,104	10,7797
Me	(%bk)	5,524	4,723	5,1234
hfg	(kJ/kg)	2348734,4608	2350750,4384	2349742,4496
Q laten	(kJ)	1426,8952	1348,6395	1387,7673
Q total	(kJ)	1426,9931	1348,7313	1387,8622

## D7. Perlakuan Lama Perendaman 10 jam, Suhu Pengeringan 80 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,765	1,543	1,6540
	(kg)	0,0018	0,0015	0,0017
Cp	(kJ/kg °C)	1,2145	1,1686	1,1915
KA jahe	(%bb)	81,818	82,314	82,0660
T lingkungan	(°C)	25,1600	25,6500	25,4050
T bahan awal	(°C)	27,6500	26,8500	27,2500
T produk	(°C)	78,1100	77,8700	77,9900
T pengering	(°C)	80,0000	80,0000	80,0000
Q sensibel	(kJ)	0,1122	0,0958	0,1040
E	(kg)	0,0005	0,0004	0,0005
Wsp	(gr)	1,304	1,174	1,2390
	(kg)	0,0013	0,0012	0,0012
m1	(%bb)	33,761	32,388	33,0745
m2	(%bb)	10,344	11,137	10,7403
Me	(%bk)	3,753	5,056	4,4047
hfg	(kJ/kg)	2315939,6624	2316502,2608	2316220,9616
Q laten	(kJ)	1190,8232	961,9167	1076,3700
Q total	(kJ)	1190,9354	962,0126	1076,4740

## D8. Perlakuan Lama Perendaman 15 jam, Suhu Pengeringan 50 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,825	1,889	1,8570
	(kg)	0,0018	0,0019	0,0019
Cp	(kJ/kg °C)	1,0992	1,0843	1,0917
KA jahe	(%bb)	81,818	82,314	82,0660
T lingkungan	(°C)	25,5200	25,5500	25,5350
T bahan awal	(°C)	26,6800	27,0300	26,8550
T produk	(°C)	48,4500	47,0500	47,7500
T pengering	(°C)	50,0000	50,0000	50,0000
Q sensibel	(kJ)	0,0468	0,0470	0,0469
E	(kg)	0,0005	0,0005	0,0005
Wsp	(gr)	1,421	1,483	1,4520
	(kg)	0,0014	0,0015	0,0015
m1	(%bb)	30,317	29,872	30,0945
m2	(%bb)	10,506	10,673	10,5894
Me	(%bk)	10,481	10,590	10,5352
hfg	(kJ/kg)	2385467,4480	2388749,2720	2387108,3600
Q laten	(kJ)	1076,8600	1085,7113	1081,2856
Q total	(kJ)	1076,9067	1085,7583	1081,3325

## D9. Perlakuan Lama Perendaman 15 jam, Suhu Pengeringan 65 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,532	1,612	1,5720
	(kg)	0,0015	0,0016	0,0016
Cp	(kJ/kg °C)	1,1266	1,1004	1,1135
KA jahe	(%bb)	86,125	86,021	86,0730
T lingkungan	(°C)	25,5400	25,1200	25,3300
T bahan awal	(°C)	27,2300	27,1800	27,2050
T produk	(°C)	63,1200	64,9000	64,0100
T pengering	(°C)	65,0000	65,0000	65,0000
Q sensibel	(kJ)	0,0652	0,0671	0,0661
E	(kg)	0,0004	0,0004	0,0004
Wsp	(gr)	1,186	1,267	1,2265
	(kg)	0,0012	0,0013	0,0012
m1	(%bb)	31,134	30,354	30,7439
m2	(%bb)	11,043	11,389	11,2163
Me	(%bk)	2,651	2,699	2,6753
hfg	(kJ/kg)	2351078,6208	2346906,0160	2348992,3184
Q laten	(kJ)	914,4592	913,7540	914,1066
Q total	(kJ)	914,5244	913,8211	914,1727

D10. Perlakuan Lama Perendaman 15 jam, Suhu Pengeringan 80 °C

Parameter	Satuan	Ulangan		Rata-Rata
		1	2	
Wb	(gr)	1,821	2,121	1,9710
	(kg)	0,0018	0,0021	0,0020
Cp	(kJ/kg °C)	1,1272	1,0890	1,1081
KA jahe	(%bb)	81,818	82,314	82,0660
T lingkungan	(°C)	25,9100	25,1600	25,5350
T bahan awal	(°C)	27,1600	26,9800	27,0700
T produk	(°C)	62,4706	62,8235	62,6471
T pengering	(°C)	80,0000	80,0000	80,0000
Q sensibel	(kJ)	0,1085	0,1225	0,1155
E	(kg)	0,0005	0,0005	0,0005
Wsp	(gr)	1,388	1,634	1,5110
	(kg)	0,0014	0,0016	0,0015
m1	(%bb)	31,153	30,013	30,5830
m2	(%bb)	9,676	9,154	9,4147
Me	(%bk)	4,570	5,765	5,1675
hfg	(kJ/kg)	2352600,9459	2351773,5953	2352187,2706
Q laten	(kJ)	1127,7963	1260,7195	1194,2579
Q total	(kJ)	1127,9048	1260,8420	1194,3734

**Lampiran E. Hasil Uji Korelasi Variabel dengan Parameter**

E1. Hasil Uji Korelasi antara Variabel Percobaan (Lama Perendaman dan Suhu Pengeringan) dengan Parameter Respon Pengeringan Rimpang Jahe

Korelasi	Lama Perendaman	Suhu pengeringan	Kadar Air Awal <sup>a</sup>	Konstanta pengeringan	Konsentarsi Larutan	Laju Pengeringan	Energi Pengeringan
Lama Perendaman	1						
Suhu pengeringan	0	1					
Kadar Air Awal <sup>a</sup>	-0,931**	0,082	1				
Konstanta Pengeringan	0,291	0,897**	-0,195	1			
Konsentarsi Larutan	-0,872**	-0,101	0,879**	0,287	1		
Laju Pengeringan	-0,230	0,896**	0,354	0,750**	0,127	1	
Energi Pengeringan	-0,835**	0,083	0,908**	-0,194	0,801**	0,286	1

\*\* Korelasi dengan  $p \leq 0,01$

\* Korelasi dengan  $p \leq 0,05$

a kadar air setelah perendaman

**Lampiran F. Dokumentasi**



Waterbath



Timbangan Digital Ohaus Pioneer



Oven Memmert UNB 400



Perendaman Larutan Osmotik



Pembersihan Larutan Gula



Hasil Pengeringan Oven Suhu 65°C



Hasil Pengeringan Oven Suhu 50°C



Hasil Pengeringan Oven Suhu 80°C