



**PROFIL PERPINDAHAN MASSA AIR UMBI TALAS (*Colocasia esculenta*
(L.) Schott) PADA PROSES PENGERINGAN INFRAMERAH**

SKRIPSI

Oleh
Juneta Anggun Widarwati
NIM 151710201005

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PROFIL PERPINDAHAN MASSA AIR UMBI TALAS (*Colocasia esculenta*
(L.) Schott) PADA PROSES PENGERINGAN INFRAMERAH**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Juneta Anggun Widarwati
NIM 151710201005

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur, skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibuku Heni Widaryati dan Bapak Suhadi yang telah memberikan segala doa, dukungan dan kasih sayang selama ini.
2. Adikku Kukuh Setiawan atas semua semangat yang telah diberikan.
3. Guru-guru yang telah mendidik dan membimbingku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
4. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri; dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji (Q.S. Lukman: 12)*)

“Manfaatkan masa mudamu sebelum datang masa tuamu, manfaatkan masa luangmu sebelum datang masa sibukmu, manfaatkan waktu sehatmu sebelum datang waktu sakitmu, manfaatkan waktu kayamu sebelum datang waktu miskinmu, manfaatkan hidupmu sebelum datang matimu”. (Rasulullah SAW)**)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. Al Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: Jember.

***)Nashiruddin, M. 2005. Mukhtashar Shahih Muslim. Jakarta: Gema Insani.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Juneta Anggun Widarwati

NIM : 151710201005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Profil Perpindahan Massa Air Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pada Proses Pengeringan Inframerah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 15 Juli 2019

Yang menyatakan,

Juneta Anggun Widarwati
NIM 151710201005

SKRIPSI

**PROFIL PERPINDAHAN MASSA AIR UMBI TALAS (*Colocasia esculenta*
(L.) Schott) PADA PROSES PENGERINGAN INFRAMERAH**

Oleh

Juneta Anggun Widarwati

NIM 151710201005

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Profil Perpindahan Massa Air Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pada Proses Pengeringan Inframerah” telah diuji dan disahkan pada:

Hari/Tanggal : Kamis, 8 Agustus 2019

Tempat : Ruang 2, Gedung D, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.
NRP.760016795

Tim Penguji

Penguji Utama,

Penguji Anggota,

Ir. Tasliman, M.Eng.
NIP. 196208051993021002

Bayu Taruna W. P., S.TP., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198410082008121002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Profil Perpindahan Massa Air Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Pada Proses Pengeringan Inframerah; Juneta Anggun Widarwati, 151710201005; 2019: 71 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) merupakan tanaman palawija semusim dan menahun. Produksi umbi talas sangat melimpah dibandingkan dengan tanaman palawija lain seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung dan kacang tanah. Kandungan gizi yang lengkap pada umbi talas dapat menjadi sumber gizi dan harganya yang terjangkau. Sehingga umbi talas berpotensi digunakan sebagai bahan pangan substitusi atau diversifikasi bahan pangan yang dikonsumsi masyarakat seperti nasi, tepung, dan lain-lain. Namun masa simpan umbi talas tidak terlalu panjang sehingga perlu di proses untuk memperpanjang masa simpan. Pengeringan merupakan salah satu metode yang dapat memperpanjang masa simpan umbi talas. Pengeringan umbi talas dilakukan menggunakan pengering inframerah. Pengeringan inframerah memiliki kelebihan dari metode lainnya karena efisiensi dalam hal penggunaan energi, waktu dan karakteristik produk setelah pengeringan. Oleh karena itu, kelebihan pengeringan inframerah dapat diterapkan dalam pengeringan umbi talas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pengeringan umbi talas menggunakan pengeringan inframerah.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai April 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan adalah umbi talas yang didapatkan dari pasar tanjung, Jember. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomize Design*) dengan 3 kali pengulangan. Pengeringan umbi talas dilakukan dengan beragam suhu mulai dari suhu terendah inframerah yaitu 50, 65, 75, 85 dan 100°C. Data yang dianalisis berupa laju pengeringan, model pengeringan dan rasio rehidrasi.

Berdasarkan hasil penelitian umbi talas memiliki kandungan air yang tinggi yaitu berkisar pada 72,764 sampai 76,355%bb/menit. Laju pengeringan tertinggi pada suhu 100°C yaitu sebesar 4,700%bk/menit, suhu 85°C yaitu sebesar 3,843%bk/menit, suhu 75°C yaitu sebesar 2,920%bk/menit, suhu 65°C yaitu sebesar 1,979%bk/menit dan pada suhu 50°C yaitu sebesar 1,421%bk/menit. Data hasil pengeringan dianalisis dan uji validitasnya menggunakan grafik dan statistik. Pemodelan yang digunakan adalah pemodelan Page dan Wang & Singh. Uji validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan data yaitu dengan menggunakan *Coefficient of Determination* (R^2), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Relative Percentage Error* (P). Model Wang & Singh merupakan pemodelan yang sesuai dengan karakteristik pengeringan umbi talas menggunakan pengering inframerah. Hal tersebut dikarenakan, pada pemodelan Wang & Singh didapatkan R^2 yang mendekati nilai 1 dan RMSE yang mendekati nilai 0, apabila dibandingkan dengan pemodelan Page. Rasio rehidrasi dilakukan menggunakan 2 suhu perendaman yaitu suhu 27°C (suhu ruang) dan 60°C. Perbedaan suhu perendaman digunakan untuk mengetahui perbedaan penyerapan air umbi talas kering yang lebih baik. Pada suhu perendaman 27°C, suhu pengeringan terbaik pada suhu 85°C. Sedangkan pada suhu perendaman 60°C, suhu pengeringan terbaik terdapat pada suhu 75°C.

SUMMARY

Water Mass Transfer Profile of Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) during Infrared Drying Process; Juneta Anggun Widarwati, 151710201005; 2019: 71 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) is a seasonal and chronic secondary crop. Production of taro was very abundant compared to other secondary crops such as cassava, sweet potatoes, corn, and peanuts. Complete nutrition content of this can be a source of nutrition and the price was affordable. So it have the potential to be used as substitute food ingredients or diversification food consumed by public such as rice, flour, and others. But shelf life taro were short so needs to be processed to extend shelf life. Drying was one of method that can extend the shelf life of this. Drying taro in a infrared dryers has advantages because of the efficiency of energy use, time and product characteristics after drying. Therefore advantages infrared drying can be applied in drying taro. The purpose of the research was to find out the characteristics of mass transfer of taro moisture during infrared drying.

This research was conducted from February to April 2019 in the Laboratory of Agricultural Product Engineering, Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The material that was used taro from Tanjung market, Jember. This research used an experimental method that was Completely Randomize Design with 3 repetitions. Drying taro was carried out with a variety of drying temperatures ranging from the lowest infrared temperature of 50, 65, 75, 85, and 100°C. Data analysis in the form of drying rate, drying model and rehydration properties of the final product.

Based on the results of research, taro have a high water content which ranges 72,764 until 76,355%wb/minute. The highest drying rate at 100°C was 4,700%db/minute, 85°C was 3,843%db/minute, 75°C was 2,920%db/minute, 65°C was 1,979%db/minute, and at 50°C was 1,421%db/minute. The results of drying

data were analyzed and the validity test used graphs and statistics. The model that used was Page's and Wang & Singh's modeling. Purpose the validity test to an error rate of data by using the Coefficient of Determination (R^2), Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Relative Percentage Error (P). Wang & Singh's model was an appropriate model for the characteristics of taro drying during infrared drying. That because, in Wang & Singh's modeling, it was found that R^2 approaches the value of 1 and RMSE which approaches the value of 0 (zero) when compared with Page's modeling. The rehydration ratio was carried out using 2 soak temperatures was 27°C (room temperature) and 60°C. The difference in soak temperatures was used to determine the difference better water absorption of dried taro. At a temperature of 27°C, the best drying temperature was at 85°C. While at 60°C, the best drying temperature was at 75°C.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Profil Perpindahan Massa Air Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pada Proses Pengeringan Inframerah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

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

1. Dr. Ir. Iwan Taruna M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini;
2. Dian Purbasari, SPi., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini;
3. Ir. Tasliman, M.Eng, selaku ketua tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan demi terselesainya skripsi ini;
4. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku anggota tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan demi terselesainya skripsi ini dan selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan motivasi yang diberikan selama ini;
5. Dr. Dedy Wirawan, S.TP., M.SI., selaku Dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah membantu dalam penulisan naskah skripsi;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
7. Keluarga saya, Kedua orang tua saya, Ibu Heni Widaryati, Ayah Suhadi dan adikku Kukuh Setiawan yang telah memberikan doa dan dukungan setiap waktu;

8. Teman-teman TEP-B dan TEP 2015 yang telah membantu dan memberikan informasi serta dukungan selama ini;
9. Teman-teman seperjuangan Hera, Rina, dan teman-teman peminatan EHP yang telah membantu dan memberikan informasi, motivasi serta dukungan selama ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik do'a, tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

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

Jember, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|--------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| HALAMAN PEMBIMBING | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | x |
| PRAKATA | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Umbi Talas..... | 4 |
| 2.1.1 Karakteristik Talas | 4 |
| 2.1.2 Prapanen dan Pascapanen Talas | 4 |
| 2.1.3 Kandungan Kimia Talas | 5 |
| 2.1.4 Pemanfaatan Talas..... | 5 |
| 2.2 Pengeringan | 6 |
| 2.2.1 Teori Pengeringan | 6 |
| 2.2.2 Keuntungan dan Kerugian Pengeringan..... | 6 |
| 2.2.3 Pindah Panas dan Massa | 7 |
| 2.2.4 Kadar Air..... | 8 |
| 2.2.5 Laju Pengeringan..... | 9 |
| 2.3 Pengeringan Inframerah | 9 |
| 2.4 Model Pengeringan | 12 |
| 2.5 Rasio Rehidrasi | 12 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 14 |
| 3.3 Rancangan Penelitian | 14 |
| 3.4 Prosedur Penelitian..... | 15 |
| 3.4.1 Pengupasan dan pencucian..... | 16 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.4.2 | Pengecilan ukuran | 16 |
| 3.4.3 | Pengukuran kadar air awal | 16 |
| 3.4.4 | Pengeringan talas dengan inframerah | 16 |
| 3.4.5 | Pengukuran rasio rehidrasi | 16 |
| 3.4.6 | Variabel yang diukur | 16 |
| 3.5 | Pengukuran Penelitian | 17 |
| 3.5.1 | Kadar air awal | 17 |
| 3.5.2 | Pengeringan talas menggunakan pengering inframerah OHAUS MB25 | 17 |
| 3.5.3 | Rasio Rehidrasi | 18 |
| 3.5.4 | Analisis data | 19 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1 | Perubahan Kadar Air Umbi Talas | 22 |
| 4.2 | Laju Pengeringan | 24 |
| 4.3 | <i>Moisture Ratio</i> (Rasio Kelembaban) | 25 |
| 4.4 | Model Pindah Massa Pengeringan Umbi Talas | 26 |
| 4.5 | Uji Validitas Model | 29 |
| 4.6 | Rasio Rehidrasi | 32 |
| BAB 5. | KESIMPULAN DAN SARAN | 38 |
| 5.1 | Kesimpulan | 38 |
| 5.2 | Saran | 38 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 39 |
| | LAMPIRAN | 43 |

DAFTAR TABEL

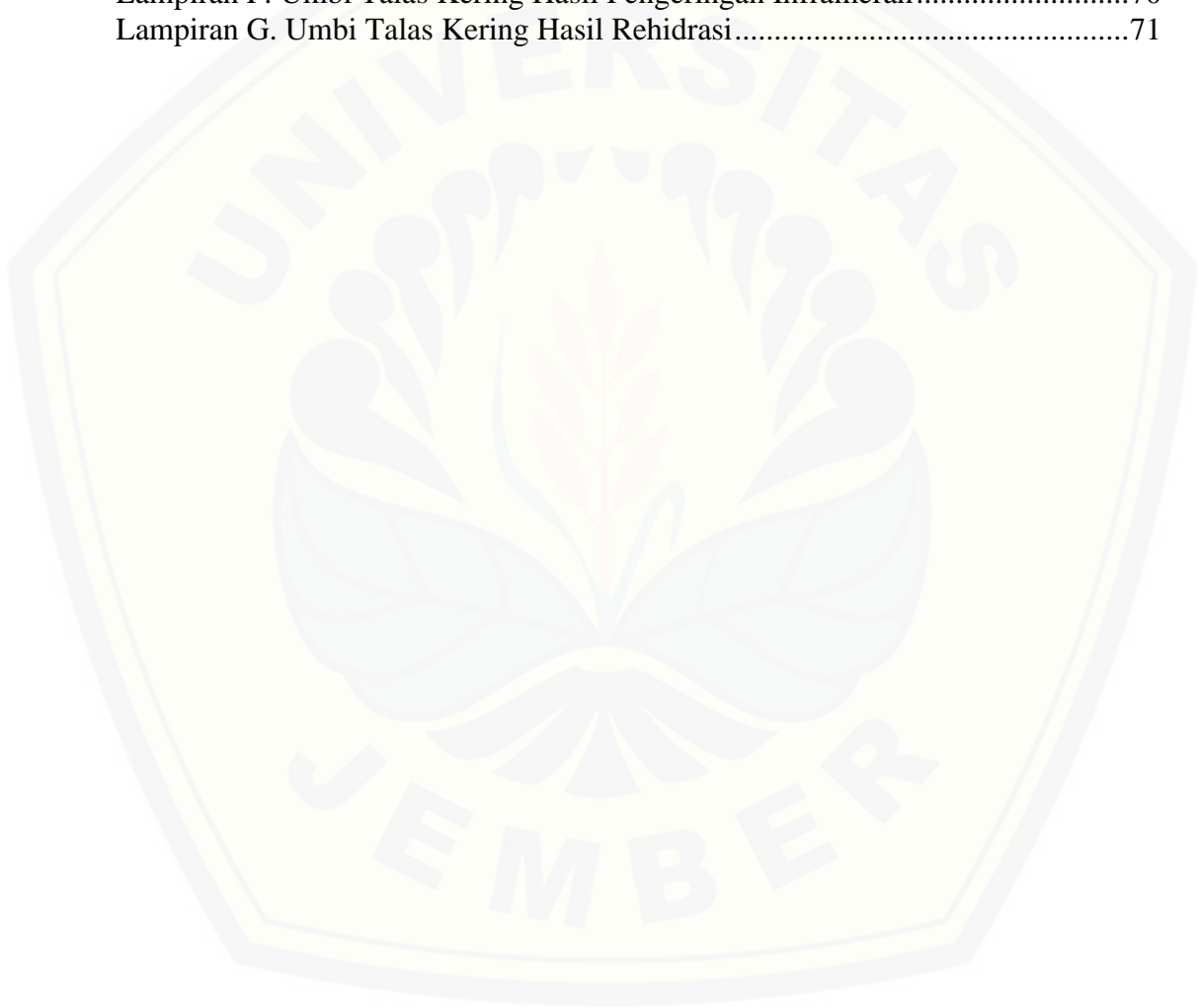
| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Perbedaan karakteristik umbi talas | 4 |
| 2.2 Kandungan gizi umbi talas | 5 |
| 2.3 Sifat radiator listrik | 11 |
| 2.4 Bentuk persamaan model pengeringan | 12 |
| 3.1 Rancangan percobaan..... | 14 |
| 4.1 Kadar air dan durasi pengeringan umbi talas selama pengeringan | 22 |
| 4.2 Nilai konstanta, R^2 , RMSE dan P model pengeringan..... | 27 |
| 4.3 Nilai rasio rehidrasi | 33 |
| 4.4 Pengembangan model pengering umbi talas..... | 35 |
| 4.5 Nilai Konstanta, R^2 , RMSE dan P..... | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kurva laju pengeringan yang menyatakan hubungan kadar air bahan dengan lama waktu pengeringan..... | 9 |
| 2.2 Prinsip pengeringan inframerah | 10 |
| 2.3 Spektrum elektromagnetik | 11 |
| 3.1 Diagram alir penelitian..... | 15 |
| 3.2 Penempatan bahan ke sample fan OHAUS MB25 | 18 |
| 4.1 Hubungan kadar air dan waktu pengeringan umbi talas | 23 |
| 4.2 Hubungan laju pengeringan dengan waktu menggunakan pengering inframerah pada beragam suhu | 24 |
| 4.3 Hubungan moisture ratio (MR) dengan waktu selama proses | 26 |
| 4.4 Hubungan konstanta a dengan $T(^{\circ}\text{C})$ pada model Wang & Singh | 28 |
| 4.5 Hubungan konstanta b dengan $T(^{\circ}\text{C})$ pada model Wang & Singh | 28 |
| 4.6 Hubungan MR data dengan MR estimasi page dan Wang&Singh | 30 |
| 4.7 Rasio rehidrasi umbi talas pada beragam suhu | 33 |
| 4.8 Estimasi nilai MR menggunakan Wang&Singh pada berbagai suhu dan waktu pengeringan umbi talas..... | 37 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran A. Data Hasil Perhitungan Kadar Air dan Laju Pengeringan Talas | 43 |
| Lampiran B. Data Hasil Plotting Persamaan Page dan Wang & Singh | 51 |
| Lampiran C. Uji Validitas Model..... | 61 |
| Lampiran D. Contoh Perhitungan Data Pengeringan Umbi Talas | 68 |
| Lampiran E. Bahan dan Alat dalam Pengeringan Umbi Talas | 69 |
| Lampiran F. Umbi Talas Kering Hasil Pengeringan Inframerah..... | 70 |
| Lampiran G. Umbi Talas Kering Hasil Rehidrasi..... | 71 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat, sehingga tidak bisa mengandalkan pemenuhan sumber karbohidrat hanya pada beras. Padahal, potensi ketersediaan bahan pangan lokal sangat melimpah misalnya umbi-umbian. Salah satu umbi tersebut adalah umbi talas. Produksi tanaman talas mencapai 30 ton/ha (Taufiqurrizqi, 2013). Talas memiliki kontribusi untuk menjaga ketahanan pangan karena dapat digunakan sebagai makanan pengganti dan sumber penghasil karbohidrat (Purnomo dan Purnamawati, 2007).

Talas dapat dijadikan bahan olahan dengan nilai ekonomi tinggi karena berpotensi sebagai substitusi dan diversifikasi bahan pangan yang sering dikonsumsi masyarakat misalnya nasi, tepung, dan lain-lain. Salah satu produk olahan setengah jadi dari talas yaitu tepung talas. Penepungan talas memerlukan suatu proses pengeringan. Pengeringan talas perlu dilakukan yang bertujuan untuk memperpanjang daya simpan, menciptakan keanekaragaman produk talas, memberikan nilai tambah dan mempermudah pengangkutan karena tidak membutuhkan tempat yang luas.

Metode pengeringan inframerah memiliki keunggulan dalam penggunaan energi rendah dan waktu lebih cepat terhadap talas yang dikeringkan. Inframerah memiliki panjang gelombang antara 0,74 μm sampai 100 μm , sehingga waktu pengeringan talas menjadi lebih cepat. Selain itu, pengeringan talas yang dihasilkan menjadi lebih seragam. Kelebihan metode ini menjadikan metode inframerah diterapkan dalam pengeringan talas.

Pengeringan merupakan perpindahan panas dan perpindahan massa air yang berjalan secara simultan. Selama proses pengeringan, akan terjadi proses perpindahan massa air dari bahan ke udara (Amanah *et al.*, 2010). Di samping itu, setelah talas dikeringkan akan mengalami perubahan mutu yang dapat diukur dengan rasio rehidrasi. Pengukuran rasio rehidrasi talas kering dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu pengeringan. Apabila kemampuan

rehidrasi bahan tinggi maka proses pengeringan berjalan dengan baik. Sehingga diperlukan analisis mengenai perpindahan massa air umbi talas pada proses pengeringan inframerah.

1.2 Rumusan Masalah

Umbi talas memiliki batas massa simpan sehingga perlu dikaji sifat fisik dan karakteristik pengeringan untuk melihat bagaimana hubungan pemberian panas dengan karakteristik bahan yang dikeringkan. Oleh karena itu diperoleh hasil akhir talas kering yang memiliki massa simpan yang paling lama.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meneliti perpindahan massa air talas pada pengeringan dengan suhu pengeringan yang berbeda-beda. Variabel yang diukur adalah kadar air, laju pengeringan, model pengeringan dan rasio rehidrasi talas hasil pengeringan inframerah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah mempelajari proses pengeringan umbi talas menggunakan pengeringan inframerah, sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui profil perpindahan massa air talas yang berupa perubahan kadar air dan laju pengeringan selama proses pengeringan inframerah.
2. Mengetahui model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik umbi talas untuk mengestimasi perpindahan massa selama pengeringan inframerah.
3. Menentukan rasio rehidrasi umbi talas hasil pengeringan inframerah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dapat digunakan sebagai salah satu rekomendasi teknologi pengawetan bahan pangan.

2. Bagi institusi yaitu memberikan informasi tentang pengolahan umbi talas menggunakan pengering inframerah.
3. Bagi masyarakat untuk memberikan informasi mengenai pengolahan umbi talas agar dapat bertahan lama.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umbi Talas

2.1.1 Karakteristik Talas

Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) termasuk golongan sayuran jenis umbi yang tumbuh di dalam tanah. Talas berbentuk silinder atau bulat dengan berat berkisar 95 sampai 932 gram, berukuran 30 cm x 15 cm, Talas memiliki kulit yang tipis dengan permukaan yang berserabut dan berwarna coklat. Daunnya berbentuk perisai atau hati, lembaran daun dengan panjang 20-50 cm, dengan tinggi tangkai mencapai 1 meter. Perbungaannya terdiri atas tongkol, seludang dan tangkai (Purwono dan Purnamawati, 2007).

Tabel 2.1 Perbedaan karakteristik umbi talas

| Jenis | Warna umbi | | Lendir | Efek |
|---------|-------------|--------------|---------|--------------|
| | Mentah | Matang | | |
| Ketan | Putih | Putih | Banyak | Sangat gatal |
| Mentega | Kuning | Kuning | Sedikit | Kurang gatal |
| Bentul | Agak kuning | Putih Marmer | Sedikit | Kurang gatal |

2.1.2 Prapanen dan Pascapanen Talas

Jarak tanam talas disesuaikan dengan kondisi tanah dan keadaan musim. Jarak tanam talas dapat berukuran 75 x 75cm, 70 x 70cm atau 50 x 70cm. Musim tanam talas yang baik yaitu menjelang musim hujan, sedangkan musim panen tergantung dengan varietas talas. Talas dapat tumbuh di suhu lingkungan 25-30°C dan kelembaban tinggi. Selain itu, talas dapat tumbuh di daratan tinggi terutama pada tanah tadah hujan dan tumbuh sangat baik pada lahan yang bercurah hujan 2000mm/tahun atau lebih. Tanaman talas dikenal dengan sebutan “*the potato of the humid tropics*” (Cartam, 2014).

Penyiangan rumput liar sekitar tanaman bertujuan untuk memperoleh umbi dengan kualitas baik. Kualitas talas dapat ditinjau berdasarkan penanganannya yaitu saat budidaya atau prapanen talas. Kualitas talas dapat menurun selama prapanen yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit tanaman talas.

Pemanenan talas dapat di panen antara umur 8-10 BST (Bulan Setelah Tanam). Massa panen talas yang tidak tepat akan menurunkan kualitas talas. Pemanenan yang terlalu cepat akan menghasilkan talas yang tidak kenyal dan pulen. Sedangkan pemanenan yang lambat akan menghasilkan talas keras dan liat. Penanganan pascapanen talas antara lain pengumpulan hasil panen, penyortiran (sortasi) dan penggolongan, serta pengemasan dan pengangkutan

2.1.3 Kandungan Kimia Talas

Komposisi kimia talas tergantung jenis dan varietas yang dipengaruhi oleh iklim, kesuburan tanah, umur panen dan lain-lain. Talas merupakan sumber karbohidrat yang memiliki rasa agak manis. Talas mengandung senyawa kimia seperti alkaloid, glikosida, minyak esensial, resin, gula, dan asam organik. Talas mengandung pati sebesar 18,2%, sukrosa dan gula reduksinya sebesar 14,2% dan karbohidrat sebesar 23,7%. Talas mengandung kalsium oksalat tinggi yang menyebabkan rasa tajam dan gatal. Kalsium oksalat akan rendah apabila dimasak (Purwono dan Purnamawati, 2007). Kandungan gizi pada umbi talas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan gizi umbi talas

| Komponen | Satuan | Talas mentah | Talas kukus | Talas rebus |
|---------------------|--------|--------------|-------------|-------------|
| Energi | Kal | 98 | 120 | - |
| Protein | G | 1.9 | 1.5 | 1.18 |
| Lemak | G | 0.2 | 0.3 | 0.17 |
| Karbohidrat | G | 23.7 | 28.2 | 29.31 |
| Kalsium | Mg | 28.0 | 31.0 | 0.026 |
| Fosfor | Mg | 61 | 63 | - |
| Besi | Mg | 1.0 | 0.7 | - |
| Vitamin A | RE | 3 | 0 | - |
| Vitamin C | Mg | 4.0 | 2.0 | - |
| Vitamin B1 | Mg | 0.13 | 0.05 | - |
| Air | G | 73.0 | 69.2 | 61.0 |
| Bahan dapat dimakan | % | 85 | 85 | - |

Sumber : (Koswara, 2013).

2.1.4 Pemanfaatan Talas

Umbi talas memiliki nilai gizi yang cukup baik. Komponen makronutrien dan mikronutrien yang terkandung dalam talas meliputi protein, karbohidrat,

lemak, serat kasar, fosfor, kalsium, besi, tiamin, riboflavin, niasin, dan vitamin C. Umumnya talas dapat dimanfaatkan sebagai berikut ini:

1. Tepung Talas

Tepung merupakan hasil olahan dengan memperkecil ukuran menggunakan metode penggilingan. Kadar air tepung rendah sehingga daya awet tinggi. Talas dapat digunakan bahan baku tepung karena kandungan pati tinggi sekitar 70-80%.

2. Dodol Talas

Pembuatan dodol tape talas digunakan untuk meningkatkan umur simpan. Proses pembuatannya sama seperti pembuatan dodol pada umumnya, hanya talas harus lebih dahulu difermentasikan menjadi tape talas kemudian baru diolah menjadi dodol. Fermentasi dapat mengurangi kandungan asam oksalat yang menyebabkan rasa gatal pada talas.

3. Enyek-Enyek Talas

Enyek-enyek merupakan makanan rungan yang berbentuk seperti kerupuk dan populer di kalangan masyarakat Sunda.

4. Chese Stick Talas

Chese stick merupakan jenis makanan yang berasal dari luar Indonesia yang menggunakan keju sebagai pembentuk citarasa.

5. Keripik Talas

Keripik talas merupakan makanan yang diiris tipis kemudian digoreng dengan menggunakan tepung yang dibumbui (Koswara, 2013).

2.2 Pengeringan

2.2.1 Teori Pengeringan

Prinsip pengeringan adalah mengeluarkan air atau sebagian air dari bahan makanan dengan menggunakan energi panas dengan tujuan memperkecil kerusakan bahan makanan. Pada umumnya pengurangan air sampai batas dimana mikoba tidak dapat tumbuh (Kumalaningsih *et al.*, 2009).

2.2.2 Keuntungan dan Kerugian Pengeringan

Keuntungan pengeringan adalah penyimpanan menjadi lebih tahan lama dan volume menjadi lebih kecil sehingga menghemat ruang pengangkutan dan

pengepakan, berat bahan berkurang sehingga memudahkan pengangkutan dan biaya produksi menjadi lebih murah. Sedangkan kerugiannya yaitu sifat bahan yang dikeringkan berubah misalnya bentuknya, sifat fisik (pengerutan, perubahan warna, kekerasan, dll) dan kimianya (penurunan vitamin C, dsb), penurunan mutu, kerusakan mikrobiologis dan lain-lain. Kerugian yang lain disebabkan karena beberapa bahan kering membutuhkan pekerjaan tambahan sebelum digunakan misalnya harus dibasahkan kembali (rehidrasi) (Martunis, 2012).

2.2.3 Pindah Panas dan Massa

Pindah massa adalah pemindahan air keluar dari bahan pangan. Dalam pengeringan, umumnya diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimum. Oleh karena itu, terdapat beberapa faktor-faktor untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan adalah sebagai berikut:

1. Luas Permukaan

Bahan pangan yang akan dikeringkan harus mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara dipotong, diiris, digiling. Pengecilan ukuran dapat mempercepat pengeringan dengan mekanisme sebagai berikut:

- a) Pengecilan ukuran akan memperluas permukaan bahan. Luas permukaan bahan yang tinggi menyebabkan permukaan dapat berhubungan langsung dengan medium pemanasan menjadi lebih baik
- b) Luas permukaan bahan yang tinggi menyebabkan air lebih mudah menguap dari bahan pangan sehingga kecepatan penguapan air lebih cepat.
- c) Ukuran yang lebih kecil menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh panas. Panas bergerak menuju pusat bahan pangan yang dikeringkan.

2. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan maka semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat penguapan air dari bahan pangan. Udara yang bersuhu tinggi dapat mengambil lebih banyak uap air dari bahan pangan dibandingkan udara yang bersuhu rendah.

3. Kecepatan Udara

Udara yang bergerak atau bersirkulasi akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan udara yang diam. Semakin cepat pergerakan udara, maka proses pengeringan juga semakin cepat.

4. Kelembaban Udara

Kelembaban udara menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Bahan pangan yang telah dikeringkan bersifat higroskopis yang dapat menyerap air dari udara sekitar. Proses penyerapan air akan terhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai.

5. Tekanan Atmosfir dan Vakum

Semakin kecil tekanan udara maka semakin besar kemampuan udara mengangkut air selama pengeringan. Semakin kecil tekanan maka kerapatan udara semakin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tertampung dan disingkirkan dari bahan.

6. Lama Pengeringan

Lama pengeringan menentukan lama kontak bahan dengan panas. Pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu pengeringan yang singkat dapat menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan dengan suhu rendah dan waktu pengeringan yang lama.

2.2.4 Kadar Air

Kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot. Kadar air bahan dinyatakan atas bobot kering (*dry basis*) dan bobot basah (*wet basis*). Kadar air basis kering adalah perbandingan antara berat air dalam bahan dengan berat bahan kering. Berat bahan kering adalah berat bahan awal dikurangi dengan berat air. Kadar air basis basah adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan mentah. Untuk menghitung kadar air basis basah dan basis kering pada Persamaan 2.1 dan 2.2 (Effendi, 2009).

$$\text{Kadar air basis basah (\%)} : mbb = \frac{(W_t - W_d)}{W_t} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.1$$

$$\text{Kadar air basis kering (\%)} : Mb_k = \frac{(W_t - W_d)}{(W_t - W_m)} \times 100\% = \frac{W_m}{W_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan:

W_m = Berat air dalam bahan (g)

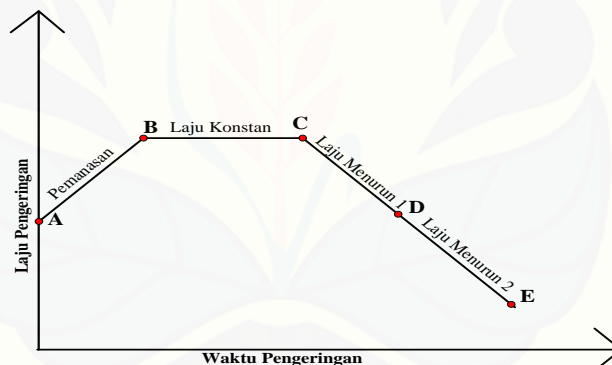
W_d = Berat bahan kering (g)

W_t = Berat total (g)

2.2.5 Laju Pengeringan

Laju pengeringan menggambarkan kecepatan pengeringan berlangsung. Laju pengeringan diperlukan untuk merencanakan waktu pengeringan dan memperkirakan ukuran alat yang digunakan untuk pengeringan bahan. Tahap pengeringan dapat dibagi menjadi:

1. Tahap penyesuaian akibat pemanasan bahan sampai terjadi penguapan dimulai dari A ke B atau garis AB.
2. Tahap pengeringan konstan dimulai dari B ke C atau garis BC.
3. Tahap pengeringan menurun pertama dimulai dari C ke D .
4. Tahap pengeringan menurun kedua dimulai dari D ke E (Effendi, 2009).



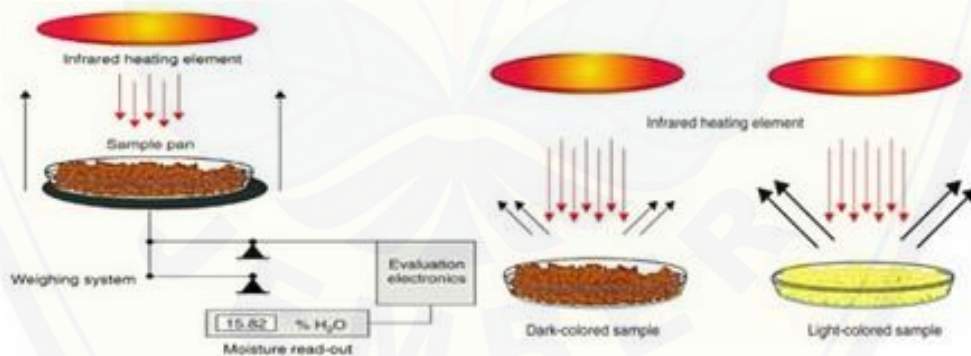
Gambar 2.1 Kurva laju pengeringan

2.3 Pengeringan Inframerah

Radiasi terdiri dari panjang gelombang yang sangat pendek sampai yang sangat panjang. Berdasarkan spektrum elektromagnetiknya, radiasi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu radiasi panas (*heating radiation*) adalah radiasi yang menggunakan sinar dengan frekuensi rendah atau dengan gelombang panjang dan radiasi pengion (*ionizing radiation*) menggunakan sinar dengan frekuensi tinggi atau dengan gelombang pendek. Salah satu radiasi panas adalah sinar inframerah yang energinya dikeluarkan dalam bentuk panas (Winarno *et al.*, 1980:54). Keuntungan inframerah adalah efisiensi tinggi mengubah energi listrik menjadi

energi panas, radiasi langsung memanaskan bahan tanpa memanaskan udara sekitar, proses pengontrolan mudah, menghasilkan produk berkualitas tinggi dan produk kering seragam, konsumsi energi rendah, efisiensi energi tinggi, kecepatan transfer panas tinggi, dan mengurangi waktu pengeringan (Afifah *et al.*, 2015).

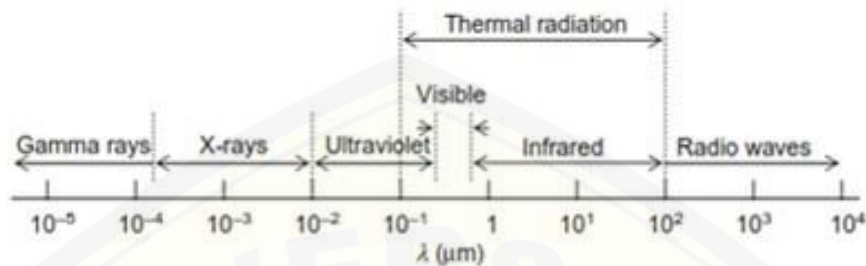
Radiasi inframerah (IR) adalah jenis radiasi elektromagnetik yang terletak antara cahaya tampak dan gelombang radio pada spektrum elektromagnetik. Transmisi radiasi elektromagnetik tidak membutuhkan media untuk perambatan. Radiasi IR memiliki panjang gelombang dari 0,74 μm sampai 100 μm dalam spektrum. Radiasi IR diklasifikasikan sebagai inframerah dekat (0,75-3 μm), inframerah sedang (3-25 μm) dan inframerah jauh (25-100 μm). Sama seperti *microwave*, radiasi inframerah mentransfer energi panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik dan spektrum elektromagnetiknya yang berbatasan dengan cahaya tampak dan gelombang mikro. Panas yang dihasilkan dari gelombang mikro dihasilkan dari gesekan molekul air sedangkan inframerah diakibatkan karena energi diserap dan diubah menjadi panas. Tujuan dari pemanas gelombang mikro dan inframerah adalah menurunkan kadar air, inaktivasi mikroba dan enzim, dan menciptakan cita rasa tertentu (Estiasih dan Ahmadi, 2011)



Gambar 2.2 Prinsip pengeringan inframerah

Radiasi elektromagnetik yang mengenai permukaan bahan akan diserap, diteruskan, dan dipantulkan. Radiasi yang diserap bahan akan meningkatkan suhu bahan. Jumlah radiasi yang diteruskan dan diserap bahan tergantung pada panjang gelombang dan karakteristik fisik bahan (Mujumdar, 2006). Pengeringan inframerah terdiri dari komponen utama yaitu LED dan daya, memancarkan radiasi dengan panjang gelombang puncak 1 μm , piringan putar yang dilapisi

dengan aluminium foil untuk penempatan bahan. Piringan diletakkan pada mesin dengan kecepatan 80 ppm. Mesin diletakkan pada timbangan untuk mengukur berat bahan selama pengeringan (Grdzlishvili dan Hoffman, 2012).



Gambar 1 Spektrum elektromagnetik

Bagian IR pada dasarnya terdiri dari sumber panas (radiator atau emitor), reflektor, soket, sambungan listrik dan kerangka pada setiap bagian disusun bersama. Komponen utama adalah radiator yang tergantung pada cara pemanasan yang diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Radiator yang dipanaskan dengan listrik: radiasi IR diperoleh menggunakan arus listrik melalui tahanan untuk menaikkan suhu. Umumnya menggunakan batang logam penghasil panas, tabung kuarsa dan lampu kuarsa.
2. Radiator yang dipanaskan dengan gas : radiator ini terdiri dari logam dan penahan panas yang dipanaskan oleh gas api di salah satu permukaan sehingga pelat menaikkan suhu dan memancarkan energi radiasi (Mujumdar., 2006).

Tabel 2.3 Sifat radiator listrik

| Type emitor | Selubung logam | Tabung kuarsa | Lampu kuarsa |
|--|-----------------|----------------------|--------------------|
| Bahan selubung | Stainless steel | Kuarsa tembus cahaya | Kuarsa jernih |
| Diameter selubung (inci) | 3/8 | 3/8, 5/8, 7/8 | 3/8 |
| Filamen | Nikel | Nikel | Tungsten (wolfram) |
| Bahan pengisi | Bubuk isolasi | Udara | Gas inert |
| Suhu filamen maksimal ($^{\circ}\text{F}$) | 1800 | 1800 | 4000 |
| Panjang gelombang (μm) | - | 2,3 | 1,15 |
| Volt (V) | 240 | Hingga 600 | ~600 |
| Watt (W/inci) | 60 | 30, 60 atau 90 | 100 |
| Efisiensi radiasi (%) | 50 | 60 | 86 |

Sumber: (Mujumdar., 2006).

2.4 Model Pengeringan

Persamaan laju pengeringan memiliki banyak model diantaranya yaitu model Page dan model Wang&Singh. Persamaan model Page didapatkan dengan cara memplotkan variabel $\ln(t)$ pada sumbu x dan variabel $\ln(-\ln MR)$ pada sumbu y sehingga diketahui $y = a + bx$, dimana y merupakan $\ln(-\ln MR)$, a yaitu nilai eksponen dari intercept yang merupakan nilai k, b merupakan nilai N, dan x merupakan gradien garis. Sedangkan Persamaan Wang&Singh didapatkan dengan cara menghubungkan nilai MR dengan t (menit) sehingga diketahui $y = 1 + ax + bx^2$, dimana a dan b merupakan nilai konstanta pengeringan dan nilai x merupakan t (menit) (Dimulyo, 2017).

Menurut Yulianti (2016), Model Page merupakan modifikasi dari model Lewis dengan tujuan untuk mendapatkan model yang lebih tepat dengan menambahkan koefisien n. Model Page telah menghasilkan simulasi yang sesuai untuk menjelaskan pengeringan produk pertanian dibandingkan persamaan lainnya yaitu perpindahan uap air secara difusi yang lebih sulit dan memerlukan banyak waktu dalam pengolahan data komputasi (Yadollahinia *et al.*, 2008). Bentuk persamaan MR kedua model tersebut yaitu sebagai berikut ini.

Tabel 2.4 Bentuk persamaan model pengeringan

| Model Pengeringan | Persamaan |
|-------------------|----------------------|
| Page | $MR = \exp(-kt^n)$ |
| Wang&Singh | $MR = 1 + at + bt^2$ |

2.5 Rasio Rehidrasi

Pengeringan memiliki keuntungan dan kekurangan. Kerugian dari pengeringan adalah sifat asal bahan yang dikeringkan akan berubah, misalnya, bentuknya, sifat fisik (penurunan mutu dan perubahan warna) dan kimia (penurunan vitamin). Kerugian yang lain disebabkan beberapa bahan kering perlu pekerjaan tambahan sebelum dipakai misalnya harus dibasahi kembali sebelum digunakan. Kualitas produk kering salah satunya dapat ditentukan dengan rasio rehidrasi. Rehidrasi adalah proses pengembalian air pada bahan kering, misalnya dengan cara merendam bahan yang telah dikeringkan. Rasio rehidrasi adalah

perbandingan antara berat bahan setelah rehidrasi dengan berat segar mula-mula (Winarno, 1993:143-146).

Rasio rehidrasi merupakan rasio dari massa air yang diserap terhadap massa awal bahan (Faizah, 2018). Pada proses rehidrasi terjadi peningkatan massa dari kondisi kering bahan. Peningkatan massa bahan terjadi karena proses gelatinisasi selama proses rehidrasi. Dinding sel akan menyerap air dan melunak jika bahan direhidrasi. Adanya elastisitas pada dinding sel maka dinding sel akan kembali ke bentuk semula (Widyasanti *et al.*, 2018). Nilai rasio rehidrasi yang semakin tinggi menunjukkan kemampuan produk kering menyerap air semakin tinggi dan tingkat elastisitas dinding sel semakin baik begitupun sebaliknya. Nilai rasio rehidrasi yang tinggi sangat diharapkan pada produk kering karena menunjukkan bahwa produk kering tersebut mendekati bentuk semula atau memiliki mutu fisik yang baik (Widyasanti *et al.*, 2018).

Menurut Putriningsih *et al.*, (2018) prinsip pengujian rasio rehidrasi adalah dengan menghitung selisih berat kering sebelum dan sesudah direndam dalam air 200 ml dengan suhu 60°C selama 10 menit dan dinyatakan dalam persen. Sedangkan menurut Nurcahyo dan Zubaidah (2015) pengukuran rasio rehidrasi dilakukan dengan cara memasukkan sampel sebanyak 1 gr ke dalam 100 ml air panas selama 10 menit disaring dan dibiarkan 1 menit, kemudian ditimbang berat akhirnya. Rasio rehidrasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3

$$\text{Rasio rehidrasi} = \frac{\text{berat tiris (berat setelah menyerap air)(g)}}{\text{berat awal bahan (g)}} \dots\dots\dots 2.3$$

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inframerah OHAUS MB25 *moisture analyzer*, *waterbath*, timbangan digital ohaus pioneer (akurasi 0,001 g), cawan sampel, desikator, oven, *thermocouple*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, kamera, wadah kedap udara, label penanda, penjepit, kantong plastik, pisau, parutan, kertas saring, baskom, tripod, laptop, dan MS Excel 2007.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi talas yang diperoleh di daerah Jambuan, Jember dan *aquadest*. Kriteria pemilihan umbi talas yaitu umbi yang segar, tidak memar, t dan tidak berlubang.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali pengulangan. Variabel yang diamati antara lain adalah kadar air, laju pengeringan, model pengeringan dan rasio rehidrasi. Rancangan penelitian dilihat pada Tabel 3.1

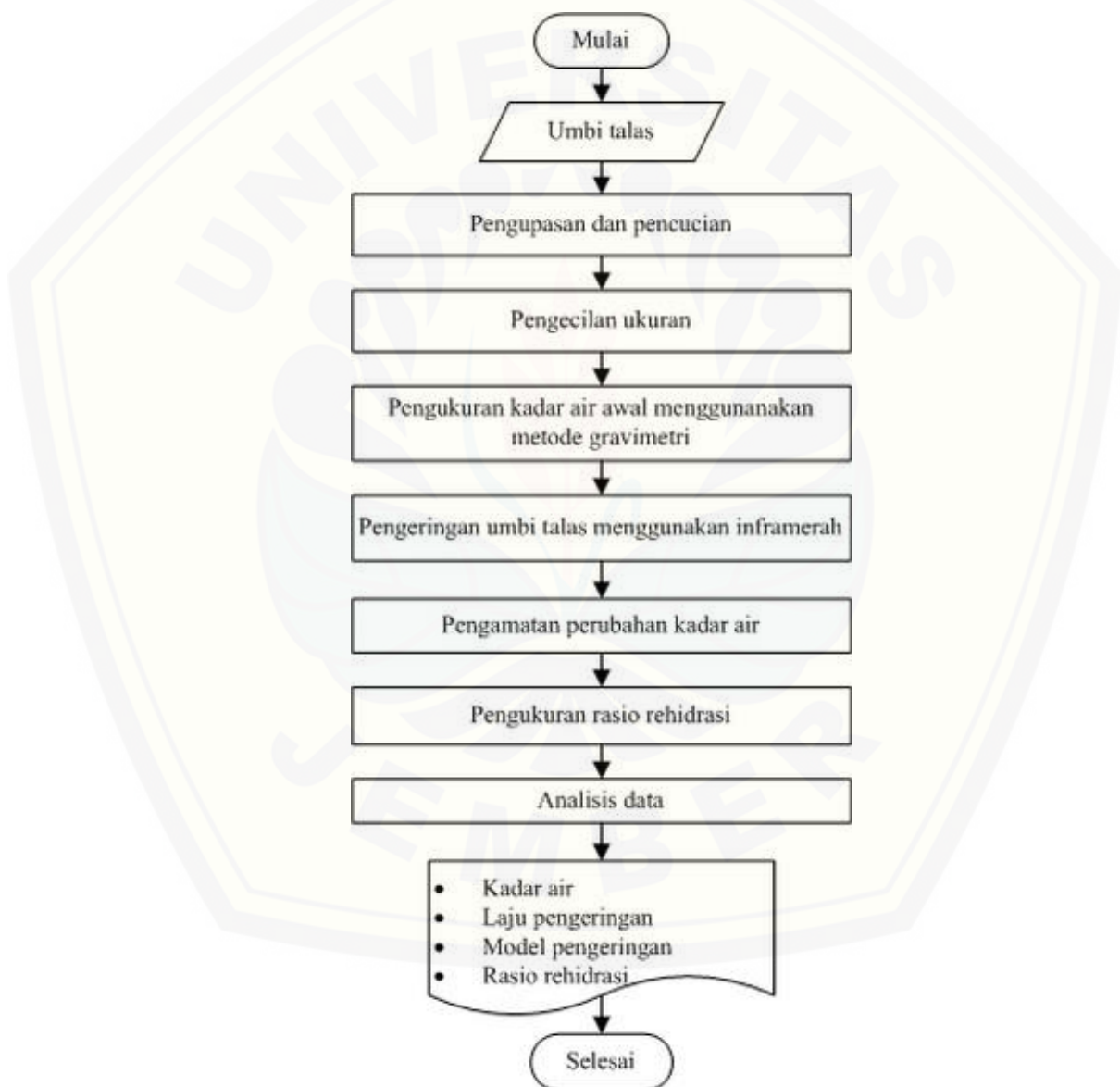
Tabel 3.1 Rancangan percobaan

| Variabel percobaan | Perlakuan (°C) | Kode | Variabel pengukuran |
|--------------------|----------------|------|---|
| Suhu | 50 | T1 | a. Kadar air b. Laju Pengeringan c. Model Pengeringan d. Rasio Rehidrasi |
| | 65 | T2 | |
| | 75 | T3 | |
| | 85 | T4 | |
| | 100 | T5 | |

Suhu yang digunakan mulai dari suhu terendah pada alat yaitu suhu 50, 65, 75, 85, dan 100°C. Tujuan digunakannya variasi suhu adalah untuk mengetahui perpindahan massa air umbi pada variasi suhu pengeringan inframerah.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini ditunjukkan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

3.4.1 Pengupasan dan pencucian

Penelitian ini menggunakan umbi talas dalam kondisi yang segar dan tidak berlubang. Umbi talas tersebut lalu dikupas dan dicuci untuk menghilangkan kotoran. Talas dikupas secara manual menggunakan pisau untuk memisahkan kulit dan daging buahnya

3.4.2 Pengecilan ukuran

Talas dilakukan pengecilan ukuran menggunakan parutan. Dalam 1 perlakuan, talas yang digunakan sebanyak ± 35 g dengan pembagian ± 20 g untuk pengeringan menggunakan inframerah dan ± 15 g digunakan untuk menghitung kadar air awal secara gravimetri. Berat sampel umbi talas diukur menggunakan timbangan digital.

3.4.3 Pengamatan kadar air awal

Pengukuran kadar air awal menggunakan metode gravimetri dengan suhu 105°C selama 6 jam.

3.4.4 Pengeringan talas dengan inframerah

Pengeringan talas menggunakan inframerah dengan variasi suhu yang berbeda yaitu 50, 65, 75, 85, 100°C . Waktu pengeringan ditentukan hingga kadar air sampel mencapai 10%bb dan aman untuk disimpan.

3.4.5 Pengukuran rasio rehidrasi

Pengukuran rasio rehidrasi dilakukan dengan memasukkan sampel yang telah dikeringkan ke dalam *waterbath* hingga kadar sampel mencapai suhu kamar.

3.4.6 Variabel yang diukur

Pada penelitian ini, variabel-variabel yang diukur dan diamati untuk memudahkan proses analisis dan perhitungan antara lain:

a. Berat sampel umbi talas

Berat sampel yang diukur meliputi berat bahan awal, berat bahan akhir dan penurunan berat bahan selama proses pengeringan.

b. Kadar air

Kadar air umbi talas yang diukur meliputi kadar air awal, kadar air akhir dan penurunan berat bahan selama proses pengeringan.

c. Waktu pengeringan

Waktu pengeringan ditentukan hingga kadar air umbi talas mencapai <10% bb.

d. Rasio rehidrasi

Pengukuran rasio rehidrasi dilakukan setelah umbi talas selesai dikeringkan.

3.5 Pengukuran Penelitian

3.5.1 Kadar air awal

Pengukuran kadar air talas menggunakan metode gravimetri atau oven (AOAC, 1995) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 15 menit.
2. Letakkan cawan yang telah dikeringkan dalam desikator selama 15 menit.
3. Timbang cawan menggunakan neraca digital.
4. Sampel sebanyak ditempatkan dalam cawan yang sudah ditimbang dan dipasang kode masing-masing sampel.
5. Cawan yang berisi sampel kemudian dikeringkan dalam oven selama 6 jam dengan suhu 105°C.
6. Setelah itu, dinginkan cawan yang berisi sampel dalam desikator selama 15 menit
7. Setelah dimasukkan ke dalam desikator, cawan yang berisi sampel ditimbang menggunakan neraca analitik.
8. Kemudian dihitung kadar air awal menggunakan Persamaan 3.1.

$$kadarairawal = \frac{(b - a) - (c - a)}{(b - a)} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan : a = cawan kosong (g)
 b = cawan + bahan 5 g (g)
 c = cawan + bahan kering (g)

3.5.2 Pengeringan talas menggunakan pengering inframerah OHAUS MB25

Tahapan pengukuran perpindahan massa air talas selama pengeringan dilakukan sebagai berikut ini.

1. Mengatur alat pada posisi *weight mode* untuk menimbang bahan. Memasukkan bahan ke dalam *sample fan* sebanyak ± 20 gram dan masukkan *sample fan* tersebut ke dalam OHAUS MB25.



Gambar 3.2 Penempatan bahan ke *sample fan* OHAUS MB25

2. Mencari suhu yang diinginkan. Suhu pada OHAUS MB25 mulai dari 50°C sampai 160°C. Mengatur waktu dengan menekan posisi AUTO. Posisi AUTO akan berhenti ketika alat mendeteksi bahan yang telah kehilangan berat sebesar 1 mg dalam 60 detik. OHAUS MB25 akan berbunyi untuk menandakan proses pengeringan telah berhenti.
3. Menyiapkan dan mengatur posisi kamera dan tripod untuk merekam penurunan berat bahan, %kadar air, suhu dan waktu pengeringan pada *display* layar OHAUS MB25 selama pengeringan. Lalu tekan tombol mulai pada OHAUS MB25.
4. Setelah OHAUS MB25 berbunyi, sampel dikeluarkan.
5. Penentuan penurunan kadar air talas selama proses pengeringan inframerah hingga mencapai kadar air <10% menggunakan kadar air basis basah dan basis kering pada Persamaan 2.1 dan 2.2.

3.5.3 Rasio Rehidrasi

Pengukuran rasio rehidrasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Sampel umbi talas kering dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 3gr dan ditambah *aquadest* sebanyak 15 ml.
2. Sampel dimasukkan ke *waterbath* bersuhu 60°C dan 27°C selama 10 menit.

3. Sampel dibiarkan sampai kering.
4. Setelah sampel mengalami rehidrasi lalu ditimbang.
5. Kemudian dihitung nilai rasio rehidrasi menggunakan Persamaan 2.3 (Putriningsih *et al.*, 2018) dan (Nurchahyo dan Zubaidah, 2015).

3.5.4 Analisis data

a. Kadar air awal

Berat awal dan berat sesudah dikeringkan dilakukan menggunakan metode gravimetri, kemudian dihitung kadar air awal dengan Persamaan 3.1.

b. Kadar Air Bahan

Pengukuran kadar air basis basah dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Sedangkan untuk pengukuran kadar air basis kering dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2. Nilai kadar air kesetimbangan (M_e) didapatkan dari pengeringan mencapai berat konstan. Alat pengeringan inframerah OHAUS akan berbunyi setelah mencapai kadar air kesetimbangan atau berat konstan.

c. Kadar air selama pengeringan

Pengukuran kadar air bahan selama pengeringan berlangsung pada suhu 50, 65, 75, 85, dan 100°C. Data perubahan kadar air, dianalisis sebagai laju pengeringan untuk mendapatkan Persamaan MR (*Moisture Ratio*) yang telah dilakukan dalam penelitian (Dimulyo, 2017). Nilai MR dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2 berikut ini.

$$MR = \frac{(M_t - M_e)}{(M_0 - M_e)} \dots\dots\dots 3.2$$

Keterangan:

- MR = rasio kelembaban
- M_t = kadar air pada saat t (%bk)
- M_e = kadar air kesetimbangan (%bk)
- M_0 = kadar air awal (%bk)

Perubahan kadar air selama pengeringan diprediksi dengan Persamaan Page seperti pada Persamaan 3.3

$$MR_{Page} = \exp(-kt)^n \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan :

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

$$\ln(-\ln MR) = \ln k + N \ln t \dots\dots\dots 3.4$$

nilai konstanta k dan N diperoleh dengan cara plotting $\ln(-\ln(MR))$ sebagai sumbu y dan $\ln t$ sebagai sumbu x. Sehingga persamaan tersebut dapat diuraikan menjadi persamaan regresi:

$$Y = a + bx \dots\dots\dots 3.51$$

Dengan:

- Y = $\ln(-\ln MR)$
- a = $\ln k$
- b = N
- x = $\ln t$

Untuk perbandingan perubahan kadar air selama pengeringan juga dapat diprediksi dengan Persamaan Wang&Singh, yang dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

$$MR \text{ Wang\&Singh} = 1 + at + bt^2 \dots\dots\dots 3.6$$

Keterangan :

Nilai konstanta a dan b diperoleh dari hasil plotting MR sebagai sumbu y dan t sebagai sumbu x.

d. Laju Pengeringan

Profil laju pengeringan selama proses pengeringan berlangsung ditentukan dengan Persamaan 3.7.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{(mt_1 - mt_2)}{(\Delta t)} \dots\dots\dots 3.7$$

Keterangan :

- dM/dt = Laju pengeringan (% bk/menit)
- mt_1 = Kadar air bahan saat waktu ke t-1 (% bk)
- mt_2 = Kadar air bahan saat waktu ke t-2 (% bk)

Δt = Selisih t1 dan t2 (menit)

e. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan menggunakan nilai *Coefficient of determination* (R^2), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Relative Percentage Error* (P). Persamaan berikut ini digunakan untuk menghitung parameter-parameter di atas yaitu sebagai berikut (Younis *et al.*, 2017)

Nilai *Coefficient of determination* (R^2) diperoleh dari memplottingkan MR data dan MR prediksi. Jika nilai R^2 mendekati 1 maka model yang digunakan memiliki tingkat keakuratan model dalam memperkirakan data yang dievaluasi pada Persamaan 3.8.

$$R^2 = \frac{(\sum(M_{rest} - MR_{obs})^2)}{(\sum(MR_{obs} - MR_{\bar{obs}})^2)} \dots\dots\dots 3.8$$

Analisis *Root Mean Square Error* (RMSE) digunakan menguji suatu model untuk menunjukkan deviasi atau penyimpangan antara data pengukuran terhadap data estimasi yang ditentukan dengan Persamaan 3.9.

$$Mbk = \frac{(W_t - W_d)}{(W_t - W_m)} \times 100\% = \frac{W_m}{W_d} \times 100\% \dots\dots\dots 3.9$$

Jika, nilai RSME mendekati nilai 0 maka tingkat kesalahan semakin kecil, nilai terbaik pada RSME adalah nilai yang terkecil.

Analisis *Mean Relative Percentage Error* (P) digunakan untuk menunjukkan persentase kesalahan data estimasi model terhadap observasi. Semakin kecil persentase kesalahan relatif, maka tingkat keakuratan model semakin besar. Model yang paling sesuai harus menghasilkan nilai P yang kurang dari 10% (Taruna dan Astuti, 2018) .

$$\%P = \frac{100}{N} \sum \frac{(|MR_{rest} - MR_{obs}|)}{MR_{obs}} \dots\dots\dots 3.10$$

MRobs merupakan rasio kadar air percobaan, MRest merupakan rasio kadar air hitung, N merupakan jumlah pengamatan dan merupakan nilai rata-rata rasio kadar air percobaan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Durasi penurunan kadar air suhu 100°C yaitu 114 menit sedangkan suhu 50°C penurunan kadar air yaitu 635 menit. Suhu pengeringan yang tinggi akan mempercepat proses pengeringan bahan menuju kadar air kesetimbangan. Laju pengeringan pada suhu 100°C yaitu sebesar 4,700%bk/menit. Sedangkan pada suhu terendah yaitu pada suhu 50°C, laju pengeringan sebesar 1,421%bk/menit.
2. Model Wang&Singh merupakan model yang sesuai untuk karakteristik pengeringan talas menggunakan pengering inframerah. Pengembangan model Wang & Singh menghasilkan persamaan baru yaitu $MR=1+(-4,9 \times 10^{-7}T^2 - 1,7 \times 10^{-4}T + 7,13 \times 10^{-3})t + (1,97 \times 10^{-8}T^2 - 1,83 \times 10^{-6}T - 4,42 \times 10^{-5})t^2$, dengan nilai R^2 sebesar 0,987; RMSE sebesar 0,034%bk; dan nilai P sebesar 0,130.
3. Rasio rehidrasi dengan 2 suhu perendaman yaitu 60°C dan 27°C menunjukkan bahwa suhu perendaman 60°C dapat menyerap air lebih cepat daripada suhu perendaman 27°C. Suhu pengeringan 50°C menghasilkan nilai rasio rehidrasi yang paling rendah yaitu dengan nilai 1,284. Nilai rasio rehidrasi tertinggi pada suhu 75°C dengan nilai 1,491. Namun pada suhu 85 dan 100°C mengalami penurunan yang disebabkan oleh kandungan amilosa dan elastisitas dinding sel bahan saat menyerap air.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengeringan umbi talas menggunakan unit pengering yang berbeda sehingga dapat membandingkan pengeringan umbi talas yang menghasilkan kualitas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., A.Rahayuningtyas., A.Haryanto., dan S.I.Kuala. 2015. Pengeringan Lapisan Tipis Irisan Singkong Menggunakan Pengereng Infrared. *Pangan*. 24(3): 217-224.
- Amanah, H. Z., A.Andriani., dan S.Rahayoe. 2010. Perpindahan Massa pada Pengeringan Jahe Menggunakan Efek Rumah Kaca. *Prosiding*. Purwokerto: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. Washington D.C.: Assosiation of Official Analitical Chemist Inc.
- Asgar, A., dan D.Musaddad. 2008. Pengaruh Media, Suhu, dan Lama Blanshing Sebelum Pengeringan terhadap Mutu Lobak Kering. *J.Hort*. 18(1):87-94.
- Cartam. 2014. Kajian Pengeringan Lapisan Tipis pada Umbi Talas Bogor (*Colocasia esculenta* L.). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Chandra, L., Y.Marsono., dan A.M.Sutedja. 2014. Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Flake Beras Merah dengan Variasi Suhu Perebusan dan Suhu Pengeringan. *Teknologi Pangan dan Gizi*. 13(2):57-68.
- Chrysanty, K. 2009. Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis dan Mutu Simplisa Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Dimulyo, S. 2017. Kinetika Perpindahan Massa Air Biji Pepaya pada Proses Pengeringan Inframerah. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Effendi, S. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Estiasih, T., dan K.Ahmadi. 2011. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Faizah, I. N. 2018. Analisis Kebutuhan Air untuk Penanakan Nasi dengan berbagai Jenis Beras. *Skripsi*. Lampung : Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

- Fitriani, S. 2008. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Kering. *Sagu*. 7(1): 32-37.
- Grdzelishvili, G. dan P. Hoffman. 2012. *Infrared Drying of Food Products*. Prague: Department of Process Engineering, Czech Technical University.
- Indrayani. 2012. Model Pengeringan Lapisan Tipis Temu Putih (*Curcuma Zedoaria Berg. Rosc*). *Skripsi*. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Kumalaningsih, S., D.Pranowo., dan S.Suhartini. 2009. Rekayasa Teknologi Produksi yang Efektif dan Efisien untuk Pembuatan Produk Multiguna Berbasis Jagung (*Zea Mays*). *Pangan*. 8(53):91-100.
- Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian bagian 1 : Pengolahan Umbi Talas*. Bogor : Research and Community Service Institution IPB.
- Martunis. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. *Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 4(3): 26-30.
- Mujumdar, A. S. 2006. *Handbook of Industrial Drying*. Poland: Lodz Technical University.
- Nurchahyo, I. D., dan E.Zubaidah. 2015. Pengaruh Konsentrasi *Carboxymethyl Cellulose* sebagai *Edible Coating* dan Suhu Pengeringan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Wortel Kering Instan. *Pangan dan Agroindustri*. 3(3): 1192-1202.
- Priyanto, A. A. 2015. Evaluasi Mutu Nasi Hasil Pemasakan Beras Varietas Ciherang dan IR-66 dengan Rasio Beras dan Air yang Berbeda. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Purwono dan H.Purnamawati. 2007. *Budidaya 8 Jenis Pangan Unggul*. Depok: Penebar Swadaya
- Putriningsih, A., S.Surjoseputro., dan E.Setijawati. 2018. Pengaruh Konsentrasi Tapioka pada Beras Varietas Mentik (*Oryza sativa* var. Mentik) Terhadap Sifat Fisikokimia Rice Paper. *Teknologi Pangan dan Gizi*. 17(1): 28-35.
- Quiroga, E., V.Prosapio., PJ.Fryer., IT.Norton., dan S.Bakalis. 2019. A Model-Based Study of Rehydration Kinetics in Freeze-Dried Tomatoes. *Energy Procedia*. 161:75-82.

- Septia, E. N. 2014. Proses Perpidahan Massa dan Perubahan Warna Ampas Tahu selama Pengeringan Menggunakan Pemanas Halogen. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Suriadi, I. G. A. K. dan M.R.Murti. 2012. Kesetimbangan Energi Termal dan Efisiensi Transient Pengering Aliran Alami Memanfaatkan Kombinasi Dua Energi. *Jurnal Teknik Industri*. 12(1): 1-7.
- Taruna, I. dan J.Astuti. 2018. Characteristics of Okara Color Change during Convective Drying Process. *Earth and Environmental Science*. 131: 1-7.
- Taufiq, M. 2004. Pengaruh Temperatur terhadap Laju Pengeringan Jagung pada Pengering Konvensional dan Fluidized Bed. *Skripsi*. Surakarta : Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Taufiqurrizqi. 2013. Penanganan Awal dan Pengeringan Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) schott) menggunakan Sunbeam Food Dehydrator Tipe dt5600. *Skripsi*. Bogor : Fakultas Tekologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Triyastuti, M. S. 2016. Evaluasi Laju Divusivitas Air pada Proses Pengeringan Ekstrak Bunga Rosela dengan Metode Gelembung. *Tesis*. Semarang: Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Widjaja, E. A., Y.Rahayuningsih., J.S.Rahajoe., R.Ubaidillah., I.Maryanto., E. B. Waluyo, dan G.Semiadi. 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2014*. Jakarta: LIPI Press.
- Widyasanti, A., Sudaryanto, Arini, R., dan Asgar, A. 2018. Pengaruh Suhu terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Optik Brokoli selama Proses Pengeringan Vakum dengan Tekanan 15cmHg. *Teknologi Pertanian Andalas*. 22(1): 45-51.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan Gizi, Teknologi, dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G., S.Fardiaz., D.Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yadollahinia, A. R., M.Omid., dan Rafiee. 2008. Design and Fabrication of Experimental Dryer for Studying Agricultural Product. *Int. J. Agri.Bio* Vol. 10: 61-65.

Younis, M., D.Abdelkarim., dan AZ.El-abdein. 2017. Kinetics and Mathematical Modeling of Infrared Thin Layer Drying of Garlic Slices. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25(2018): 332-338.

Yulianti, S. D. 2016. Model Laju Pengeringan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* var. Florida) Menggunakan Pengeringan Tipe Fluidized Bed Dryer. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.



Lampiran A. Data Hasil Perhitungan Kadar Air dan Laju Pengeringan Talas**A1. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan umbi talas suhu 50°C.**

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|------------|----------------------|
| 0 | 76,355 | 323,907 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 5 | 75,948 | 316,803 | 7,105 | 5 | 1,421 |
| 10 | 75,751 | 313,423 | 3,379 | 5 | 0,676 |
| 15 | 75,478 | 308,844 | 4,580 | 5 | 0,916 |
| 20 | 75,202 | 304,295 | 4,549 | 5 | 0,910 |
| 25 | 74,934 | 299,995 | 4,300 | 5 | 0,860 |
| 30 | 74,661 | 295,826 | 4,169 | 5 | 0,834 |
| 35 | 74,483 | 292,952 | 2,874 | 5 | 0,575 |
| 40 | 74,268 | 289,659 | 3,293 | 5 | 0,659 |
| 45 | 74,020 | 285,951 | 3,708 | 5 | 0,742 |
| 50 | 73,765 | 282,218 | 3,733 | 5 | 0,747 |
| 55 | 73,508 | 278,513 | 3,706 | 5 | 0,741 |
| 60 | 73,237 | 274,705 | 3,808 | 5 | 0,762 |
| 65 | 72,970 | 270,999 | 3,706 | 5 | 0,741 |
| 70 | 72,694 | 267,258 | 3,741 | 5 | 0,748 |
| 75 | 72,415 | 263,552 | 3,706 | 5 | 0,741 |
| 80 | 72,141 | 259,990 | 3,563 | 5 | 0,713 |
| 85 | 71,851 | 256,284 | 3,706 | 5 | 0,741 |
| 90 | 71,560 | 252,647 | 3,637 | 5 | 0,727 |
| 95 | 71,286 | 249,292 | 3,355 | 5 | 0,671 |
| 100 | 70,981 | 245,619 | 3,673 | 5 | 0,735 |
| 105 | 70,681 | 242,087 | 3,532 | 5 | 0,706 |
| 110 | 70,375 | 238,549 | 3,538 | 5 | 0,708 |
| 115 | 70,054 | 234,908 | 3,642 | 5 | 0,728 |
| 120 | 69,732 | 231,339 | 3,569 | 5 | 0,714 |
| 125 | 69,366 | 227,344 | 3,995 | 5 | 0,799 |
| 130 | 69,044 | 223,956 | 3,388 | 5 | 0,678 |
| 135 | 68,713 | 220,530 | 3,426 | 5 | 0,685 |
| 140 | 68,386 | 217,204 | 3,326 | 5 | 0,665 |
| 145 | 68,048 | 213,847 | 3,357 | 5 | 0,671 |
| 150 | 67,728 | 210,739 | 3,108 | 5 | 0,622 |
| 155 | 67,340 | 207,026 | 3,712 | 5 | 0,742 |
| 160 | 66,995 | 203,808 | 3,218 | 5 | 0,644 |
| 165 | 66,650 | 200,663 | 3,145 | 5 | 0,629 |
| 170 | 66,308 | 197,628 | 3,035 | 5 | 0,607 |
| 175 | 65,897 | 194,030 | 3,598 | 5 | 0,720 |
| 180 | 65,529 | 190,882 | 3,148 | 5 | 0,630 |
| 185 | 65,194 | 188,088 | 2,794 | 5 | 0,559 |
| 190 | 64,786 | 184,737 | 3,351 | 5 | 0,670 |
| 195 | 64,469 | 182,239 | 2,497 | 5 | 0,499 |
| 200 | 64,144 | 179,696 | 2,543 | 5 | 0,509 |
| 205 | 63,833 | 177,334 | 2,362 | 5 | 0,472 |
| 210 | 63,415 | 174,142 | 3,191 | 5 | 0,638 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|------------|----------------------|
| 215 | 62,926 | 170,467 | 3,675 | 5 | 0,735 |
| 220 | 62,432 | 166,860 | 3,607 | 5 | 0,721 |
| 225 | 62,027 | 163,995 | 2,865 | 5 | 0,573 |
| 230 | 61,608 | 161,093 | 2,903 | 5 | 0,581 |
| 235 | 61,195 | 158,302 | 2,790 | 5 | 0,558 |
| 240 | 60,778 | 155,545 | 2,757 | 5 | 0,551 |
| 245 | 60,383 | 152,999 | 2,545 | 5 | 0,509 |
| 250 | 59,948 | 150,251 | 2,749 | 5 | 0,550 |
| 255 | 59,509 | 147,531 | 2,720 | 5 | 0,544 |
| 260 | 59,061 | 144,807 | 2,724 | 5 | 0,545 |
| 265 | 58,638 | 142,301 | 2,506 | 5 | 0,501 |
| 270 | 58,041 | 138,800 | 3,501 | 5 | 0,700 |
| 275 | 57,577 | 136,190 | 2,610 | 5 | 0,522 |
| 280 | 57,086 | 133,460 | 2,730 | 5 | 0,546 |
| 285 | 56,616 | 130,910 | 2,550 | 5 | 0,510 |
| 290 | 56,115 | 128,252 | 2,658 | 5 | 0,532 |
| 295 | 55,622 | 125,709 | 2,543 | 5 | 0,509 |
| 300 | 55,105 | 123,088 | 2,620 | 5 | 0,524 |
| 305 | 54,582 | 120,506 | 2,583 | 5 | 0,517 |
| 310 | 54,068 | 118,031 | 2,475 | 5 | 0,495 |
| 315 | 53,506 | 115,377 | 2,654 | 5 | 0,531 |
| 320 | 52,959 | 112,869 | 2,508 | 5 | 0,502 |
| 325 | 52,391 | 110,332 | 2,537 | 5 | 0,507 |
| 330 | 51,825 | 107,866 | 2,466 | 5 | 0,493 |
| 335 | 51,255 | 105,430 | 2,435 | 5 | 0,487 |
| 340 | 50,662 | 102,960 | 2,471 | 5 | 0,494 |
| 345 | 50,046 | 100,456 | 2,504 | 5 | 0,501 |
| 350 | 49,405 | 97,915 | 2,541 | 5 | 0,508 |
| 355 | 48,767 | 95,442 | 2,473 | 5 | 0,495 |
| 360 | 48,131 | 93,040 | 2,402 | 5 | 0,480 |
| 365 | 47,479 | 90,637 | 2,402 | 5 | 0,480 |
| 370 | 46,897 | 88,572 | 2,066 | 5 | 0,413 |
| 375 | 46,185 | 86,051 | 2,521 | 5 | 0,504 |
| 380 | 45,441 | 83,501 | 2,550 | 5 | 0,510 |
| 385 | 44,784 | 81,305 | 2,197 | 5 | 0,439 |
| 390 | 44,192 | 79,435 | 1,870 | 5 | 0,374 |
| 395 | 43,471 | 77,134 | 2,300 | 5 | 0,460 |
| 400 | 42,754 | 74,906 | 2,228 | 5 | 0,446 |
| 405 | 42,041 | 72,753 | 2,153 | 5 | 0,431 |
| 410 | 41,299 | 70,565 | 2,188 | 5 | 0,438 |
| 415 | 40,562 | 68,443 | 2,122 | 5 | 0,424 |
| 420 | 39,832 | 66,394 | 2,049 | 5 | 0,410 |
| 425 | 39,110 | 64,411 | 1,983 | 5 | 0,397 |
| 430 | 38,343 | 62,362 | 2,049 | 5 | 0,410 |
| 435 | 37,585 | 60,381 | 1,981 | 5 | 0,396 |
| 440 | 36,822 | 58,434 | 1,948 | 5 | 0,390 |
| 445 | 36,069 | 56,559 | 1,875 | 5 | 0,375 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|------------|----------------------|
| 450 | 35,281 | 54,657 | 1,902 | 5 | 0,380 |
| 455 | 34,430 | 52,639 | 2,018 | 5 | 0,404 |
| 460 | 33,649 | 50,837 | 1,802 | 5 | 0,360 |
| 465 | 32,865 | 49,068 | 1,769 | 5 | 0,354 |
| 470 | 32,061 | 47,303 | 1,765 | 5 | 0,353 |
| 475 | 31,205 | 45,472 | 1,831 | 5 | 0,366 |
| 480 | 30,430 | 43,842 | 1,630 | 5 | 0,326 |
| 485 | 29,672 | 42,283 | 1,559 | 5 | 0,312 |
| 490 | 28,843 | 40,618 | 1,665 | 5 | 0,333 |
| 495 | 27,884 | 38,749 | 1,869 | 5 | 0,374 |
| 500 | 27,106 | 37,258 | 1,491 | 5 | 0,298 |
| 505 | 26,310 | 35,770 | 1,489 | 5 | 0,298 |
| 510 | 25,537 | 34,356 | 1,414 | 5 | 0,283 |
| 515 | 24,627 | 32,728 | 1,628 | 5 | 0,326 |
| 520 | 23,816 | 31,310 | 1,418 | 5 | 0,284 |
| 525 | 23,114 | 30,106 | 1,204 | 5 | 0,241 |
| 530 | 22,312 | 28,758 | 1,348 | 5 | 0,270 |
| 535 | 21,515 | 27,450 | 1,308 | 5 | 0,262 |
| 540 | 20,768 | 26,246 | 1,204 | 5 | 0,241 |
| 545 | 19,919 | 24,905 | 1,341 | 5 | 0,268 |
| 550 | 18,962 | 23,437 | 1,468 | 5 | 0,294 |
| 555 | 18,030 | 22,036 | 1,401 | 5 | 0,280 |
| 560 | 17,075 | 20,637 | 1,399 | 5 | 0,280 |
| 565 | 16,269 | 19,479 | 1,158 | 5 | 0,232 |
| 570 | 15,471 | 18,356 | 1,123 | 5 | 0,225 |
| 575 | 14,684 | 17,262 | 1,094 | 5 | 0,219 |
| 580 | 13,934 | 16,242 | 1,019 | 5 | 0,204 |
| 585 | 13,196 | 15,254 | 0,988 | 5 | 0,198 |
| 590 | 12,607 | 14,465 | 0,789 | 5 | 0,158 |
| 595 | 12,115 | 13,813 | 0,652 | 5 | 0,130 |
| 600 | 11,510 | 13,030 | 0,783 | 5 | 0,157 |
| 605 | 10,759 | 12,077 | 0,953 | 5 | 0,191 |
| 610 | 10,164 | 11,333 | 0,743 | 5 | 0,149 |
| 615 | 9,590 | 10,623 | 0,710 | 5 | 0,142 |
| 620 | 9,007 | 9,911 | 0,712 | 5 | 0,142 |
| 625 | 8,476 | 9,272 | 0,640 | 5 | 0,128 |
| 630 | 7,876 | 8,555 | 0,716 | 5 | 0,143 |
| 635 | 7,510 | 8,123 | 0,432 | 5 | 0,086 |

A2. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan umbi talas suhu 65°C.

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|---------------|----------------------|
| 0 | 73,555 | 278,273 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 5 | 72,845 | 268,378 | 9,895 | 5 | 1,979 |
| 10 | 72,256 | 260,554 | 7,825 | 5 | 1,565 |
| 15 | 71,654 | 252,889 | 7,665 | 5 | 1,533 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|------------|-------------------|
| 20 | 71,057 | 245,609 | 7,279 | 5 | 1,456 |
| 25 | 70,420 | 238,166 | 7,443 | 5 | 1,489 |
| 30 | 69,749 | 230,661 | 7,505 | 5 | 1,501 |
| 35 | 69,077 | 223,473 | 7,188 | 5 | 1,438 |
| 40 | 68,283 | 215,426 | 8,047 | 5 | 1,609 |
| 45 | 67,537 | 208,174 | 7,252 | 5 | 1,450 |
| 50 | 66,799 | 201,337 | 6,836 | 5 | 1,367 |
| 55 | 65,999 | 194,243 | 7,095 | 5 | 1,419 |
| 60 | 65,181 | 187,339 | 6,904 | 5 | 1,381 |
| 65 | 64,316 | 180,373 | 6,965 | 5 | 1,393 |
| 70 | 63,415 | 173,468 | 6,905 | 5 | 1,381 |
| 75 | 62,507 | 166,848 | 6,620 | 5 | 1,324 |
| 80 | 61,553 | 160,228 | 6,620 | 5 | 1,324 |
| 85 | 60,578 | 153,796 | 6,431 | 5 | 1,286 |
| 90 | 59,543 | 147,301 | 6,495 | 5 | 1,299 |
| 95 | 58,495 | 141,059 | 6,242 | 5 | 1,248 |
| 100 | 57,414 | 134,944 | 6,115 | 5 | 1,223 |
| 105 | 56,276 | 128,829 | 6,115 | 5 | 1,223 |
| 110 | 55,107 | 122,870 | 5,958 | 5 | 1,192 |
| 115 | 53,913 | 117,101 | 5,769 | 5 | 1,154 |
| 120 | 52,662 | 111,364 | 5,737 | 5 | 1,147 |
| 125 | 51,340 | 105,627 | 5,737 | 5 | 1,147 |
| 130 | 50,145 | 100,718 | 4,909 | 5 | 0,982 |
| 135 | 48,768 | 95,327 | 5,391 | 5 | 1,078 |
| 140 | 47,288 | 89,840 | 5,487 | 5 | 1,097 |
| 145 | 45,885 | 84,922 | 4,918 | 5 | 0,984 |
| 150 | 44,377 | 79,910 | 5,012 | 5 | 1,002 |
| 155 | 42,875 | 75,181 | 4,729 | 5 | 0,946 |
| 160 | 41,289 | 70,452 | 4,729 | 5 | 0,946 |
| 165 | 39,681 | 65,913 | 4,540 | 5 | 0,908 |
| 170 | 38,151 | 61,817 | 4,096 | 5 | 0,819 |
| 175 | 36,480 | 57,561 | 4,256 | 5 | 0,851 |
| 180 | 34,715 | 53,305 | 4,256 | 5 | 0,851 |
| 185 | 33,062 | 49,522 | 3,783 | 5 | 0,757 |
| 190 | 31,452 | 46,028 | 3,495 | 5 | 0,699 |
| 195 | 29,764 | 42,531 | 3,496 | 5 | 0,699 |
| 200 | 28,025 | 39,096 | 3,435 | 5 | 0,687 |
| 205 | 26,182 | 35,629 | 3,467 | 5 | 0,693 |
| 210 | 24,333 | 32,319 | 3,310 | 5 | 0,662 |
| 215 | 22,446 | 29,103 | 3,216 | 5 | 0,643 |
| 220 | 20,585 | 26,075 | 3,028 | 5 | 0,606 |
| 225 | 18,789 | 23,262 | 2,813 | 5 | 0,563 |
| 230 | 17,139 | 20,801 | 2,462 | 5 | 0,492 |
| 235 | 15,510 | 18,466 | 2,335 | 5 | 0,467 |
| 240 | 13,957 | 16,319 | 2,147 | 5 | 0,429 |
| 245 | 12,257 | 14,042 | 2,278 | 5 | 0,456 |
| 250 | 10,783 | 12,145 | 1,896 | 5 | 0,379 |

| | | | | | |
|-----|-------|--------|-------|---|-------|
| 255 | 9,467 | 10,499 | 1,646 | 5 | 0,329 |
| 260 | 8,400 | 9,202 | 1,298 | 5 | 0,260 |
| 265 | 7,468 | 8,092 | 1,109 | 5 | 0,222 |

A3. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan umbi talas suhu 75°C.

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|--------|------------|-------------------|
| 0 | 74,376 | 290,456 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 4 | 73,571 | 278,774 | 11,682 | 4 | 2,920 |
| 8 | 72,858 | 268,920 | 9,854 | 4 | 2,464 |
| 12 | 72,144 | 259,546 | 9,374 | 4 | 2,343 |
| 16 | 71,576 | 252,218 | 7,328 | 4 | 1,832 |
| 20 | 71,016 | 245,275 | 6,944 | 4 | 1,736 |
| 24 | 70,413 | 238,145 | 7,130 | 4 | 1,782 |
| 28 | 69,689 | 230,042 | 8,103 | 4 | 2,026 |
| 32 | 68,930 | 221,978 | 8,064 | 4 | 2,016 |
| 36 | 68,146 | 214,044 | 7,935 | 4 | 1,984 |
| 40 | 67,335 | 206,238 | 7,806 | 4 | 1,951 |
| 44 | 66,496 | 198,563 | 7,675 | 4 | 1,919 |
| 48 | 65,628 | 191,018 | 7,545 | 4 | 1,886 |
| 52 | 64,722 | 183,538 | 7,480 | 4 | 1,870 |
| 56 | 63,797 | 176,286 | 7,252 | 4 | 1,813 |
| 60 | 62,813 | 168,969 | 7,317 | 4 | 1,829 |
| 64 | 61,822 | 161,975 | 6,994 | 4 | 1,749 |
| 68 | 60,775 | 154,984 | 6,991 | 4 | 1,748 |
| 72 | 59,713 | 148,252 | 6,731 | 4 | 1,683 |
| 76 | 58,596 | 141,554 | 6,699 | 4 | 1,675 |
| 80 | 57,440 | 134,984 | 6,570 | 4 | 1,642 |
| 84 | 56,254 | 128,611 | 6,373 | 4 | 1,593 |
| 88 | 55,006 | 122,268 | 6,343 | 4 | 1,586 |
| 92 | 53,721 | 116,090 | 6,178 | 4 | 1,544 |
| 96 | 52,381 | 110,008 | 6,082 | 4 | 1,520 |
| 100 | 50,993 | 104,057 | 5,951 | 4 | 1,488 |
| 104 | 49,529 | 98,139 | 5,918 | 4 | 1,480 |
| 108 | 48,055 | 92,513 | 5,626 | 4 | 1,406 |
| 112 | 46,519 | 86,985 | 5,528 | 4 | 1,382 |
| 116 | 44,929 | 81,585 | 5,399 | 4 | 1,350 |
| 120 | 43,326 | 76,450 | 5,135 | 4 | 1,284 |
| 124 | 41,626 | 71,311 | 5,138 | 4 | 1,285 |
| 128 | 39,939 | 66,500 | 4,812 | 4 | 1,203 |
| 132 | 38,189 | 61,786 | 4,714 | 4 | 1,179 |
| 136 | 36,439 | 57,333 | 4,453 | 4 | 1,113 |
| 140 | 34,628 | 52,976 | 4,357 | 4 | 1,089 |
| 144 | 32,845 | 48,915 | 4,061 | 4 | 1,015 |
| 148 | 30,913 | 44,751 | 4,164 | 4 | 1,041 |
| 152 | 29,049 | 40,950 | 3,802 | 4 | 0,950 |
| 156 | 27,184 | 37,341 | 3,608 | 4 | 0,902 |
| 160 | 25,273 | 33,831 | 3,511 | 4 | 0,878 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|-------|------------|-------------------|
| 164 | 23,470 | 30,679 | 3,152 | 4 | 0,788 |
| 168 | 21,617 | 27,591 | 3,088 | 4 | 0,772 |
| 172 | 19,777 | 24,665 | 2,926 | 4 | 0,731 |
| 176 | 18,047 | 22,034 | 2,632 | 4 | 0,658 |
| 180 | 16,374 | 19,596 | 2,438 | 4 | 0,610 |
| 184 | 14,658 | 17,191 | 2,405 | 4 | 0,601 |
| 188 | 13,214 | 15,242 | 1,949 | 4 | 0,487 |
| 192 | 11,852 | 13,458 | 1,784 | 4 | 0,446 |
| 196 | 10,624 | 11,899 | 1,559 | 4 | 0,390 |
| 200 | 9,476 | 10,476 | 1,424 | 4 | 0,356 |
| 204 | 8,510 | 9,308 | 1,167 | 4 | 0,292 |
| 208 | 7,690 | 8,336 | 0,972 | 4 | 0,243 |
| 212 | 6,994 | 7,525 | 0,812 | 4 | 0,203 |

A4. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan umbi talas suhu 85°C.

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|-----------|---------|---------|--------|------------|-------------------|
| 0 | 72,764 | 268,366 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 3 | 71,898 | 256,835 | 11,530 | 3 | 3,843 |
| 6 | 71,102 | 246,959 | 9,877 | 3 | 3,292 |
| 9 | 70,348 | 238,125 | 8,833 | 3 | 2,944 |
| 12 | 69,615 | 229,970 | 8,155 | 3 | 2,718 |
| 15 | 68,989 | 223,271 | 6,700 | 3 | 2,233 |
| 18 | 68,410 | 217,457 | 5,814 | 3 | 1,938 |
| 21 | 67,545 | 208,927 | 8,529 | 3 | 2,843 |
| 24 | 66,703 | 201,101 | 7,826 | 3 | 2,609 |
| 27 | 65,852 | 193,586 | 7,515 | 3 | 2,505 |
| 30 | 64,971 | 186,192 | 7,394 | 3 | 2,465 |
| 33 | 64,086 | 179,144 | 7,048 | 3 | 2,349 |
| 36 | 63,144 | 171,997 | 7,147 | 3 | 2,382 |
| 39 | 62,176 | 165,038 | 6,959 | 3 | 2,320 |
| 42 | 61,198 | 158,355 | 6,684 | 3 | 2,228 |
| 45 | 60,088 | 151,130 | 7,225 | 3 | 2,408 |
| 48 | 59,073 | 144,917 | 6,213 | 3 | 2,071 |
| 51 | 57,906 | 138,096 | 6,821 | 3 | 2,274 |
| 54 | 56,754 | 131,749 | 6,347 | 3 | 2,116 |
| 57 | 55,561 | 125,522 | 6,227 | 3 | 2,076 |
| 60 | 54,353 | 119,535 | 5,986 | 3 | 1,995 |
| 63 | 53,029 | 113,344 | 6,191 | 3 | 2,064 |
| 66 | 51,754 | 107,704 | 5,640 | 3 | 1,880 |
| 69 | 50,378 | 101,937 | 5,767 | 3 | 1,922 |
| 72 | 49,018 | 96,538 | 5,399 | 3 | 1,800 |
| 75 | 47,596 | 91,203 | 5,335 | 3 | 1,778 |
| 78 | 46,130 | 85,988 | 5,215 | 3 | 1,738 |
| 81 | 44,635 | 80,957 | 5,031 | 3 | 1,677 |
| 84 | 43,114 | 76,110 | 4,847 | 3 | 1,616 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|--------------|---------|---------|-------|---------------|----------------------|
| 87 | 41,549 | 71,383 | 4,727 | 3 | 1,576 |
| 90 | 39,929 | 66,748 | 4,635 | 3 | 1,545 |
| 93 | 38,286 | 62,297 | 4,451 | 3 | 1,484 |
| 96 | 36,613 | 57,995 | 4,302 | 3 | 1,434 |
| 99 | 34,897 | 53,820 | 4,175 | 3 | 1,392 |
| 102 | 33,169 | 49,825 | 3,994 | 3 | 1,331 |
| 105 | 31,181 | 45,534 | 4,291 | 3 | 1,430 |
| 108 | 29,429 | 41,911 | 3,623 | 3 | 1,208 |
| 111 | 27,683 | 38,465 | 3,446 | 3 | 1,149 |
| 114 | 25,866 | 35,047 | 3,418 | 3 | 1,139 |
| 117 | 24,164 | 32,004 | 3,043 | 3 | 1,014 |
| 120 | 22,362 | 28,926 | 3,079 | 3 | 1,026 |
| 123 | 20,570 | 25,996 | 2,930 | 3 | 0,977 |
| 126 | 18,853 | 23,314 | 2,682 | 3 | 0,894 |
| 129 | 17,166 | 20,788 | 2,526 | 3 | 0,842 |
| 132 | 15,581 | 18,506 | 2,282 | 3 | 0,761 |
| 135 | 14,228 | 16,627 | 1,879 | 3 | 0,626 |
| 138 | 12,943 | 14,890 | 1,737 | 3 | 0,579 |
| 141 | 11,426 | 12,916 | 1,975 | 3 | 0,658 |
| 144 | 10,250 | 11,430 | 1,486 | 3 | 0,495 |
| 147 | 9,169 | 10,100 | 1,330 | 3 | 0,443 |
| 150 | 8,165 | 8,893 | 1,207 | 3 | 0,402 |
| 153 | 7,268 | 7,839 | 1,054 | 3 | 0,351 |
| 156 | 6,468 | 6,915 | 0,923 | 3 | 0,308 |

A5. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan umbi talas suhu 100°C.

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|--------------|---------|---------|-------|---------------|----------------------|
| 0 | 73,040 | 271,610 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 2 | 72,519 | 264,575 | 7,035 | 2 | 3,518 |
| 4 | 71,793 | 255,174 | 9,400 | 2 | 4,700 |
| 6 | 71,088 | 246,477 | 8,697 | 2 | 4,349 |
| 8 | 70,403 | 238,442 | 8,034 | 2 | 4,017 |
| 10 | 69,813 | 231,966 | 6,477 | 2 | 3,238 |
| 12 | 69,120 | 224,526 | 7,440 | 2 | 3,720 |
| 14 | 68,407 | 217,209 | 7,317 | 2 | 3,659 |
| 16 | 67,679 | 210,074 | 7,135 | 2 | 3,567 |
| 18 | 66,968 | 203,462 | 6,613 | 2 | 3,306 |
| 20 | 66,316 | 197,762 | 5,700 | 2 | 2,850 |
| 22 | 65,547 | 191,168 | 6,594 | 2 | 3,297 |
| 24 | 64,619 | 183,381 | 7,787 | 2 | 3,893 |
| 26 | 63,781 | 176,838 | 6,543 | 2 | 3,272 |
| 28 | 62,911 | 170,352 | 6,486 | 2 | 3,243 |
| 30 | 62,021 | 164,019 | 6,334 | 2 | 3,167 |
| 32 | 61,101 | 157,778 | 6,241 | 2 | 3,120 |
| 34 | 59,974 | 150,347 | 7,431 | 2 | 3,715 |

| t (menit) | m (%bb) | M (%bk) | dM(%) | dt (menit) | dM/dt (%bk/menit) |
|--------------|---------|---------|-------|---------------|----------------------|
| 36 | 58,895 | 143,695 | 6,652 | 2 | 3,326 |
| 38 | 57,871 | 137,759 | 5,936 | 2 | 2,968 |
| 40 | 56,806 | 131,886 | 5,873 | 2 | 2,937 |
| 42 | 55,710 | 126,135 | 5,751 | 2 | 2,875 |
| 44 | 54,569 | 120,445 | 5,691 | 2 | 2,845 |
| 46 | 53,422 | 115,002 | 5,443 | 2 | 2,721 |
| 48 | 52,230 | 109,622 | 5,380 | 2 | 2,690 |
| 50 | 51,004 | 104,365 | 5,257 | 2 | 2,629 |
| 52 | 49,752 | 99,263 | 5,102 | 2 | 2,551 |
| 54 | 48,231 | 93,442 | 5,821 | 2 | 2,911 |
| 56 | 46,919 | 88,651 | 4,791 | 2 | 2,395 |
| 58 | 45,783 | 84,636 | 4,015 | 2 | 2,008 |
| 60 | 44,379 | 79,967 | 4,669 | 2 | 2,334 |
| 62 | 42,971 | 75,520 | 4,448 | 2 | 2,224 |
| 64 | 41,553 | 71,255 | 4,265 | 2 | 2,133 |
| 66 | 40,063 | 66,989 | 4,265 | 2 | 2,133 |
| 68 | 38,565 | 62,910 | 4,080 | 2 | 2,040 |
| 70 | 37,039 | 58,952 | 3,957 | 2 | 1,979 |
| 72 | 35,473 | 55,088 | 3,865 | 2 | 1,932 |
| 74 | 33,882 | 51,346 | 3,742 | 2 | 1,871 |
| 76 | 32,337 | 47,882 | 3,464 | 2 | 1,732 |
| 78 | 30,718 | 44,418 | 3,464 | 2 | 1,732 |
| 80 | 29,113 | 41,136 | 3,282 | 2 | 1,641 |
| 82 | 27,480 | 37,950 | 3,186 | 2 | 1,593 |
| 84 | 25,854 | 34,917 | 3,034 | 2 | 1,517 |
| 86 | 24,243 | 32,042 | 2,875 | 2 | 1,438 |
| 88 | 22,614 | 29,256 | 2,786 | 2 | 1,393 |
| 90 | 21,010 | 26,626 | 2,630 | 2 | 1,315 |
| 92 | 19,418 | 24,118 | 2,508 | 2 | 1,254 |
| 94 | 17,823 | 21,704 | 2,415 | 2 | 1,207 |
| 96 | 16,402 | 19,632 | 2,071 | 2 | 1,036 |
| 98 | 14,952 | 17,591 | 2,041 | 2 | 1,021 |
| 100 | 13,542 | 15,669 | 1,922 | 2 | 0,961 |
| 102 | 12,252 | 13,966 | 1,703 | 2 | 0,852 |
| 104 | 11,042 | 12,415 | 1,551 | 2 | 0,775 |
| 106 | 9,876 | 10,960 | 1,455 | 2 | 0,728 |
| 108 | 8,885 | 9,752 | 1,207 | 2 | 0,604 |
| 110 | 7,975 | 8,667 | 1,085 | 2 | 0,542 |
| 112 | 7,183 | 7,741 | 0,926 | 2 | 0,463 |
| 114 | 6,537 | 6,997 | 0,744 | 2 | 0,372 |

Lampiran B. Data Hasil Ploting Persamaan Page dan Wang & Singh**B1. Persamaan Page**

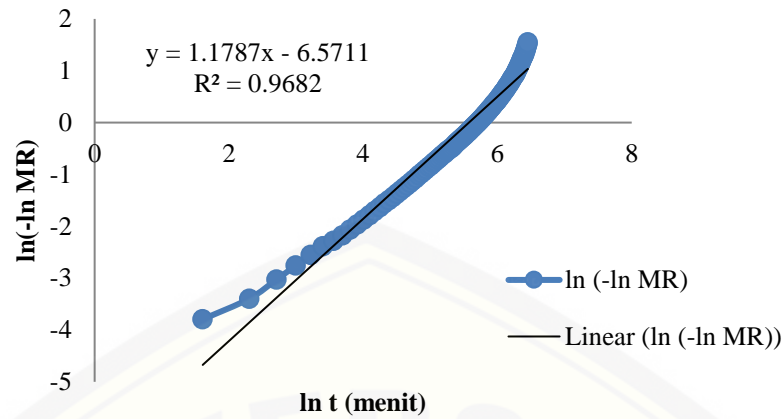
a). Data hasil perhitungan ploting Persamaan Page pada suhu 50°C.

| <i>t</i> (menit) | <i>ln(t)</i> | <i>M₀</i> | <i>Me</i> | <i>Mt</i> | <i>MR</i> | <i>ln(-ln MR)</i> |
|---------------------|--------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| 0 | 0,000 | 330,749 | 6,932 | 330,750 | 1,000 | 0,000 |
| 5 | 1,609 | 330,749 | 6,932 | 323,549 | 0,978 | -3,795 |
| 10 | 2,303 | 330,749 | 6,932 | 320,102 | 0,967 | -3,398 |
| 15 | 2,708 | 330,749 | 6,932 | 315,450 | 0,953 | -3,028 |
| 20 | 2,996 | 330,749 | 6,932 | 310,830 | 0,938 | -2,757 |
| 25 | 3,219 | 330,749 | 6,932 | 306,462 | 0,925 | -2,552 |
| 30 | 3,401 | 330,749 | 6,932 | 302,229 | 0,912 | -2,384 |
| 35 | 3,555 | 330,749 | 6,932 | 299,295 | 0,903 | -2,281 |
| 40 | 3,689 | 330,749 | 6,932 | 295,941 | 0,893 | -2,174 |
| 45 | 3,807 | 330,749 | 6,932 | 292,169 | 0,881 | -2,065 |
| 50 | 3,912 | 330,749 | 6,932 | 288,377 | 0,869 | -1,964 |
| 55 | 4,007 | 330,749 | 6,932 | 284,608 | 0,858 | -1,873 |
| 60 | 4,094 | 330,749 | 6,932 | 280,738 | 0,846 | -1,785 |
| 65 | 4,174 | 330,749 | 6,932 | 276,971 | 0,834 | -1,706 |
| 70 | 4,248 | 330,749 | 6,932 | 273,167 | 0,822 | -1,631 |
| 75 | 4,317 | 330,749 | 6,932 | 269,400 | 0,811 | -1,560 |
| 80 | 4,382 | 330,749 | 6,932 | 265,779 | 0,799 | -1,496 |
| 85 | 4,443 | 330,749 | 6,932 | 262,012 | 0,788 | -1,433 |
| 90 | 4,500 | 330,749 | 6,932 | 258,314 | 0,776 | -1,374 |
| 95 | 4,554 | 330,749 | 6,932 | 254,900 | 0,766 | -1,321 |
| 100 | 4,605 | 330,749 | 6,932 | 251,168 | 0,754 | -1,266 |
| 105 | 4,654 | 330,749 | 6,932 | 247,578 | 0,743 | -1,215 |
| 110 | 4,700 | 330,749 | 6,932 | 243,980 | 0,732 | -1,165 |
| 115 | 4,745 | 330,749 | 6,932 | 240,279 | 0,721 | -1,116 |
| 120 | 4,787 | 330,749 | 6,932 | 236,651 | 0,709 | -1,069 |
| 125 | 4,828 | 330,749 | 6,932 | 232,596 | 0,697 | -1,019 |
| 130 | 4,868 | 330,749 | 6,932 | 229,152 | 0,686 | -0,977 |
| 135 | 4,905 | 330,749 | 6,932 | 225,669 | 0,675 | -0,936 |
| 140 | 4,942 | 330,749 | 6,932 | 222,286 | 0,665 | -0,897 |
| 145 | 4,977 | 330,749 | 6,932 | 218,873 | 0,655 | -0,858 |
| 150 | 5,011 | 330,749 | 6,932 | 215,713 | 0,645 | -0,823 |
| 155 | 5,043 | 330,749 | 6,932 | 211,943 | 0,633 | -0,783 |
| 160 | 5,075 | 330,749 | 6,932 | 208,671 | 0,623 | -0,748 |
| 165 | 5,106 | 330,749 | 6,932 | 205,472 | 0,613 | -0,715 |
| 170 | 5,136 | 330,749 | 6,932 | 202,385 | 0,604 | -0,683 |
| 175 | 5,165 | 330,749 | 6,932 | 198,733 | 0,592 | -0,647 |
| 180 | 5,193 | 330,749 | 6,932 | 195,534 | 0,582 | -0,615 |
| 185 | 5,220 | 330,749 | 6,932 | 192,690 | 0,574 | -0,587 |
| 190 | 5,247 | 330,749 | 6,932 | 189,289 | 0,563 | -0,555 |
| 195 | 5,273 | 330,749 | 6,932 | 186,749 | 0,555 | -0,531 |
| 200 | 5,298 | 330,749 | 6,932 | 184,160 | 0,547 | -0,506 |
| 205 | 5,323 | 330,749 | 6,932 | 181,756 | 0,540 | -0,484 |

| t (menit) | ln (t) | $M0$ | Me | Mt | MR | ln (-ln MR) |
|--------------|--------|---------|-------|---------|-------|-------------|
| 210 | 5,347 | 330,749 | 6,932 | 178,510 | 0,530 | -0,454 |
| 215 | 5,371 | 330,749 | 6,932 | 174,783 | 0,518 | -0,420 |
| 220 | 5,394 | 330,749 | 6,932 | 171,124 | 0,507 | -0,387 |
| 225 | 5,416 | 330,749 | 6,932 | 168,212 | 0,498 | -0,361 |
| 230 | 5,438 | 330,749 | 6,932 | 165,263 | 0,489 | -0,335 |
| 235 | 5,460 | 330,749 | 6,932 | 162,429 | 0,480 | -0,310 |
| 240 | 5,481 | 330,749 | 6,932 | 159,627 | 0,472 | -0,285 |
| 245 | 5,501 | 330,749 | 6,932 | 157,038 | 0,464 | -0,263 |
| 250 | 5,521 | 330,749 | 6,932 | 154,248 | 0,455 | -0,239 |
| 255 | 5,541 | 330,749 | 6,932 | 151,484 | 0,446 | -0,215 |
| 260 | 5,561 | 330,749 | 6,932 | 148,716 | 0,438 | -0,191 |
| 265 | 5,580 | 330,749 | 6,932 | 146,170 | 0,430 | -0,170 |
| 270 | 5,598 | 330,749 | 6,932 | 142,621 | 0,419 | -0,139 |
| 275 | 5,617 | 330,749 | 6,932 | 139,971 | 0,411 | -0,117 |
| 280 | 5,635 | 330,749 | 6,932 | 137,196 | 0,402 | -0,094 |
| 285 | 5,652 | 330,749 | 6,932 | 134,605 | 0,394 | -0,072 |
| 290 | 5,670 | 330,749 | 6,932 | 131,904 | 0,386 | -0,049 |
| 295 | 5,687 | 330,749 | 6,932 | 129,320 | 0,378 | -0,027 |
| 300 | 5,704 | 330,749 | 6,932 | 126,657 | 0,370 | -0,005 |
| 305 | 5,720 | 330,749 | 6,932 | 124,034 | 0,362 | 0,017 |
| 310 | 5,737 | 330,749 | 6,932 | 121,519 | 0,354 | 0,038 |
| 315 | 5,753 | 330,749 | 6,932 | 118,823 | 0,346 | 0,061 |
| 320 | 5,768 | 330,749 | 6,932 | 116,275 | 0,338 | 0,082 |
| 325 | 5,784 | 330,749 | 6,932 | 113,699 | 0,330 | 0,104 |
| 330 | 5,799 | 330,749 | 6,932 | 111,193 | 0,322 | 0,125 |
| 335 | 5,814 | 330,749 | 6,932 | 108,718 | 0,314 | 0,146 |
| 340 | 5,829 | 330,749 | 6,932 | 106,208 | 0,307 | 0,167 |
| 345 | 5,844 | 330,749 | 6,932 | 103,665 | 0,299 | 0,189 |
| 350 | 5,858 | 330,749 | 6,932 | 101,084 | 0,291 | 0,211 |
| 355 | 5,872 | 330,749 | 6,932 | 98,572 | 0,283 | 0,233 |
| 360 | 5,886 | 330,749 | 6,932 | 96,131 | 0,275 | 0,254 |
| 365 | 5,900 | 330,749 | 6,932 | 93,691 | 0,268 | 0,275 |
| 370 | 5,914 | 330,749 | 6,932 | 91,598 | 0,261 | 0,294 |
| 375 | 5,927 | 330,749 | 6,932 | 89,034 | 0,254 | 0,316 |
| 380 | 5,940 | 330,749 | 6,932 | 86,443 | 0,246 | 0,340 |
| 385 | 5,953 | 330,749 | 6,932 | 84,208 | 0,239 | 0,360 |
| 390 | 5,966 | 330,749 | 6,932 | 82,321 | 0,233 | 0,377 |
| 395 | 5,979 | 330,749 | 6,932 | 79,981 | 0,226 | 0,398 |
| 400 | 5,991 | 330,749 | 6,932 | 77,717 | 0,219 | 0,419 |
| 405 | 6,004 | 330,749 | 6,932 | 75,528 | 0,212 | 0,440 |
| 410 | 6,016 | 330,749 | 6,932 | 73,304 | 0,205 | 0,461 |
| 415 | 6,028 | 330,749 | 6,932 | 71,148 | 0,198 | 0,481 |
| 420 | 6,040 | 330,749 | 6,932 | 69,065 | 0,192 | 0,501 |
| 425 | 6,052 | 330,749 | 6,932 | 67,048 | 0,186 | 0,521 |
| 430 | 6,064 | 330,749 | 6,932 | 64,966 | 0,179 | 0,542 |
| 435 | 6,075 | 330,749 | 6,932 | 62,952 | 0,173 | 0,562 |
| 440 | 6,087 | 330,749 | 6,932 | 60,972 | 0,167 | 0,582 |

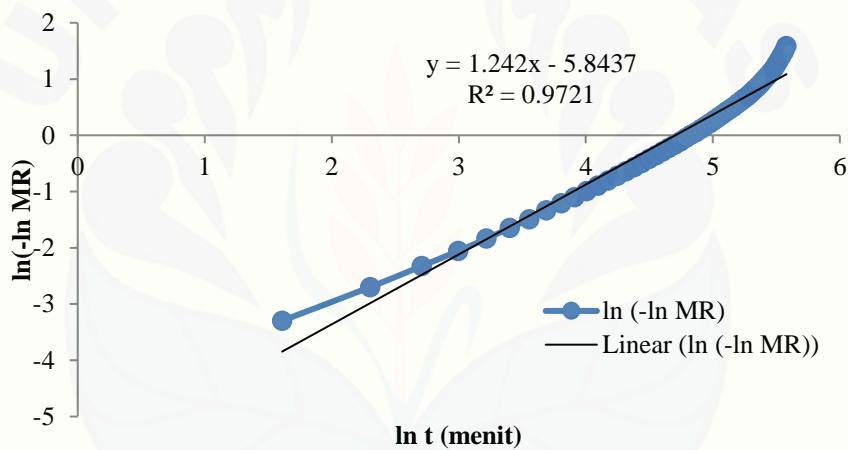
| t (menit) | ln (t) | $M0$ | Me | Mt | MR | ln (-ln MR) |
|--------------|--------|---------|-------|--------|-------|-------------|
| 445 | 6,098 | 330,749 | 6,932 | 59,066 | 0,161 | 0,602 |
| 450 | 6,109 | 330,749 | 6,932 | 57,134 | 0,155 | 0,623 |
| 455 | 6,120 | 330,749 | 6,932 | 55,082 | 0,149 | 0,645 |
| 460 | 6,131 | 330,749 | 6,932 | 53,250 | 0,143 | 0,665 |
| 465 | 6,142 | 330,749 | 6,932 | 51,451 | 0,137 | 0,685 |
| 470 | 6,153 | 330,749 | 6,932 | 49,658 | 0,132 | 0,706 |
| 475 | 6,163 | 330,749 | 6,932 | 47,797 | 0,126 | 0,728 |
| 480 | 6,174 | 330,749 | 6,932 | 46,140 | 0,121 | 0,747 |
| 485 | 6,184 | 330,749 | 6,932 | 44,554 | 0,116 | 0,767 |
| 490 | 6,194 | 330,749 | 6,932 | 42,862 | 0,111 | 0,788 |
| 495 | 6,205 | 330,749 | 6,932 | 40,965 | 0,105 | 0,812 |
| 500 | 6,215 | 330,749 | 6,932 | 39,449 | 0,100 | 0,832 |
| 505 | 6,225 | 330,749 | 6,932 | 37,935 | 0,096 | 0,853 |
| 510 | 6,234 | 330,749 | 6,932 | 36,498 | 0,091 | 0,873 |
| 515 | 6,244 | 330,749 | 6,932 | 34,843 | 0,086 | 0,897 |
| 520 | 6,254 | 330,749 | 6,932 | 33,401 | 0,082 | 0,918 |
| 525 | 6,263 | 330,749 | 6,932 | 32,176 | 0,078 | 0,937 |
| 530 | 6,273 | 330,749 | 6,932 | 30,807 | 0,074 | 0,958 |
| 535 | 6,282 | 330,749 | 6,932 | 29,479 | 0,070 | 0,980 |
| 540 | 6,292 | 330,749 | 6,932 | 28,254 | 0,066 | 1,001 |
| 545 | 6,301 | 330,749 | 6,932 | 26,891 | 0,062 | 1,025 |
| 550 | 6,310 | 330,749 | 6,932 | 25,402 | 0,057 | 1,052 |
| 555 | 6,319 | 330,749 | 6,932 | 23,978 | 0,053 | 1,080 |
| 560 | 6,328 | 330,749 | 6,932 | 22,557 | 0,048 | 1,109 |
| 565 | 6,337 | 330,749 | 6,932 | 21,380 | 0,045 | 1,134 |
| 570 | 6,346 | 330,749 | 6,932 | 20,239 | 0,041 | 1,161 |
| 575 | 6,354 | 330,749 | 6,932 | 19,127 | 0,038 | 1,188 |
| 580 | 6,363 | 330,749 | 6,932 | 18,091 | 0,034 | 1,214 |
| 585 | 6,372 | 330,749 | 6,932 | 17,086 | 0,031 | 1,242 |
| 590 | 6,380 | 330,749 | 6,932 | 16,283 | 0,029 | 1,265 |
| 595 | 6,389 | 330,749 | 6,932 | 15,618 | 0,027 | 1,286 |
| 600 | 6,397 | 330,749 | 6,932 | 14,821 | 0,024 | 1,312 |
| 605 | 6,405 | 330,749 | 6,932 | 13,853 | 0,021 | 1,347 |
| 610 | 6,413 | 330,749 | 6,932 | 13,097 | 0,019 | 1,377 |
| 615 | 6,422 | 330,749 | 6,932 | 12,374 | 0,017 | 1,408 |
| 620 | 6,430 | 330,749 | 6,932 | 11,685 | 0,015 | 1,440 |
| 625 | 6,438 | 330,749 | 6,932 | 11,070 | 0,013 | 1,472 |
| 630 | 6,446 | 330,749 | 6,932 | 10,376 | 0,011 | 1,514 |
| 635 | 6,454 | 330,749 | 6,932 | 9,900 | 0,009 | 1,546 |

| ln k | k | n |
|--------|---------|-------|
| -6,571 | 0,00140 | 1,178 |



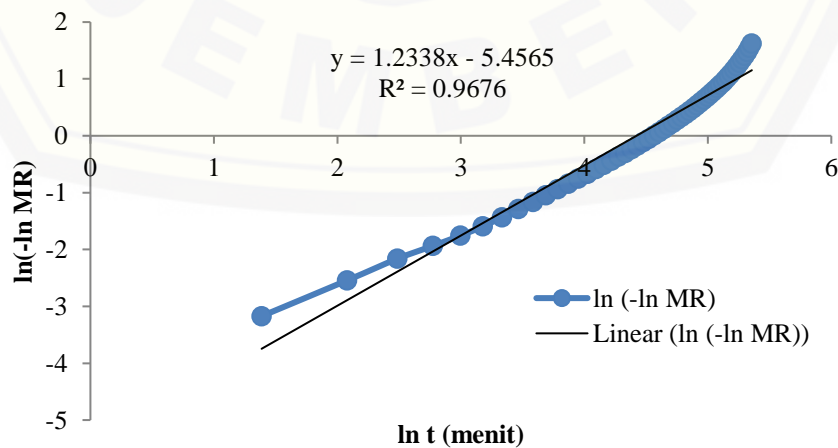
b). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Page pada suhu 65°C.

| $\ln k$ | k | n |
|---------|---------|-------|
| -5,843 | 0,00290 | 1,242 |



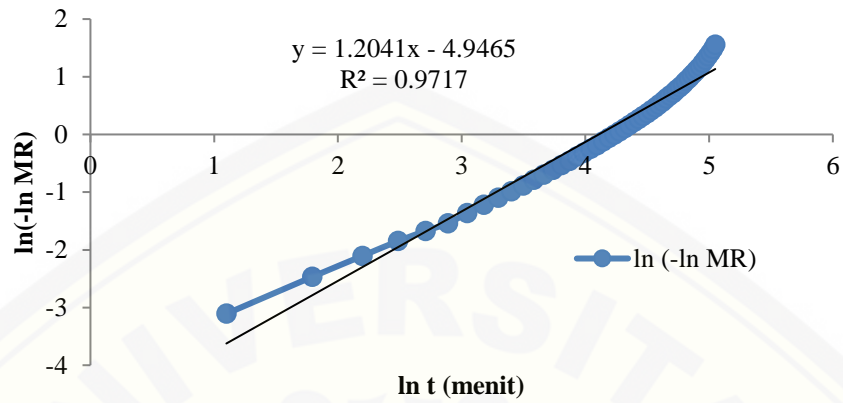
c). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Page pada suhu 75°C.

| $\ln k$ | k | n |
|---------|---------|-------|
| -5,456 | 0,00427 | 1,233 |



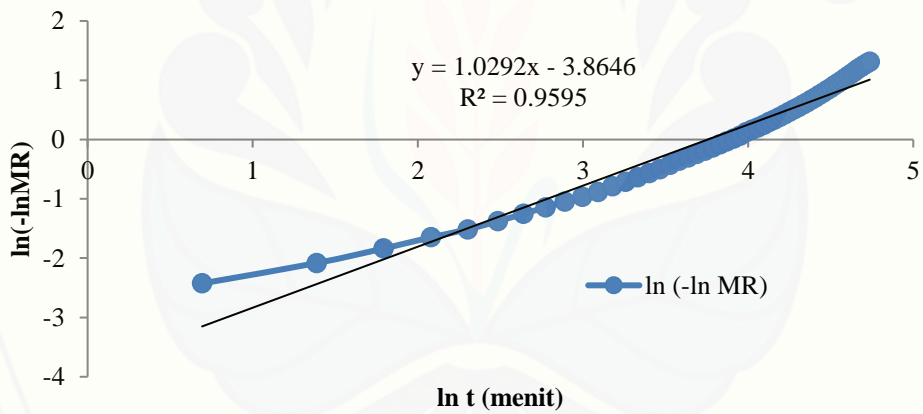
d). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Page pada suhu 85°C.

| ln k | k | n |
|--------|---------|-------|
| -4,946 | 0,00711 | 1,204 |



e). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Page pada suhu 100°C.

| ln k | k | n |
|--------|---------|-------|
| -3,864 | 0,02098 | 1,029 |



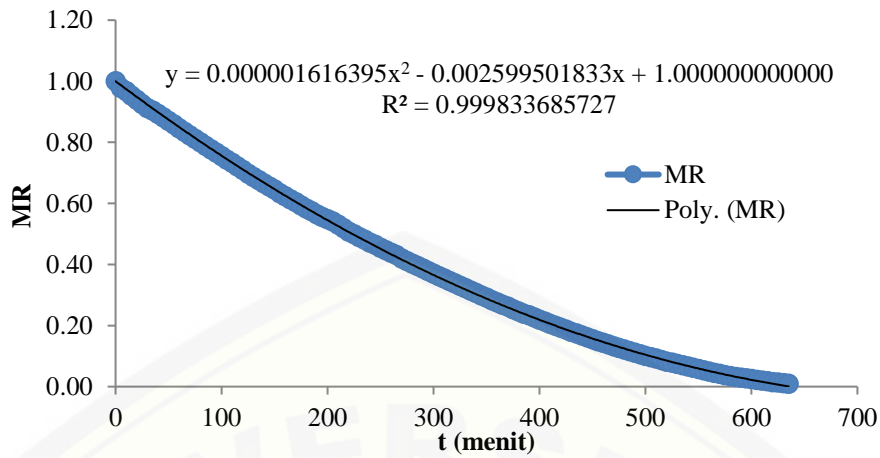
B1. Persamaan Wang & Singh

a). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Wang & Singh pada suhu 50°C.

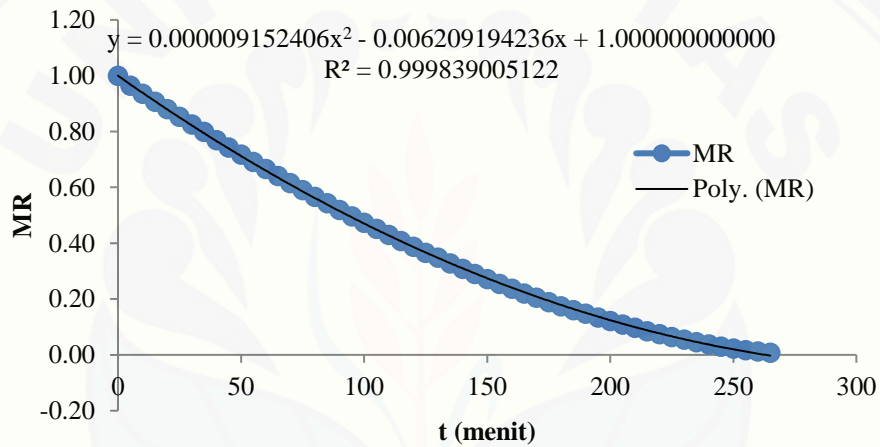
| t (menit) | ln (t) | <i>Mo</i> | <i>Me</i> | MR | b | a |
|--------------|--------|-----------|-----------|-------|------------|-------------|
| 0 | 0,000 | 330,749 | 6,932 | 1,000 | 0,00000156 | -0,00255948 |
| 5 | 1,609 | 330,749 | 6,932 | 0,978 | | |
| 10 | 2,303 | 330,749 | 6,932 | 0,967 | | |
| 15 | 2,708 | 330,749 | 6,932 | 0,953 | | |
| 20 | 2,996 | 330,749 | 6,932 | 0,938 | | |
| 25 | 3,219 | 330,749 | 6,932 | 0,925 | | |
| 30 | 3,401 | 330,749 | 6,932 | 0,912 | | |
| 35 | 3,555 | 330,749 | 6,932 | 0,903 | | |
| 40 | 3,689 | 330,749 | 6,932 | 0,893 | | |
| 45 | 3,807 | 330,749 | 6,932 | 0,881 | | |
| 50 | 3,912 | 330,749 | 6,932 | 0,869 | | |
| 55 | 4,007 | 330,749 | 6,932 | 0,858 | | |
| 60 | 4,094 | 330,749 | 6,932 | 0,846 | | |
| 65 | 4,174 | 330,749 | 6,932 | 0,834 | | |
| 70 | 4,248 | 330,749 | 6,932 | 0,822 | | |
| 75 | 4,317 | 330,749 | 6,932 | 0,811 | | |
| 80 | 4,382 | 330,749 | 6,932 | 0,799 | | |
| 85 | 4,443 | 330,749 | 6,932 | 0,788 | | |
| 90 | 4,500 | 330,749 | 6,932 | 0,776 | | |
| 95 | 4,554 | 330,749 | 6,932 | 0,766 | | |
| 100 | 4,605 | 330,749 | 6,932 | 0,754 | | |
| 105 | 4,654 | 330,749 | 6,932 | 0,743 | | |
| 110 | 4,700 | 330,749 | 6,932 | 0,732 | | |
| 115 | 4,745 | 330,749 | 6,932 | 0,721 | | |
| 120 | 4,787 | 330,749 | 6,932 | 0,709 | | |
| 125 | 4,828 | 330,749 | 6,932 | 0,697 | | |
| 130 | 4,868 | 330,749 | 6,932 | 0,686 | | |
| 135 | 4,905 | 330,749 | 6,932 | 0,675 | | |
| 140 | 4,942 | 330,749 | 6,932 | 0,665 | | |
| 145 | 4,977 | 330,749 | 6,932 | 0,655 | | |
| 150 | 5,011 | 330,749 | 6,932 | 0,645 | | |
| 155 | 5,043 | 330,749 | 6,932 | 0,633 | | |
| 160 | 5,075 | 330,749 | 6,932 | 0,623 | | |
| 165 | 5,106 | 330,749 | 6,932 | 0,613 | | |
| 170 | 5,136 | 330,749 | 6,932 | 0,604 | | |
| 175 | 5,165 | 330,749 | 6,932 | 0,592 | | |
| 180 | 5,193 | 330,749 | 6,932 | 0,582 | | |
| 185 | 5,220 | 330,749 | 6,932 | 0,574 | | |
| 190 | 5,247 | 330,749 | 6,932 | 0,563 | | |
| 195 | 5,273 | 330,749 | 6,932 | 0,555 | | |
| 200 | 5,298 | 330,749 | 6,932 | 0,547 | | |
| 205 | 5,323 | 330,749 | 6,932 | 0,540 | | |
| 210 | 5,347 | 330,749 | 6,932 | 0,530 | | |

| t | ln (t) | <i>Mo</i> | <i>Me</i> | MR | b | a |
|-----|--------|-----------|-----------|-------|---|---|
| 215 | 5,371 | 330,749 | 6,932 | 0,518 | | |
| 220 | 5,394 | 330,749 | 6,932 | 0,507 | | |
| 225 | 5,416 | 330,749 | 6,932 | 0,498 | | |
| 230 | 5,438 | 330,749 | 6,932 | 0,489 | | |
| 235 | 5,460 | 330,749 | 6,932 | 0,480 | | |
| 240 | 5,481 | 330,749 | 6,932 | 0,472 | | |
| 245 | 5,501 | 330,749 | 6,932 | 0,464 | | |
| 250 | 5,521 | 330,749 | 6,932 | 0,455 | | |
| 255 | 5,541 | 330,749 | 6,932 | 0,446 | | |
| 260 | 5,561 | 330,749 | 6,932 | 0,438 | | |
| 265 | 5,580 | 330,749 | 6,932 | 0,430 | | |
| 270 | 5,598 | 330,749 | 6,932 | 0,419 | | |
| 275 | 5,617 | 330,749 | 6,932 | 0,411 | | |
| 280 | 5,635 | 330,749 | 6,932 | 0,402 | | |
| 285 | 5,652 | 330,749 | 6,932 | 0,394 | | |
| 290 | 5,670 | 330,749 | 6,932 | 0,386 | | |
| 295 | 5,687 | 330,749 | 6,932 | 0,378 | | |
| 300 | 5,704 | 330,749 | 6,932 | 0,370 | | |
| 305 | 5,720 | 330,749 | 6,932 | 0,362 | | |
| 310 | 5,737 | 330,749 | 6,932 | 0,354 | | |
| 315 | 5,753 | 330,749 | 6,932 | 0,346 | | |
| 320 | 5,768 | 330,749 | 6,932 | 0,338 | | |
| 325 | 5,784 | 330,749 | 6,932 | 0,330 | | |
| 330 | 5,799 | 330,749 | 6,932 | 0,322 | | |
| 335 | 5,814 | 330,749 | 6,932 | 0,314 | | |
| 340 | 5,829 | 330,749 | 6,932 | 0,307 | | |
| 345 | 5,844 | 330,749 | 6,932 | 0,299 | | |
| 350 | 5,858 | 330,749 | 6,932 | 0,291 | | |
| 355 | 5,872 | 330,749 | 6,932 | 0,283 | | |
| 360 | 5,886 | 330,749 | 6,932 | 0,275 | | |
| 365 | 5,900 | 330,749 | 6,932 | 0,268 | | |
| 370 | 5,914 | 330,749 | 6,932 | 0,261 | | |
| 375 | 5,927 | 330,749 | 6,932 | 0,254 | | |
| 380 | 5,940 | 330,749 | 6,932 | 0,246 | | |
| 385 | 5,953 | 330,749 | 6,932 | 0,239 | | |
| 390 | 5,966 | 330,749 | 6,932 | 0,233 | | |
| 395 | 5,979 | 330,749 | 6,932 | 0,226 | | |
| 400 | 5,991 | 330,749 | 6,932 | 0,219 | | |
| 405 | 6,004 | 330,749 | 6,932 | 0,212 | | |
| 410 | 6,016 | 330,749 | 6,932 | 0,205 | | |
| 415 | 6,028 | 330,749 | 6,932 | 0,198 | | |
| 420 | 6,040 | 330,749 | 6,932 | 0,192 | | |
| 425 | 6,052 | 330,749 | 6,932 | 0,186 | | |
| 430 | 6,064 | 330,749 | 6,932 | 0,179 | | |
| 435 | 6,075 | 330,749 | 6,932 | 0,173 | | |
| 440 | 6,087 | 330,749 | 6,932 | 0,167 | | |
| 445 | 6,098 | 330,749 | 6,932 | 0,161 | | |

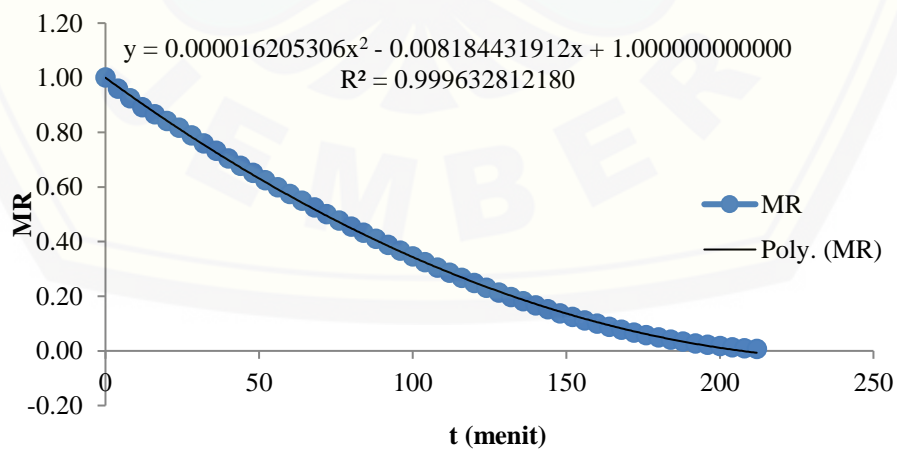
| t | ln (t) | <i>Mo</i> | <i>Me</i> | MR | b | a |
|-----|--------|-----------|-----------|-------|---|---|
| 450 | 6,109 | 330,749 | 6,932 | 0,155 | | |
| 455 | 6,120 | 330,749 | 6,932 | 0,149 | | |
| 460 | 6,131 | 330,749 | 6,932 | 0,143 | | |
| 465 | 6,142 | 330,749 | 6,932 | 0,137 | | |
| 470 | 6,153 | 330,749 | 6,932 | 0,132 | | |
| 475 | 6,163 | 330,749 | 6,932 | 0,126 | | |
| 480 | 6,174 | 330,749 | 6,932 | 0,121 | | |
| 485 | 6,184 | 330,749 | 6,932 | 0,116 | | |
| 490 | 6,194 | 330,749 | 6,932 | 0,111 | | |
| 495 | 6,205 | 330,749 | 6,932 | 0,105 | | |
| 500 | 6,215 | 330,749 | 6,932 | 0,100 | | |
| 505 | 6,225 | 330,749 | 6,932 | 0,096 | | |
| 510 | 6,234 | 330,749 | 6,932 | 0,091 | | |
| 515 | 6,244 | 330,749 | 6,932 | 0,086 | | |
| 520 | 6,254 | 330,749 | 6,932 | 0,082 | | |
| 525 | 6,263 | 330,749 | 6,932 | 0,078 | | |
| 530 | 6,273 | 330,749 | 6,932 | 0,074 | | |
| 535 | 6,282 | 330,749 | 6,932 | 0,070 | | |
| 540 | 6,292 | 330,749 | 6,932 | 0,066 | | |
| 545 | 6,301 | 330,749 | 6,932 | 0,062 | | |
| 550 | 6,310 | 330,749 | 6,932 | 0,057 | | |
| 555 | 6,319 | 330,749 | 6,932 | 0,053 | | |
| 560 | 6,328 | 330,749 | 6,932 | 0,048 | | |
| 565 | 6,337 | 330,749 | 6,932 | 0,045 | | |
| 570 | 6,346 | 330,749 | 6,932 | 0,041 | | |
| 575 | 6,354 | 330,749 | 6,932 | 0,038 | | |
| 580 | 6,363 | 330,749 | 6,932 | 0,034 | | |
| 585 | 6,372 | 330,749 | 6,932 | 0,031 | | |
| 590 | 6,380 | 330,749 | 6,932 | 0,029 | | |
| 595 | 6,389 | 330,749 | 6,932 | 0,027 | | |
| 600 | 6,397 | 330,749 | 6,932 | 0,024 | | |
| 605 | 6,405 | 330,749 | 6,932 | 0,021 | | |
| 610 | 6,413 | 330,749 | 6,932 | 0,019 | | |
| 615 | 6,422 | 330,749 | 6,932 | 0,017 | | |
| 620 | 6,430 | 330,749 | 6,932 | 0,015 | | |
| 625 | 6,438 | 330,749 | 6,932 | 0,013 | | |
| 630 | 6,446 | 330,749 | 6,932 | 0,011 | | |
| 635 | 6,454 | 330,749 | 6,932 | 0,009 | | |



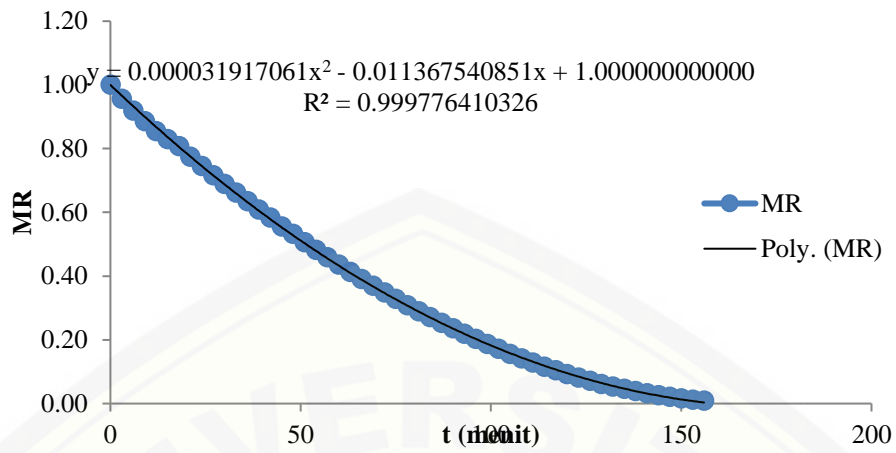
b). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Wang & Singh pada suhu 65°C.



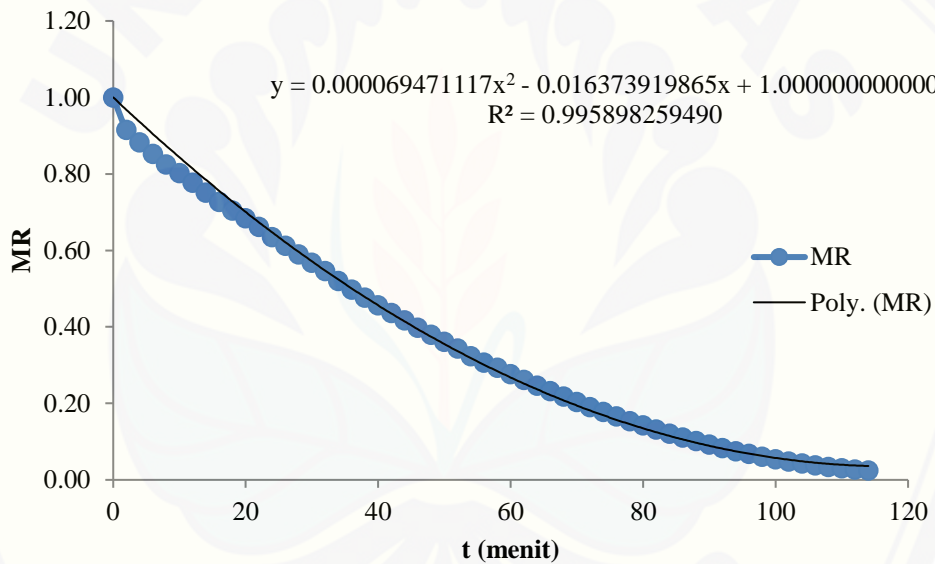
c). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Wang & Singh pada suhu 75°C.



d). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Wang & Singh pada suhu 85°C.



e). Data hasil perhitungan plotting Persamaan Wang & Singh pada suhu 100°C.



Lampiran C. Uji Validitas Model

C1. Persamaan Page

a). Suhu 50°C

| t (menit) | MR data | MR Est | \bar{y} | R ² | | RMSE |
|--------------|-------------------|---------------|-----------|--------------------------------|--|-----------------------|
| | (y _i) | (\hat{y}) | | ($\hat{y}-y_i$) ² | (y _i - \bar{y}) ² | (y-yest) ² |
| | y | yest | | | | |
| 0 | 1,000 | 1,000 | 0,377 | 0,000 | 0,388 | 0,000 |
| 5 | 0,968 | 0,991 | 0,377 | 0,001 | 0,349 | 0,001 |
| 10 | 0,967 | 0,979 | 0,377 | 0,000 | 0,348 | 0,000 |
| 15 | 0,953 | 0,967 | 0,377 | 0,000 | 0,331 | 0,000 |
| 20 | 0,938 | 0,953 | 0,377 | 0,000 | 0,315 | 0,000 |
| 25 | 0,925 | 0,940 | 0,377 | 0,000 | 0,300 | 0,000 |
| 30 | 0,912 | 0,926 | 0,377 | 0,000 | 0,286 | 0,000 |
| 35 | 0,903 | 0,912 | 0,377 | 0,000 | 0,276 | 0,000 |
| 40 | 0,893 | 0,898 | 0,377 | 0,000 | 0,265 | 0,000 |
| 45 | 0,881 | 0,883 | 0,377 | 0,000 | 0,253 | 0,000 |
| 50 | 0,869 | 0,869 | 0,377 | 0,000 | 0,242 | 0,000 |
| 55 | 0,858 | 0,855 | 0,377 | 0,000 | 0,230 | 0,000 |
| 60 | 0,846 | 0,840 | 0,377 | 0,000 | 0,219 | 0,000 |
| 65 | 0,834 | 0,826 | 0,377 | 0,000 | 0,208 | 0,000 |
| 70 | 0,822 | 0,812 | 0,377 | 0,000 | 0,198 | 0,000 |
| 75 | 0,811 | 0,797 | 0,377 | 0,000 | 0,188 | 0,000 |
| 80 | 0,799 | 0,783 | 0,377 | 0,000 | 0,178 | 0,000 |
| 85 | 0,788 | 0,769 | 0,377 | 0,000 | 0,168 | 0,000 |
| 90 | 0,776 | 0,755 | 0,377 | 0,000 | 0,159 | 0,000 |
| 95 | 0,766 | 0,741 | 0,377 | 0,001 | 0,151 | 0,001 |
| 100 | 0,754 | 0,728 | 0,377 | 0,001 | 0,142 | 0,001 |
| 105 | 0,743 | 0,714 | 0,377 | 0,001 | 0,134 | 0,001 |
| 110 | 0,732 | 0,701 | 0,377 | 0,001 | 0,126 | 0,001 |
| 115 | 0,721 | 0,687 | 0,377 | 0,001 | 0,118 | 0,001 |
| 120 | 0,709 | 0,674 | 0,377 | 0,001 | 0,110 | 0,001 |
| 125 | 0,697 | 0,661 | 0,377 | 0,001 | 0,102 | 0,001 |
| 130 | 0,686 | 0,649 | 0,377 | 0,001 | 0,095 | 0,001 |
| 135 | 0,675 | 0,636 | 0,377 | 0,002 | 0,089 | 0,002 |
| 140 | 0,665 | 0,623 | 0,377 | 0,002 | 0,083 | 0,002 |
| 145 | 0,655 | 0,611 | 0,377 | 0,002 | 0,077 | 0,002 |
| 150 | 0,645 | 0,599 | 0,377 | 0,002 | 0,071 | 0,002 |
| 155 | 0,633 | 0,587 | 0,377 | 0,002 | 0,065 | 0,002 |
| 160 | 0,623 | 0,575 | 0,377 | 0,002 | 0,060 | 0,002 |
| 165 | 0,613 | 0,564 | 0,377 | 0,002 | 0,056 | 0,002 |
| 170 | 0,604 | 0,552 | 0,377 | 0,003 | 0,051 | 0,003 |
| 175 | 0,592 | 0,541 | 0,377 | 0,003 | 0,046 | 0,003 |
| 180 | 0,582 | 0,530 | 0,377 | 0,003 | 0,042 | 0,003 |
| 185 | 0,574 | 0,519 | 0,377 | 0,003 | 0,038 | 0,003 |
| 190 | 0,563 | 0,508 | 0,377 | 0,003 | 0,034 | 0,003 |
| 195 | 0,555 | 0,498 | 0,377 | 0,003 | 0,032 | 0,003 |
| 200 | 0,547 | 0,487 | 0,377 | 0,004 | 0,029 | 0,004 |

| t (menit) | MR data | MR Est | \bar{y} | R ² | | RMSE |
|--------------|-------------------|---------------|-----------|--------------------------------|--|-----------------------|
| | (y _i) | (\hat{y}) | | ($\hat{y}-y_i$) ² | (y _i - \bar{y}) ² | (%bk) |
| | y | yest | | | | (y-yest) ² |
| 210 | 0,530 | 0,467 | 0,377 | 0,004 | 0,023 | 0,004 |
| 215 | 0,518 | 0,457 | 0,377 | 0,004 | 0,020 | 0,004 |
| 220 | 0,507 | 0,447 | 0,377 | 0,004 | 0,017 | 0,004 |
| 225 | 0,498 | 0,438 | 0,377 | 0,004 | 0,015 | 0,004 |
| 230 | 0,489 | 0,428 | 0,377 | 0,004 | 0,012 | 0,004 |
| 235 | 0,480 | 0,419 | 0,377 | 0,004 | 0,011 | 0,004 |
| 240 | 0,472 | 0,410 | 0,377 | 0,004 | 0,009 | 0,004 |
| 245 | 0,464 | 0,401 | 0,377 | 0,004 | 0,007 | 0,004 |
| 250 | 0,455 | 0,392 | 0,377 | 0,004 | 0,006 | 0,004 |
| 255 | 0,446 | 0,384 | 0,377 | 0,004 | 0,005 | 0,004 |
| 260 | 0,438 | 0,375 | 0,377 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |
| 265 | 0,430 | 0,367 | 0,377 | 0,004 | 0,003 | 0,004 |
| 270 | 0,419 | 0,359 | 0,377 | 0,004 | 0,002 | 0,004 |
| 275 | 0,411 | 0,351 | 0,377 | 0,004 | 0,001 | 0,004 |
| 280 | 0,402 | 0,343 | 0,377 | 0,003 | 0,001 | 0,003 |
| 285 | 0,394 | 0,336 | 0,377 | 0,003 | 0,000 | 0,003 |
| 290 | 0,386 | 0,328 | 0,377 | 0,003 | 0,000 | 0,003 |
| 295 | 0,378 | 0,321 | 0,377 | 0,003 | 0,000 | 0,003 |
| 300 | 0,370 | 0,314 | 0,377 | 0,003 | 0,000 | 0,003 |
| 305 | 0,362 | 0,307 | 0,377 | 0,003 | 0,000 | 0,003 |
| 310 | 0,354 | 0,300 | 0,377 | 0,003 | 0,001 | 0,003 |
| 315 | 0,346 | 0,293 | 0,377 | 0,003 | 0,001 | 0,003 |
| 320 | 0,338 | 0,286 | 0,377 | 0,003 | 0,002 | 0,003 |
| 325 | 0,330 | 0,280 | 0,377 | 0,003 | 0,002 | 0,003 |
| 330 | 0,322 | 0,273 | 0,377 | 0,002 | 0,003 | 0,002 |
| 335 | 0,314 | 0,267 | 0,377 | 0,002 | 0,004 | 0,002 |
| 340 | 0,307 | 0,261 | 0,377 | 0,002 | 0,005 | 0,002 |
| 345 | 0,299 | 0,255 | 0,377 | 0,002 | 0,006 | 0,002 |
| 350 | 0,291 | 0,249 | 0,377 | 0,002 | 0,008 | 0,002 |
| 355 | 0,283 | 0,243 | 0,377 | 0,002 | 0,009 | 0,002 |
| 360 | 0,275 | 0,238 | 0,377 | 0,001 | 0,010 | 0,001 |
| 365 | 0,268 | 0,232 | 0,377 | 0,001 | 0,012 | 0,001 |
| 370 | 0,261 | 0,227 | 0,377 | 0,001 | 0,013 | 0,001 |
| 375 | 0,254 | 0,221 | 0,377 | 0,001 | 0,015 | 0,001 |
| 380 | 0,246 | 0,216 | 0,377 | 0,001 | 0,017 | 0,001 |
| 385 | 0,239 | 0,211 | 0,377 | 0,001 | 0,019 | 0,001 |
| 390 | 0,233 | 0,206 | 0,377 | 0,001 | 0,021 | 0,001 |
| 395 | 0,226 | 0,201 | 0,377 | 0,001 | 0,023 | 0,001 |
| 400 | 0,219 | 0,196 | 0,377 | 0,000 | 0,025 | 0,000 |
| 405 | 0,212 | 0,192 | 0,377 | 0,000 | 0,027 | 0,000 |
| 410 | 0,205 | 0,187 | 0,377 | 0,000 | 0,030 | 0,000 |
| 415 | 0,198 | 0,183 | 0,377 | 0,000 | 0,032 | 0,000 |
| 420 | 0,192 | 0,178 | 0,377 | 0,000 | 0,034 | 0,000 |

| t (menit) | MR data | MR Est | \bar{y} | R ² | | RMSE |
|--------------|-------------------|---------------|-----------|--------------------------------|--|-----------------------|
| | (y _i) | (\hat{y}) | | ($\hat{y}-y_i$) ² | (y _i - \bar{y}) ² | (%bk) |
| | y | yest | | | | (y-yest) ² |
| 425 | 0,186 | 0,174 | 0,377 | 0,000 | 0,037 | 0,000 |
| 430 | 0,179 | 0,170 | 0,377 | 0,000 | 0,039 | 0,000 |
| 435 | 0,173 | 0,166 | 0,377 | 0,000 | 0,042 | 0,000 |
| 440 | 0,167 | 0,162 | 0,377 | 0,000 | 0,044 | 0,000 |
| 445 | 0,161 | 0,158 | 0,377 | 0,000 | 0,047 | 0,000 |
| 450 | 0,155 | 0,154 | 0,377 | 0,000 | 0,049 | 0,000 |
| 455 | 0,149 | 0,150 | 0,377 | 0,000 | 0,052 | 0,000 |
| 460 | 0,143 | 0,147 | 0,377 | 0,000 | 0,055 | 0,000 |
| 465 | 0,137 | 0,143 | 0,377 | 0,000 | 0,058 | 0,000 |
| 470 | 0,132 | 0,140 | 0,377 | 0,000 | 0,060 | 0,000 |
| 475 | 0,126 | 0,136 | 0,377 | 0,000 | 0,063 | 0,000 |
| 480 | 0,121 | 0,133 | 0,377 | 0,000 | 0,066 | 0,000 |
| 485 | 0,116 | 0,130 | 0,377 | 0,000 | 0,068 | 0,000 |
| 490 | 0,111 | 0,127 | 0,377 | 0,000 | 0,071 | 0,000 |
| 495 | 0,105 | 0,123 | 0,377 | 0,000 | 0,074 | 0,000 |
| 500 | 0,100 | 0,120 | 0,377 | 0,000 | 0,077 | 0,000 |
| 505 | 0,096 | 0,117 | 0,377 | 0,000 | 0,079 | 0,000 |
| 510 | 0,091 | 0,115 | 0,377 | 0,001 | 0,082 | 0,001 |
| 515 | 0,086 | 0,112 | 0,377 | 0,001 | 0,085 | 0,001 |
| 520 | 0,082 | 0,109 | 0,377 | 0,001 | 0,087 | 0,001 |
| 525 | 0,078 | 0,106 | 0,377 | 0,001 | 0,090 | 0,001 |
| 530 | 0,074 | 0,104 | 0,377 | 0,001 | 0,092 | 0,001 |
| 535 | 0,070 | 0,101 | 0,377 | 0,001 | 0,095 | 0,001 |
| 540 | 0,066 | 0,099 | 0,377 | 0,001 | 0,097 | 0,001 |
| 545 | 0,062 | 0,096 | 0,377 | 0,001 | 0,100 | 0,001 |
| 550 | 0,057 | 0,094 | 0,377 | 0,001 | 0,103 | 0,001 |
| 555 | 0,053 | 0,091 | 0,377 | 0,001 | 0,106 | 0,001 |
| 560 | 0,048 | 0,089 | 0,377 | 0,002 | 0,108 | 0,002 |
| 565 | 0,045 | 0,087 | 0,377 | 0,002 | 0,111 | 0,002 |
| 570 | 0,041 | 0,085 | 0,377 | 0,002 | 0,113 | 0,002 |
| 575 | 0,038 | 0,082 | 0,377 | 0,002 | 0,115 | 0,002 |
| 580 | 0,034 | 0,080 | 0,377 | 0,002 | 0,118 | 0,002 |
| 585 | 0,031 | 0,078 | 0,377 | 0,002 | 0,120 | 0,002 |
| 590 | 0,029 | 0,076 | 0,377 | 0,002 | 0,122 | 0,002 |
| 595 | 0,027 | 0,074 | 0,377 | 0,002 | 0,123 | 0,002 |
| 600 | 0,024 | 0,073 | 0,377 | 0,002 | 0,125 | 0,002 |
| 605 | 0,021 | 0,071 | 0,377 | 0,002 | 0,127 | 0,002 |
| 610 | 0,019 | 0,069 | 0,377 | 0,002 | 0,128 | 0,002 |
| 615 | 0,017 | 0,067 | 0,377 | 0,003 | 0,130 | 0,003 |
| 620 | 0,015 | 0,065 | 0,377 | 0,003 | 0,132 | 0,003 |
| 625 | 0,013 | 0,064 | 0,377 | 0,003 | 0,133 | 0,003 |
| 630 | 0,011 | 0,062 | 0,377 | 0,003 | 0,135 | 0,003 |
| 635 | 0,009 | 0,061 | 0,377 | 0,003 | 0,136 | 0,003 |

| Suhu (°C) | $(\hat{y}-y_i)^2$ | $(y_i-\bar{y})^2$ | $(y-y_{est})^2$ | R ² | RMSE (%bk) | P |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------|-------|
| 50 | 0,204 | 11,026 | 0,204 | 0,982 | 0,040 | 0,038 |
| 65 | 0,075 | 4,883 | 0,075 | 0,985 | 0,038 | 0,042 |
| 75 | 0,086 | 4,976 | 0,086 | 0,990 | 0,040 | 0,047 |
| 85 | 0,075 | 4,779 | 0,075 | 0,984 | 0,038 | 0,045 |
| 100 | 0,097 | 4,613 | 0,097 | 0,979 | 0,041 | 0,037 |

C1. Persamaan Wang & Singh

a). Suhu 50°C

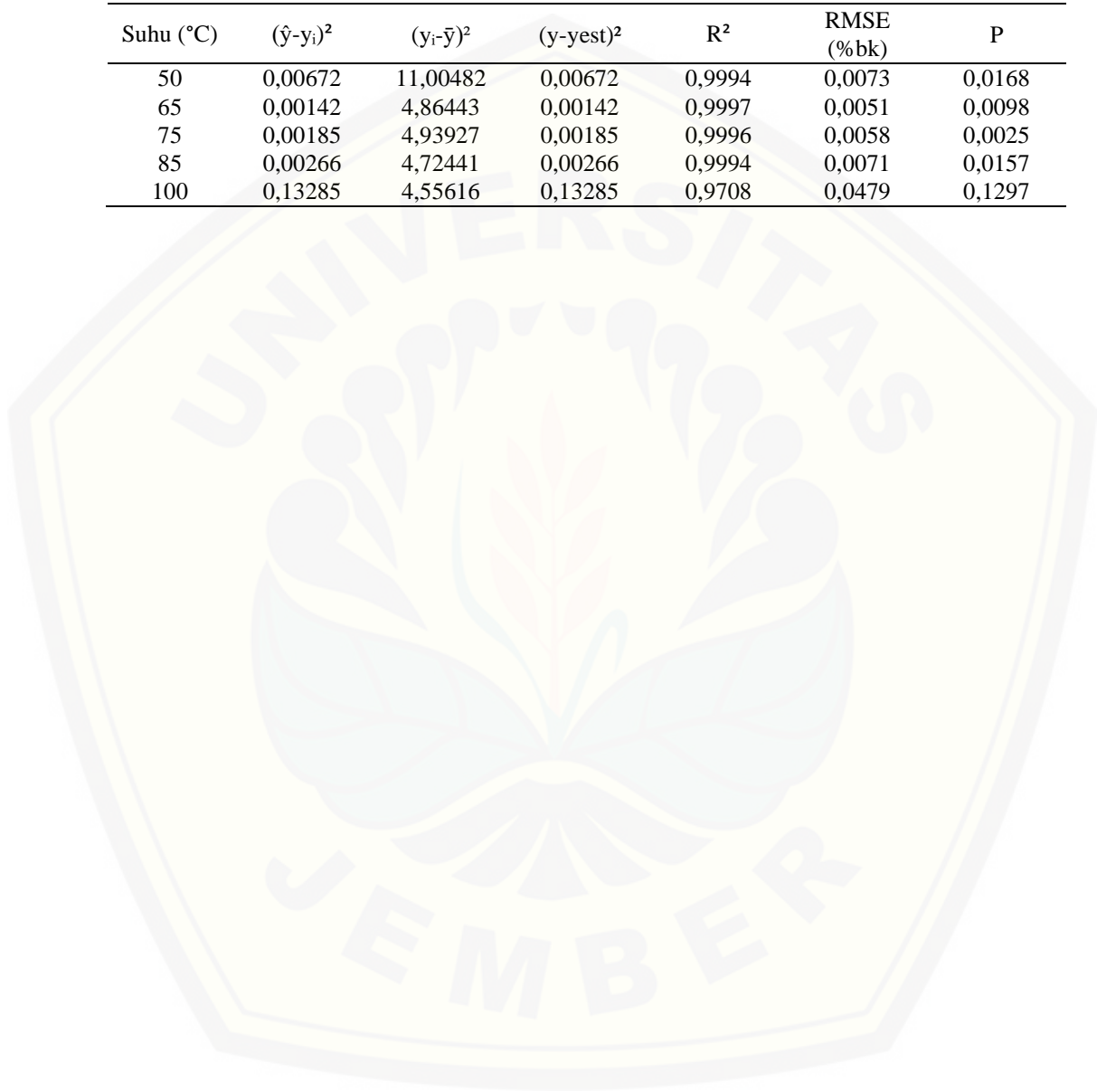
| t (menit) | MR data (y _i) | MR Est (\hat{y}) | \bar{y} | R ² | | RMSE (%bk) |
|--------------|------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | y | y _{est} | | $(\hat{y}-y_i)^2$ | $(y_i-\bar{y})^2$ | $(y-y_{est})^2$ |
| 0 | 1,000 | 1,000 | 0,3984 | 0,00000 | 0,36191 | 0,000000 |
| 5 | 0,968 | 0,987 | 0,3984 | 0,00037 | 0,32442 | 0,000370 |
| 10 | 0,967 | 0,975 | 0,3984 | 0,00006 | 0,32342 | 0,000055 |
| 15 | 0,953 | 0,962 | 0,3984 | 0,00008 | 0,30729 | 0,000085 |
| 20 | 0,938 | 0,949 | 0,3984 | 0,00012 | 0,29168 | 0,000120 |
| 25 | 0,925 | 0,937 | 0,3984 | 0,00014 | 0,27729 | 0,000144 |
| 30 | 0,912 | 0,925 | 0,3984 | 0,00016 | 0,26369 | 0,000161 |
| 35 | 0,903 | 0,912 | 0,3984 | 0,00009 | 0,25447 | 0,000090 |
| 40 | 0,893 | 0,900 | 0,3984 | 0,00006 | 0,24412 | 0,000058 |
| 45 | 0,881 | 0,888 | 0,3984 | 0,00005 | 0,23275 | 0,000051 |
| 50 | 0,869 | 0,876 | 0,3984 | 0,00005 | 0,22159 | 0,000046 |
| 55 | 0,858 | 0,864 | 0,3984 | 0,00004 | 0,21076 | 0,000042 |
| 60 | 0,846 | 0,852 | 0,3984 | 0,00004 | 0,19994 | 0,000042 |
| 65 | 0,834 | 0,840 | 0,3984 | 0,00004 | 0,18967 | 0,000040 |
| 70 | 0,822 | 0,829 | 0,3984 | 0,00004 | 0,17957 | 0,000040 |
| 75 | 0,811 | 0,817 | 0,3984 | 0,00004 | 0,16985 | 0,000040 |
| 80 | 0,799 | 0,805 | 0,3984 | 0,00003 | 0,16076 | 0,000035 |
| 85 | 0,788 | 0,794 | 0,3984 | 0,00004 | 0,15156 | 0,000036 |
| 90 | 0,776 | 0,782 | 0,3984 | 0,00004 | 0,14280 | 0,000036 |
| 95 | 0,766 | 0,771 | 0,3984 | 0,00003 | 0,13495 | 0,000027 |
| 100 | 0,754 | 0,760 | 0,3984 | 0,00003 | 0,12661 | 0,000030 |
| 105 | 0,743 | 0,748 | 0,3984 | 0,00003 | 0,11884 | 0,000029 |
| 110 | 0,732 | 0,737 | 0,3984 | 0,00003 | 0,11131 | 0,000029 |
| 115 | 0,721 | 0,726 | 0,3984 | 0,00003 | 0,10381 | 0,000033 |
| 120 | 0,709 | 0,715 | 0,3984 | 0,00004 | 0,09672 | 0,000036 |
| 125 | 0,697 | 0,705 | 0,3984 | 0,00006 | 0,08908 | 0,000058 |
| 130 | 0,686 | 0,694 | 0,3984 | 0,00006 | 0,08285 | 0,000055 |
| 135 | 0,675 | 0,683 | 0,3984 | 0,00006 | 0,07677 | 0,000056 |
| 140 | 0,665 | 0,672 | 0,3984 | 0,00005 | 0,07109 | 0,000053 |
| 145 | 0,655 | 0,662 | 0,3984 | 0,00005 | 0,06558 | 0,000053 |
| 150 | 0,645 | 0,651 | 0,3984 | 0,00004 | 0,06068 | 0,000043 |
| 155 | 0,633 | 0,641 | 0,3984 | 0,00006 | 0,05508 | 0,000060 |
| 160 | 0,623 | 0,631 | 0,3984 | 0,00006 | 0,05044 | 0,000057 |

| t (menit) | MR data (y_i) | MR Est (\hat{y}) | \bar{y} | R ² | | RMSE (%bk) |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | y | yest | | $(\hat{y}-y_i)^2$ | $(y_i-\bar{y})^2$ | $(y-yest)^2$ |
| 165 | 0,613 | 0,620 | 0,3984 | 0,00005 | 0,04610 | 0,000051 |
| 170 | 0,604 | 0,610 | 0,3984 | 0,00004 | 0,04210 | 0,000042 |
| 175 | 0,592 | 0,600 | 0,3984 | 0,00006 | 0,03760 | 0,000059 |
| 185 | 0,574 | 0,580 | 0,3984 | 0,00004 | 0,03071 | 0,000041 |
| 190 | 0,563 | 0,570 | 0,3984 | 0,00005 | 0,02714 | 0,000049 |
| 195 | 0,555 | 0,560 | 0,3984 | 0,00003 | 0,02461 | 0,000026 |
| 200 | 0,547 | 0,551 | 0,3984 | 0,00001 | 0,02217 | 0,000011 |
| 205 | 0,540 | 0,541 | 0,3984 | 0,00000 | 0,02001 | 0,000001 |
| 210 | 0,530 | 0,531 | 0,3984 | 0,00000 | 0,01728 | 0,000003 |
| 215 | 0,518 | 0,522 | 0,3984 | 0,00001 | 0,01438 | 0,000013 |
| 220 | 0,507 | 0,513 | 0,3984 | 0,00003 | 0,01180 | 0,000031 |
| 225 | 0,498 | 0,503 | 0,3984 | 0,00003 | 0,00993 | 0,000027 |
| 230 | 0,489 | 0,494 | 0,3984 | 0,00003 | 0,00820 | 0,000026 |
| 235 | 0,480 | 0,485 | 0,3984 | 0,00002 | 0,00669 | 0,000022 |
| 240 | 0,472 | 0,476 | 0,3984 | 0,00002 | 0,00535 | 0,000018 |
| 245 | 0,464 | 0,467 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00424 | 0,000011 |
| 250 | 0,455 | 0,458 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00319 | 0,000009 |
| 255 | 0,446 | 0,449 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00230 | 0,000007 |
| 260 | 0,438 | 0,440 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00156 | 0,000006 |
| 265 | 0,430 | 0,432 | 0,3984 | 0,00000 | 0,00100 | 0,000003 |
| 270 | 0,419 | 0,423 | 0,3984 | 0,00002 | 0,00042 | 0,000015 |
| 275 | 0,411 | 0,414 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00015 | 0,000013 |
| 280 | 0,402 | 0,406 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00001 | 0,000014 |
| 285 | 0,394 | 0,398 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00002 | 0,000011 |
| 290 | 0,386 | 0,389 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00016 | 0,000011 |
| 295 | 0,378 | 0,381 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00042 | 0,000010 |
| 300 | 0,370 | 0,373 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00082 | 0,000010 |
| 305 | 0,362 | 0,365 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00135 | 0,000010 |
| 310 | 0,354 | 0,357 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00199 | 0,000009 |
| 315 | 0,346 | 0,349 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00280 | 0,000012 |
| 320 | 0,338 | 0,341 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00369 | 0,000012 |
| 325 | 0,330 | 0,333 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00472 | 0,000013 |
| 330 | 0,322 | 0,326 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00584 | 0,000014 |
| 335 | 0,314 | 0,318 | 0,3984 | 0,00001 | 0,00707 | 0,000014 |
| 340 | 0,307 | 0,311 | 0,3984 | 0,00002 | 0,00843 | 0,000016 |
| 345 | 0,299 | 0,303 | 0,3984 | 0,00002 | 0,00994 | 0,000019 |
| 350 | 0,291 | 0,296 | 0,3984 | 0,00003 | 0,01159 | 0,000025 |
| 355 | 0,283 | 0,288 | 0,3984 | 0,00003 | 0,01332 | 0,000030 |
| 360 | 0,275 | 0,281 | 0,3984 | 0,00003 | 0,01512 | 0,000034 |
| 365 | 0,268 | 0,274 | 0,3984 | 0,00004 | 0,01703 | 0,000039 |
| 370 | 0,261 | 0,267 | 0,3984 | 0,00003 | 0,01876 | 0,000032 |
| 375 | 0,254 | 0,260 | 0,3984 | 0,00004 | 0,02099 | 0,000044 |
| 380 | 0,246 | 0,253 | 0,3984 | 0,00006 | 0,02337 | 0,000059 |
| 385 | 0,239 | 0,246 | 0,3984 | 0,00006 | 0,02553 | 0,000061 |
| 390 | 0,233 | 0,240 | 0,3984 | 0,00005 | 0,02742 | 0,000047 |
| 395 | 0,226 | 0,233 | 0,3984 | 0,00006 | 0,02987 | 0,000056 |

| t (menit) | MR data (y_i) | MR Est (\hat{y}) | \bar{y} | R ² | | RMSE (%bk) |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | y | yest | | $(\hat{y}-y_i)^2$ | $(y_i-\bar{y})^2$ | $(y-yest)^2$ |
| 400 | 0,219 | 0,226 | 0,3984 | 0,00006 | 0,03234 | 0,000062 |
| 405 | 0,212 | 0,220 | 0,3984 | 0,00007 | 0,03481 | 0,000066 |
| 410 | 0,205 | 0,214 | 0,3984 | 0,00007 | 0,03742 | 0,000073 |
| 415 | 0,198 | 0,207 | 0,3984 | 0,00008 | 0,04004 | 0,000079 |
| 420 | 0,192 | 0,201 | 0,3984 | 0,00008 | 0,04266 | 0,000082 |
| 425 | 0,186 | 0,195 | 0,3984 | 0,00008 | 0,04527 | 0,000083 |
| 430 | 0,179 | 0,189 | 0,3984 | 0,00009 | 0,04805 | 0,000088 |
| 435 | 0,173 | 0,183 | 0,3984 | 0,00009 | 0,05081 | 0,000092 |
| 440 | 0,167 | 0,177 | 0,3984 | 0,00010 | 0,05361 | 0,000095 |
| 445 | 0,161 | 0,171 | 0,3984 | 0,00010 | 0,05637 | 0,000095 |
| 450 | 0,155 | 0,165 | 0,3984 | 0,00010 | 0,05924 | 0,000099 |
| 455 | 0,149 | 0,159 | 0,3984 | 0,00011 | 0,06236 | 0,000111 |
| 460 | 0,143 | 0,154 | 0,3984 | 0,00011 | 0,06522 | 0,000112 |
| 465 | 0,137 | 0,148 | 0,3984 | 0,00011 | 0,06809 | 0,000111 |
| 470 | 0,132 | 0,143 | 0,3984 | 0,00011 | 0,07101 | 0,000112 |
| 475 | 0,126 | 0,137 | 0,3984 | 0,00012 | 0,07410 | 0,000120 |
| 480 | 0,121 | 0,132 | 0,3984 | 0,00012 | 0,07692 | 0,000115 |
| 485 | 0,116 | 0,127 | 0,3984 | 0,00011 | 0,07966 | 0,000108 |
| 490 | 0,111 | 0,121 | 0,3984 | 0,00011 | 0,08263 | 0,000109 |
| 495 | 0,105 | 0,116 | 0,3984 | 0,00013 | 0,08604 | 0,000125 |
| 500 | 0,100 | 0,111 | 0,3984 | 0,00012 | 0,08880 | 0,000118 |
| 505 | 0,096 | 0,106 | 0,3984 | 0,00011 | 0,09161 | 0,000112 |
| 510 | 0,091 | 0,101 | 0,3984 | 0,00010 | 0,09432 | 0,000104 |
| 515 | 0,086 | 0,097 | 0,3984 | 0,00011 | 0,09748 | 0,000110 |
| 520 | 0,082 | 0,092 | 0,3984 | 0,00011 | 0,10028 | 0,000105 |
| 525 | 0,078 | 0,087 | 0,3984 | 0,00009 | 0,10269 | 0,000089 |
| 530 | 0,074 | 0,083 | 0,3984 | 0,00008 | 0,10542 | 0,000083 |
| 535 | 0,070 | 0,078 | 0,3984 | 0,00008 | 0,10810 | 0,000076 |
| 540 | 0,066 | 0,074 | 0,3984 | 0,00007 | 0,11060 | 0,000066 |
| 545 | 0,062 | 0,070 | 0,3984 | 0,00006 | 0,11342 | 0,000064 |
| 550 | 0,057 | 0,065 | 0,3984 | 0,00007 | 0,11654 | 0,000070 |
| 555 | 0,053 | 0,061 | 0,3984 | 0,00007 | 0,11956 | 0,000074 |
| 560 | 0,048 | 0,057 | 0,3984 | 0,00008 | 0,12262 | 0,000080 |
| 565 | 0,045 | 0,053 | 0,3984 | 0,00007 | 0,12517 | 0,000073 |
| 570 | 0,041 | 0,049 | 0,3984 | 0,00007 | 0,12768 | 0,000067 |
| 575 | 0,038 | 0,045 | 0,3984 | 0,00006 | 0,13015 | 0,000060 |
| 580 | 0,034 | 0,042 | 0,3984 | 0,00005 | 0,13246 | 0,000052 |
| 585 | 0,031 | 0,038 | 0,3984 | 0,00004 | 0,13473 | 0,000044 |
| 590 | 0,029 | 0,034 | 0,3984 | 0,00003 | 0,13656 | 0,000030 |
| 595 | 0,027 | 0,031 | 0,3984 | 0,00002 | 0,13808 | 0,000016 |
| 600 | 0,024 | 0,027 | 0,3984 | 0,00001 | 0,13992 | 0,000009 |
| 605 | 0,021 | 0,024 | 0,3984 | 0,00001 | 0,14216 | 0,000007 |
| 610 | 0,019 | 0,021 | 0,3984 | 0,00000 | 0,14393 | 0,000003 |
| 615 | 0,017 | 0,017 | 0,3984 | 0,00000 | 0,14563 | 0,000000 |
| 620 | 0,015 | 0,014 | 0,3984 | 0,00000 | 0,14726 | 0,000000 |

| | | | | | | |
|-----|-------|-------|--------|---------|---------|----------|
| 625 | 0,013 | 0,011 | 0,3984 | 0,00000 | 0,14872 | 0,000002 |
| 630 | 0,011 | 0,008 | 0,3984 | 0,00001 | 0,15038 | 0,000005 |
| 635 | 0,009 | 0,005 | 0,3984 | 0,00001 | 0,15152 | 0,000014 |
| | | | | | 0,99939 | 0,007246 |

| Suhu (°C) | $(\hat{y}-y_i)^2$ | $(y_i-\bar{y})^2$ | $(y-y_{\text{est}})^2$ | R ² | RMSE (%bk) | P |
|-----------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------|------------|--------|
| 50 | 0,00672 | 11,00482 | 0,00672 | 0,9994 | 0,0073 | 0,0168 |
| 65 | 0,00142 | 4,86443 | 0,00142 | 0,9997 | 0,0051 | 0,0098 |
| 75 | 0,00185 | 4,93927 | 0,00185 | 0,9996 | 0,0058 | 0,0025 |
| 85 | 0,00266 | 4,72441 | 0,00266 | 0,9994 | 0,0071 | 0,0157 |
| 100 | 0,13285 | 4,55616 | 0,13285 | 0,9708 | 0,0479 | 0,1297 |



Lampiran D. Contoh Perhitungan Data Pengeringan Umbi Talas

1) Perhitungan kadar air

a) Kadar air awal

$$\begin{aligned} \text{Ka} &= \frac{((b-a)-(c-a))}{(b-a)} \times 100\% \\ &= \frac{((8.570-3.507)-(4.790-3.507))}{(8.570-3.507)} \times 100\% = 74.652\% \end{aligned}$$

b) Kadar air basis basah (m) dan basis kering (M)

$$\begin{aligned} m\% &= \frac{(W_t - W_d)}{W_t} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \\ &= \frac{3.780}{5.063} \times 100\% = 74.65\% \text{bb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M\% &= \frac{(W_t - W_d)}{(W_t - W_m)} \times 100\% = \frac{W_m}{W_d} \times 100\% \\ &= \frac{3.780}{1.283} \times 100\% = 294.545\% \text{bk} \end{aligned}$$

$$\text{c) Laju} = \frac{dM}{dt} = \frac{(Mt_1 - Mt_2)}{(t_1 - t_2)} = \frac{(323.907 - 316.803)}{(5 - 0)} = 1.421 \text{bk/mnt}$$

$$\text{d) MR} = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} = \frac{330.750 - 6.932}{330.749 - 6.932} = 1.000$$

2) Perhitungan estimasi Page dan Wang&Singh

$$k = 0,0014, \quad n = 1,178$$

$$\text{MR}_{\text{est Page}} = \exp(-kt^n) = \exp(-0.0014 * 0^{1,178}) = 1.000$$

$$a = -0.00255, \quad b = 0.00000156$$

$$\begin{aligned} \text{MR}_{\text{est Wang\&Singh}} &= 1 + at + bt^2 \\ &= 1 + (-0.00255 * 0) + (0.00000156 * 0)^2 \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Rasio Rehidrasi

$$\text{Berat awal} = 3.022 \text{ g}$$

$$\text{Berat tiris} = 6.374 \text{ g}$$

$$\text{Rasio rehidrasi} = \frac{(6.374 - 3.022)}{(3.022)} = 1.109$$

Lampiran E. Bahan dan Alat dalam Pengeringan Umbi Talas



Gambar 1. Talas



Gambar 2. Pengering Inframerah



Gambar 3. Proses Pengeringan



Gambar 4. Talas Kering



Gambar 5. Waterbath



Gambar 6. Tabung Reaksi & Rak

Lampiran F. Umbi Talas Kering Hasil Pengeringan Inframerah

50°C

65°C

75°C

85°C

100°



Lampiran G. Umbi Talas Kering Hasil Rehidrasi



50°C



65°C



75°C



85°C



100°C