

PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BIJI SEMANGKA

UMAR

G411 13 020



DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

PENGERINGAN LAPISAN TIPIS BIJI SEMANGKA

UMAR

G411 13 020



Skripsi

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
sarjana Teknologi Pertanian**

Pada

Departemen teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

HALAMAN PENGESAHAN


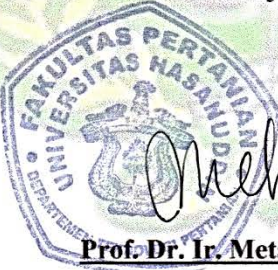
Judul : Pengeringan Lapisan Tipis Biji Semangka
Nama : Umar
NIM : G411 13 020

Disetujui Oleh:


Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP
Ketua


Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc.
Anggota

Disetujui Oleh:



Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
Ketua Departemen

Tanggal Pengesahan: Agustus 2020

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Pengeringan Lapisan Tipis Biji Semangka” benar benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2020

Umar
G411 13 020

ABSTRAK

UMAR (G41113020) Pengeringan Lapisan Tipis Biji Semangka. Pembimbing:
SITTI NUR FARIDAH dan JUNAEDI MUHIDONG

Latar Belakang Salah satu proses yang dilakukan untuk mempertahankan mutu adalah dengan pengeringan. Pengeringan adalah proses untuk mengeluarkan atau menghilangkan air dari bahan. Metode pengeringan untuk bahan pertanian dari kadar air awal yang tinggi adalah metode pengeringan lapisan tipis dengan menggunakan *bath dryer*. **Tujuan** dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui model matematika pengeringan lapisan tipis yang paling sesuai pada pengeringan biji semangka. **Metode** pengeringan digunakan 2 (dua) tingkatan suhu yakni 45°C, dan 55°C dengan kecepatan udara pengeringan sebesar 1.0 m/detik. Biji semangka yang dikeringkan dengan menggunakan 2 (dua) pola yaitu: pola tanpa pencucian dan pola pencucian. **Hasil** analisis menunjukkan bahwa model Page merupakan model terbaik untuk mewakili perilaku penurunan *moisture ratio* biji semangka. Nilai-nilai konstanta persamaan Page berikut nilai R^2 -nya adalah: untuk pola tanpa pencucian suhu 45°C diperoleh nilai ($k = 1,2082$, $n = 0,4490$ dan $R^2 = 0,9934$), suhu 55°C ($k = 1,5517$, $n = 0,7105$ dan $R^2 = 0,9951$), sedangkan pada pola pencucian dengan suhu 45°C ($k = 1,9366$, $n = 0,2762$ dan $R^2 = 0,9954$), suhu 55°C ($k = 2,2450$, $n = 0,2768$, $R^2 = 0,9978$).

Kata kunci: Biji semangka, pengeringan lapisan tipis, Newton, Henderson-Pabis, Page

ABSTRACT

UMAR (G41113020) Pengeringan Lapisan Tipis Biji Semangka.
Pembimbing: SITTI NUR FARIDAH dan JUNAEDI MUHIDONG

Background one of the processes carried out to maintain quality is by drying. Drying is the process of removing or removing water from an ingredient. The drying method for agricultural materials from high initial moisture content is the thin layer drying method using a bath dryer. **Aim** the purpose of this research is to find out the mathematical model of thin layer drying which is most suitable for drying watermelon seeds. **Method** the drying process used two temperature levels of 45°C and 55°C with a drying air speed of 1,0 m/secon. Watermelon seeds are dried using 2 (two) patterns, namely: a pattern without washing and washing pattern. **Result** the indicated that Page equation is the best model to represent the behavior of the moisture ratio of watermelon seed across elapsed drying time. The parameters of the model along with its R^2 value are:a) for patterns without washing temperature of 45°C (k value =1,2082, n = 0,4490 and $R^2 = 0,9934$), temperatur 55°C (k = 1,5517, n = 0,7105 dan $R^2 = 0,9951$), while in the washing pattern with a temperature of 45°C (k = 1,9366, n = 0,2762 dan $R^2 = 0,9954$), temperature 55°C (k =2,2450, n = 0,2768, $R^2 = 0,9978$).

Keywords : Water melon seeds, thin-layer drying, Newton, Henderson & Pabis, Page.

PERSANTUNAN

Rasa syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Selama pelaksanaan studi, penelitian maupun penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya Abd. Asiz G dan Supiati yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, semangat serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP dan Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc, sebagai dosen pembimbing atas petunjuk, kesabaran dan segala arahan yang telah diberikan dari penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian Program Studi Keteknikan Pertanian yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama penulis menimba ilmu di Departemen Teknologi Pertanian Program Studi Keteknikan Pertanian.
4. Saudara Muh. Ammar, SE. yang telah banyak membantu selama penelitian dilakukan dan telah membantu penulis dalam penyelesaian Skripsi
5. Teman-teman Rantai 2013 yang telah memberi bantuan dan menemani selama proses perkuliahan sampai proses penyelesaian skripsi.

Semoga Allah SWT. Senantiasa membalas kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda amin.

Makassar, Agustus 2020

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Umar lahir di Kayu Colo, Jeneponto pada tanggal 27 Oktober 1995 merupakan anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Abd. Azis G dan Ibu Supiati. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. SD Negeri 27 Kambutta Toa, Jeneponto
2. MTS Swasta Al-Fur'qan Jenetallasa, Jeneponto
3. MAS Al-Fur'qan Jenetallasa, Jeneponto
4. Universitas Hasanuddin, Makassar

Penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai Dewan Pengawas Anggota (DPA) di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH) periode 2014/2015, dan periode 2017/2018

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
DEKLARASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
PERSANTUNAN	vi
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian dan Kegunaan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pascapanen Buah Semangka.....	3
2.2 Konsep Dasar Pengeringan	3
2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan	4
2.4 Kadar Air	6
2.5 Pengeringan Lapisan Tipis.....	6
3 METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	10
3.3 Parameter Penelitian	10
3.4 Prosedur Penelitian	10

3.5	Bagan Alir	13
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1	Pola Penurunan Kadar Air	14
4.2	Pola Penurunan <i>moisture ratio</i> (MR).....	19
4.3	Evaluasi Kesesuaian Model	20
5	PENUTUP.....	22
5.1	Kesimpulan	22
	DAFTAR PUSTAKA	23
	Daftar Lampiran	24

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
2-1	Model pengeringan lapisan tipis	7
4-1	Nilai Parameter, R^2 , dan peringkat keakuratan prediksi model	21

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
3-1	Bagan Alir	13
4-1	Penurunan Kadar Air Basis Basah (Kabb) suhu 45 °C dan 55 °C	14
4-2	Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb) suhu 45 °C	15
4-3	Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb) suhu 55 °C	16
4-4	Penurunan Kadar Air Basis Kering (Kabk) suhu 45 °C dan 55 °C	16
4-5	Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk) suhu 45 °C	17
4-6	Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk) suhu 55 °C	18
4-7	Penurunan Nilai <i>moisture ratio</i> (MR) suhu 45 °C dan 55 °C	19
4-8	Penurunan nilai <i>moisture ratio</i> (MR) suhu 45 °C	19
4-9	Penurunan nilai <i>moisture ratio</i> (MR) suhu 55 °C	20
4-10	Perbandingan antara nilai MR obseravsi dengan nilai MR prediksi oleh model Page	22

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 45 °C.	24
2	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 55 °C.	25
3	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 45 °C.	26
4	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 55 °C.	27
5	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 45 °C.	28
6	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 55 °C.	29
7	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 45 °C.	30
8	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 55 °C.	30
9	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 45 °C.	31
10	Hasil analisa rata-rata <i>moisture rasio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 55 °C.	32

11	Hasil analisa rata-rata <i>moisture ratio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 45 °C.	33
12	Hasil analisa rata-rata <i>moisture ratio</i> (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 55 °C.	34
13	Gambar proses pemisahan biji semangka dari dagingnya.	35
14	Gambar proses pengeringan lapisan tipis pada biji semangka.	35
15	Gambar sampel proses akhir atau bahan yang telah konstan setelah di oven selama 72 jam.	36

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keaneka ragam hayati karena letak geografis, iklim tropis dan struktur tanah yang baik sehingga cocok digunakan sebagai lahan pertanian. Pertanian sangat berperan penting dalam membangun perekonomian masyarakat. Pembudidayaan berbagai jenis komoditas tanaman mampu menambah devisa negara dan menjadi sumber pendapatan penduduk sehingga membuka lapangan kerja dan berkontribusi dalam upaya melestarikan lingkungan (Suwanto et al., 2014).

Semangka (*Citrullus vulgaris*, Schard) adalah salah satu spesies buah musiman yang sangat penting bagi perkembangan sosial ekonomi rumah tangga dan negara. Pengembangan tanaman sumber daya ini memiliki prospek yang baik karena mendukung upaya untuk meningkatkan pendapatan petani, mengurangi kemiskinan, meningkatkan gizi masyarakat, memperluas peluang kerja, mengurangi impor dan meningkatkan ekspor non-migas (Rukmana, 1994).

Perkembangan budidaya semangka sangat meningkat karena kegemaran dan keinginan masyarakat untuk mengkonsumsi buah semangka semakin meningkat, buah semangka yang dikenal mengandung banyak air, memiliki aroma yang khas dan rasanya yang manis sehingga digemari banyak orang, tanaman semangka sengaja dibudidayakan tidak hanya dimanfaatkan buahnya, tetapi ada pula sebagian masyarakat dan komunitas memanfaatkan daun dan buah semangka serta biji-bijinya (Wihardjo, 1992).

Biji semangka memiliki nilai gizi yang tinggi bagi tubuh yaitu, karbohidrat, fenol flavonoid, protein, serat, fosfor, dan zat besi. Belakangan ini biji semangka di olah menjadi bahan alternatif, selain itu biji semangka yang sangat sulit untuk dikonsumsi sehingga menjadi limbah yang tebuang sis-sia tetapi biji semangka bisa dijadikan bahan olahan seperti kopi, teh dan cemilan kuaci (Sakdiah et al., 2019).

Kuaci merupakan cemilan yang bahan bakunya dari biji bunga matahari, biji waluh, biji labuh, dan biji buah semangka, perkembangan pengelolaan kuaci dari biji semangka banyak diminati karena kuaci sendiri merupakan cemilan yang

cukup populer dan banyak digemari masyarakat Indonesia. Bahan baku dari kuaci tersebut tentunya membutuhkan biji yang berkualitas dan bermutu tinggi, tentunya harus melalui proses seperti pengeringan yang baik sehingga mampu mempertahankan aroma dan daya awet yang baik (Astawan, 2009).

Pengeringan bahan pangan merupakan salah satu penanganan pascapanen yang sangat penting. Pengeringan merupakan tahapan operasi rumit yang meliputi perpindahan panas dan massa secara transien serta beberapa laju proses, seperti transformasi fisik atau kimia, yang pada gilirannya menyebabkan perubahan mutu hasil maupun mekanisme perpindahan panas dan massa. Proses pengeringan dilakukan sampai pada kadar air seimbang dengan keadaan udara atmosfer normal (*Equilibrium Moisture Content*) atau pada batas tertentu sehingga aman disimpan dan tetap memiliki mutu yang baik sampai ke tahap proses pengolahan berikutnya, (Andriani, 2016).

Salah satu proses yang dilakukan untuk mempertahankan mutu adalah dengan pengeringan. Pengeringan adalah proses untuk mengeluarkan atau menghilangkan air dari bahan menggunakan sinar matahari. Pengeringan dapat memberikan manfaat sebagai berikut: mengurangi degradasi kualitas sebelum diproses lebih lanjut, memudahkan dalam pengangkutan, dan meningkatkan nilai ekonomi. Pengeringan temuan-temuan dapat dilakukan di atas para-para dengan sinar matahari dan ditutupi dengan kain hitam juga dapat dilakukan dengan kombinasi sinar matahari dengan alat. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari, merupakan salah satu metode pengeringan yang hasilnya kurang higienis. Metode yang lain untuk bahan pertanian dari kadar air awal yang tinggi adalah metode pengeringan lapisan tipis dengan menggunakan *batch dryer*.

1.2 Tujuan dan kegunaan

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui model matematika pengeringan lapisan tipis yang paling sesuai untuk pengeringan biji semangka.

Kegunaan dalam penelitian yang dilaksanakan ini yaitu sebagai acuan, serta menjadi bahan referensi permodelan pengeringan lapisan tipis biji buah semangka.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasca Panen Buah Semangka

Produk hasil pertanian adalah bahan cepat rusak pada pengolahan pascapanen. Tujuan akhir pemanenan produk hasil pertanian ke konsumen, baik langsung ataupun tidak langsung. Selain itu, perjalanan produk hasil pertanian yang dipanen ketujuan tersebut harus melalui beberapa tahap atau kegiatan, dan semua tahap perlu memperhitungkan waktu, baik dalam kondisi rusak ataupun utuh, maka nilai jual produk menurun atau bahkan tidak laku dijual. Oleh karena itu perlu dilakukan berbagai cara yang tepat dan benar untuk memperpanjang umur produk, (Loekas soesanto, 2006).

Penanganan pascapanen buah semangka diawali dari pengumpulan hasil panen sampai buah siap dikelola atau dipasarkan. Penanganan pasca panen harus diusahakan sebaik mungkin agar tidak terjadi kerusakan pada buah. Hampir semua jenis buah-buahan, termasuk buah semangka, mudah sekali mengalami kerusakan, jika penanganan kurang baik. Meskipun penanganannya terbilang sederhana, namun penanganan pasca panen sangat berpengaruh terhadap mutu buah dan harga jualnya. (Samadi, 2007).

2.2 Konsep Dasar Pengeringan

Pengeringan adalah proses pemisahan kandungan air dari bahan dalam bentuk evaporasi atau sublimasi sebagai hasil penyerapan panas. Proses pengeringan terhadap bahan bertujuan untuk menambah atau memperpanjang daya simpan suatu produk, dan mengurangi berat serta volume suatu produk. Proses pengeringan merupakan suatu proses perpindahan panas dari sebuah permukaan benda. Perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan temperatur atau suhu yang signifikan antara dua permukaan. Perbedaan suhu menimbulkan adanya aliran udara panas di atas permukaan bahan yang akan dikeringkan yang memiliki suhu relatif lebih rendah (Mufarida, 2016).

Pengeringan merupakan suatu proses yang banyak dilakukan kebanyakan orang di dunia ini, seperti yang kita kenal bahwa berbagai metode pengeringan telah lama dikenal dan digunakan untuk mengawetkan bahan. Menurut (Eko

Widaryanto dan Nur Azizah, 2018), bahwa pada dasarnya pengeringan dibedakan menjadi dua bagian yaitu pengeringan secara alamiah (*tradisional*) dan pengeringan mekanis (*modern*).

a. Pengeringan Alamiah (*tradisional*)

Metode pengeringan *Simplicia* tergantung pada kandungan bahan aktif dari bahan tanaman yang akan dikeringkan. Pengeringan alami adalah metode pengeringan yang dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Dengan sinar matahari panas

Pengeringan ini dilakukan dengan mengeringkan atau meninggalkan potongan-potongan bahan pada kondisi udara terbuka di bawah sinar matahari langsung. Metode ini mengeringkan bahan yang mengandung bahan-bahan yang tidak mudah menguap dan relatif keras seperti akar, kulit kayu, batang dan biji.

2. Dengan cara diangin-anginkan

Pengeringan dengan mengudara digunakan untuk mengeringkan bahan aktif yang mengandung zat berbulu lembut dan mudah menguap, seperti bunga dan daun.

b. Pengeringan Mekanis (*modern*)

Pengeringan buatan adalah metode pengeringan yang menggunakan pengeringan dengan sumber panas dari oven, lampu, mesin diesel atau listrik. Prinsip pengeringan buatan adalah memanaskan udara dengan sumber panas, kemudian udara panas dialirkan dengan menggunakan kipas (*blower*) dari ruang yang berisi bahan-bahan yang diatur pada rak pengeringan.

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Prinsip konsep pengeringan yaitu pengeluaran atau penghilangan sebagian atau seluruh kandungan air pada bahan dengan proses penguapan menggunakan energi panas. Teknik ini digunakan untuk menghambat pertumbuhan dan aktifitas mikroorganisme dengan cara membatasi kandungan air dalam bahan untuk pertumbuhan mikroorganisme di dalamnya. Menurut Vivi Nurhadiyanti, et. al, (2018), bahwa dalam proses pengeringan ada beberapa faktor-faktor yang

mempengaruhinya seperti, luas permukaan bahan, suhu pengeringan, aliran udara, tekanan uap, dan waktu pengeringan.

a. Luas permukaan

Umumnya luas permukaan dalam model pengeringan membahas tentang seberapa besar ukuran bahan yang dikeringkan, bahan yang dikeringkan diubah ukuran normalnya, baik dengan cara, dikupas, diiris tipis, di potong, ataupun digiling. Dari proses pengecilan tersebut akan lebih mempercepat keringnya bahan.

b. Suhu Pengeringan

Suhu mempunyai kaitan dengan penguapan air dalam bahan yang akan dikeringkan seperti, jika semakin cepat perpindahan suhu ke bahan maka akan menyebabkan penguapan air pada bahan. Proses perpindahan suhu yang cepat sangat dibutuhkan karena akan mempengaruhi kecepatan dalam pengeringan suatu bahan. Uap air yang masuk kedalam ruangan pengeringan harus segera dikeluarkan dari ruangan setelah melalui proses penguapan pada bahan karena mampu membuat bahan lebih lama kering disebabkan karena penguapan air pada bahan akan lambat.

c. Aliran Udara

Aliran udara membahas tentang seberapa cepat udara mengalir melalui sirkulasi yang telah disiapkan sehingga mempercepat atau memperlambat pengeringan pada bahan yang akan dikeringkan. Hal tersebut biasanya digunakan dalam proses pengeringan buatan

d. Tekanan Uap

Penguapan adalah suatu proses yang dilakukan dengan penghilangan kadar air dari bahan-bahan yang akan dikeringkan tetapi selama proses penguapan dilakukan biasanya tidak menghilangkan seluruh air yang terkandung dalam bahan tersebut.

e. Waktu Pengeringan

Waktu pengeringan merupakan jangka waktu proses pengeringan yang dilakukan dengan kombinasi panas. Pengeringan dengan jangka waktu yang cenderung lebih cepat dengan suhu panas yang lebih panas akan menekan

kerusakan bahan dibanding dengan melakukan pengeringan jangka waktu yang lebih lama dengan panas yang cenderung stabil.

2.4 Kadar Air

Kadar air dalam produk pangan adalah jumlah air yang terkandung di dalam produk tersebut. Kadar air dinyatakan dalam persetase massa, yakni Kg air per Kg total produk (untuk basis basah) dan Kg air per Kg produk kering (untuk basis kering). Keberadaan air dalam produk pangan dapat terdistribusi merata baik pada bagian dalam maupun permukaan. Secara umum ada dua klasifikasi distribusi air yaitu air bebas dan air terikat. Air bebas yang dimaksudkan adalah kadar air yang tidak terikat secara kimia yakni air ini biasanya terdapat pada permukaan. Adapun air terikat dimaksudkan adalah air molekul-molekulnya memiliki ikatan kimia. Ikatan kimia molekul tersebut dapat berupa ikatan kovalen maupun ikatan hidrogen. Keberadaan air terikat akan lebih kuat dan bertahan didalam produk terlebih jika produknya adalah hidrofilik yang memiliki kemampuan berkaitan dengan air (Elok Waziroh et al., 2017).

2.5 Model Pengeringan Lapisan Tipis

Pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan di mana semua bahan dalam lapisan secara langsung menerima aliran udara pada suhu konstan dan kelembaban relatif, dengan kadar air dan suhu bahan yang seragam. Secara umum, pengeringan lapisan tipis memiliki laju pengeringan konstan dan laju pengeringan berkurang. Dalam pengembangan model pengeringan, waktu pengeringan menurun, yang menarik lebih banyak perhatian dari pada waktu pengeringan konstan. Model pengeringan yang dikembangkan secara teoritis, semi-teoretis, dan empiris secara prinsip mengasumsikan bahwa lapisan tipis sebagai satu kesatuan tidak sebagai individu biji yang airnya menyebar keluar secara berfluktuasi sesuai dengan bentuk bahan tertentu (Allaf, 2009).

Berikut model teoritis pengeringan lapisan tipis yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2-1 model pengeringan lapisan tipis (Allaf, 2009)

No	Nama Model	Model Matematika
1	Newton	$MR = \exp(-kt)$
2	Henderson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
3	Page	$MR = \exp(-kt^n)$

$$MR = \frac{KA (bk)waktu (t) - KA Kesimalimbangan}{KA (bk)waktu (t) - KA Kesimalimbangan} \quad (1)$$

t = Interval Waktu Pengeringan

Konstanta a = Henderson and Pabis.

Konstanta k = Newton, Page dan Henderson and Pabis

Konstanta n = Page

Kashaninejad, (2007). Mengemukakan beberapa model matematika pengeringan lapisan tipis yaitu model Newton, Page, dan model Henderson and Pabis adalah sebagai berikut:

1. Model Newton

Model Newton adalah model matematika pengeringan lapisan tipis, juga dikenal sebagai model Lewis. Lewis menjelaskan bahwa perpindahan air dari makanan dan bahan pangan dapat ditunjukkan dengan analogi aliran panas dari tubuh ketika tubuh direndam cairan dingin, dimana laju hilangnya uap air dari produk pertanian yang dikelilingi oleh udara berada pada suhu konstan (kesetimbangan termal). Model ini cenderung meningkat pada tahap awal dan menurun pada tahap berikutnya, berdasarkan kurva pengeringan. Hukum Newton untuk pemanasan atau pendinginan dapat mewakili tingkat uap air yang berkurang selama proses pengeringan. Laju penurunan uap air dari produk yang dikelilingi oleh media udara pada suhu konstan dapat ditentukan dengan mengamati perbedaan antara kelembaban produk dan kadar air kesetimbangan.

$$MR_{Newton} = \exp(-kt) \quad (2)$$

Dimana MR_{Newton} adalah rasio kelembaban dari model Newton, k adalah konstanta pengeringan dan t adalah waktu pengeringan (jam). Model matematika ini menggambarkan pengeringan gandum, jagung, kacang mete, umbi-umbian dan biji-bijian sereal lainnya.

2. Model Henderson and Pabis

Model Henderson and Pabis merupakan Pendekatan yang peneliti gunakan untuk memodelkan karakteristik pengeringan bahan makanan dan pertanian. Bentuk paling sederhana dari berbagai pendekatan model disajikan sebagai model Henderson dan Pabis sebagai bentuk sederhana dari serangkaian bentuk umum penyelesaian Hukum Fick II.

$$MR_{henderson\ pabis} = a \exp(-kt) \quad (3)$$

Dimana $MR_{Henderson-Pabis}$ adalah rasio kelembaban (*moisture ratio*) dari model Henderson-Pabis, A dan k adalah konstanta pengeringan dan t adalah waktu pengeringan (jam). Model Henderson dan Pabis telah digunakan untuk model pengeringan lapisan tipis untuk berbagai produk pertanian, termasuk yang digunakan untuk mengeringkan jagung, gandum, beras mentah, kacang-kacangan dan umbi-umbian.

3. Model Page

Model Page adalah model modifikasi dari model Lewis. Page mengusulkan model ini dengan tujuan mengoreksi kekurangan model Lewis. Model Page telah membuat simulasi yang cocok untuk menjelaskan pengeringan produk pertanian, dan juga lebih mudah digunakan dari pada persamaan lain dimana difusi perpindahan uap air secara teoritis lebih sulit, serta membutuhkan waktu komputasi dalam proses pemasangan data.

$$MR_{Page} = \exp(-kt^n) \quad (4)$$

Dimana, MR_{Page} adalah rasio kelembaban (*moisture ratio*) dari model page, k adalah konstanta pengeringan, n adalah konstanta pengeringan, nilai n bervariasi tergantung pada bahan yang digunakan dan t adalah waktu pengeringan (jam). Model Page dimodifikasi untuk menjelaskan proses

pengeringan untuk berbagai makanan dan produk pertanian. Model Page sangat cocok dan memberikan hasil perhitungan yang baik untuk memprediksi proses pengeringan seperti beras, sorgum, kedelai, kacang-kacangan, kentang, jagung pipil, lobak dan talas.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2020 di Laboratorium Processing Program Studi Keteknikan Pertanian Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pengering lapisan tipis tipe *batch dryer*, desikator, anemometer, thermometer, timbangan digital, kawat kasa, kertas label, plastik kedap udara.

Bahan yang digunakan penelitian adalah biji buah semangka yang telah dipisah dari daging buah dengan bijinya.

3.3 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan yaitu berat bahan (g), diukur dengan timbangan digital (ketelitian 0,01 g), suhu pengeringan ($^{\circ}\text{C}$), diukur dengan menggunakan thermometer, kecepatan udara pengeringan (m/s), diukur dengan menggunakan anemometer.

3.4 Prosedur Penelitian

a. **Persiapan bahan**

Bahan yang disiapkan dalam penelitian ini adalah biji semangka segar 0,5 kg yang telah dipisah dari dagingnya.

b. **Proses pengeringan**

Proses penelitian ini menggunakan bahan yaitu: tanpa pencucian dan pencucian dengan dua tingkatan suhu 45°C dan 55°C pada kecepatan udara masing-masing 1,0 m/s.

Tata cara yang dilakukan dalam proses pengeringan dengan menyiapkan sampel terdahulu, selanjutnya dengan menimbang masing-masing sampel, mencatat berat sampel yang ditentukan sebagai acuan berat awal, kemudian di hamparkan biji semangka sebagai sampel di atas permukaan kawat kasa. Selanjutnya mempersiapkan alat pengeringan yang akan digunakan serta

mengatur terlebih dahulu suhu dan kecepatan udara alat pengeringan sesuai prosedur penelitian yaitu (1,0 m/s, suhu 45°C, 55°C). Kemudian kawat kasa yang berisi biji semangka sebagai sampel di masukkan ke dalam alat pengering (lapisan tipis) dan dikeluarkan setiap 30 menit untuk dilakukan penimbangan. Pengeringan dihentikan setelah berat bahan konstan selama 5 kali penimbangan berturut-turut. Untuk menghindari beban pada alat maka pengeringan digunakan dengan maksimal 8 jam. Kemudian sampel biji semangka yang beratnya telah konstan di lakukan pengovenan selama 72 jam dengan suhu 105°C untuk mendapatkan berat kering sampel.

c. Pengolahan Data

Data yang diperoleh, berupa massa awal, massa selama pengeringan, dan massa akhir bahan. Selanjutnya diolah untuk memperoleh kadar air basis basah (K_{abb}), kadar air basis kering (K_{abk}), dan *moisture ratio* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Kadar air basis basah (K_{abb})

$$K_{abb} = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% \quad (5)$$

keterangan:

K_{abb} = kadar air basis basah (%)

w_t = berat bahan basah (gram) pada waktu pengeringan (t).

w_d = berat bahan kering (gram)

2. Kadar air basis kering (K_{abk})

$$K_{abk} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (6)$$

keterangan:

K_{abk} = kadar air basis kering (%)

w_t = berat bahan basah (gram) pada waktu pengeringan (t).

w_d = berat padatan (gram)

1. *Moisture Ratio*

$$MR = \frac{(KA (bk) waktu(t) - KA kesetimbangan)}{(KA (bk) awal bahan - KA kesetimbangan)}$$

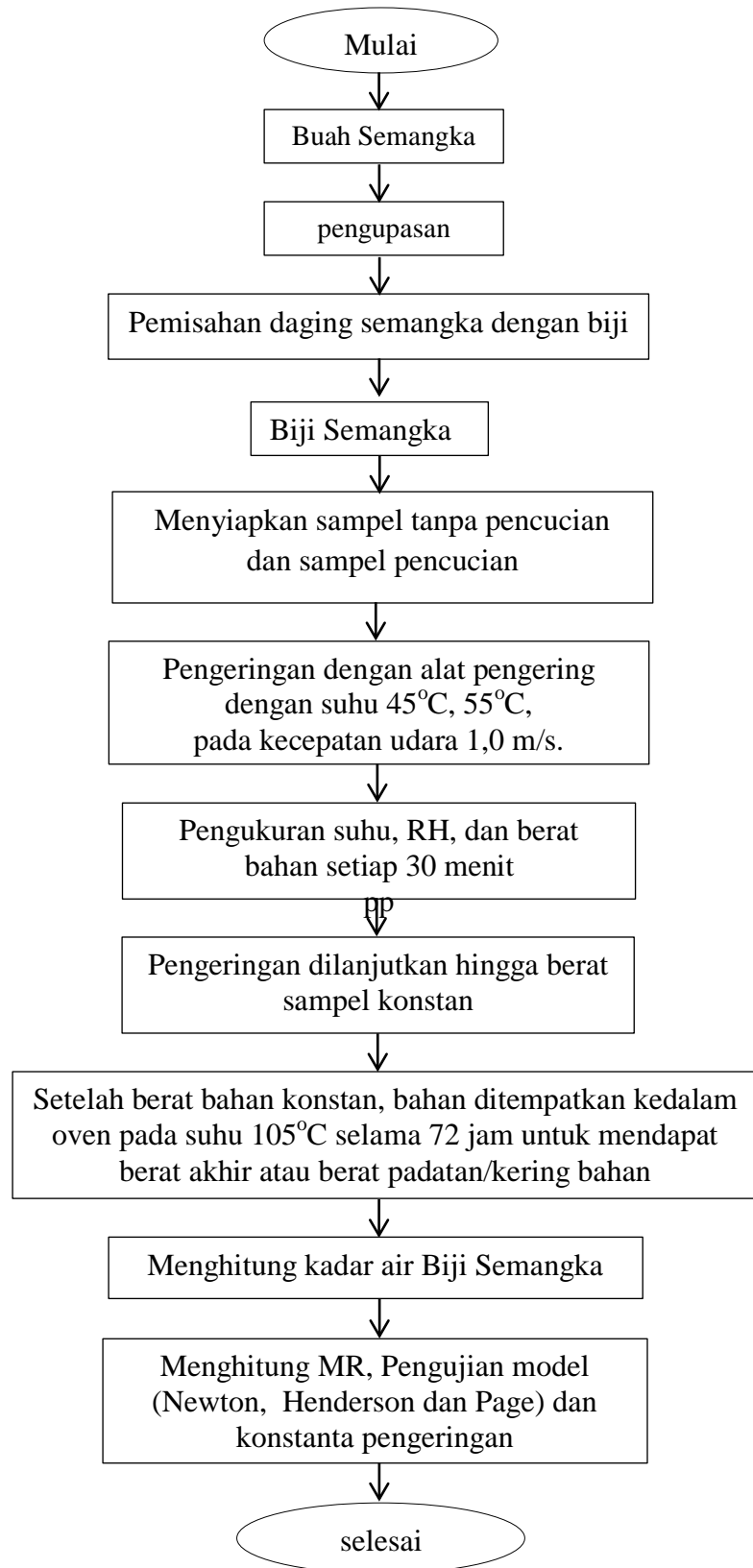
2. Evaluasi Pengeringan Lapisan Tipis

Tiga model yang akan dievaluasi pada penelitian ini, yakni:

- a. Newton
- b. Hendarson and Pabis
- c. Page

Model pengeringan lapisan tipis diperoleh dengan cara mencari nilai konstanta k , a , dan n dari setiap model di atas. Konstanta ditentukan menggunakan *Solver Tools MS Excel*. *Solver Tool* akan secara otomatis mencari nilai konstanta pada setiap model pengeringan yang diuji. Kemudian akan diperoleh nilai R^2 dan memilih nilai R^2 tertinggi sebagai model terbaik yang akan menggambarkan pola pengeringan lapisan tipis biji semangka.

3.5 Bagan Alir



Gambar. 3-1. Bagan Alir.

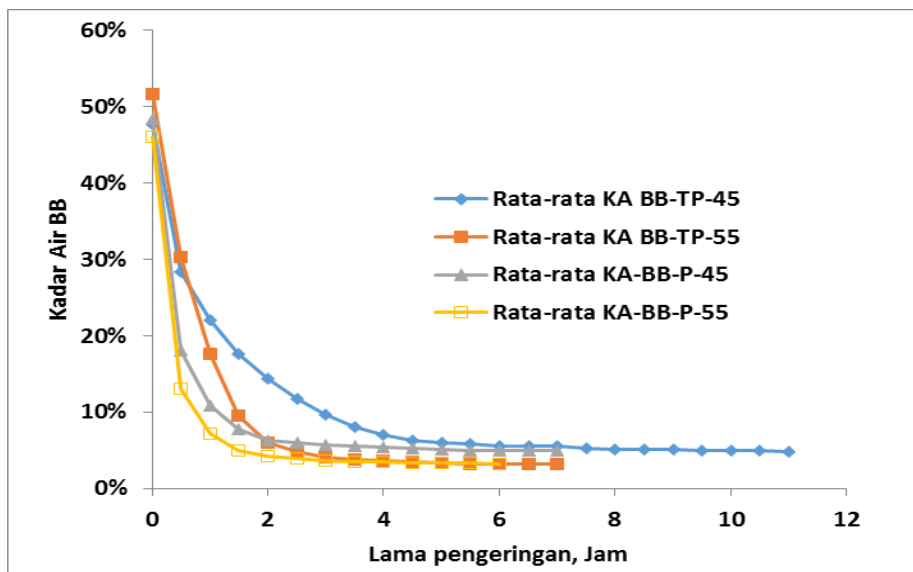
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penurunan Kadar Air

Penelitian pengeringan biji semangka yaitu tanpa pencucian dan pencucian dengan menggunakan dua variasi suhu pengeringan yaitu 45 °C dan 55 °C dan kecepatan udara pada pengeringan yaitu 1,0 m/s. Maka diperoleh penurunan kadar air basis basah (KAbb) dan penurunan kadar air basis kering (KAbk) yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

1. Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb).

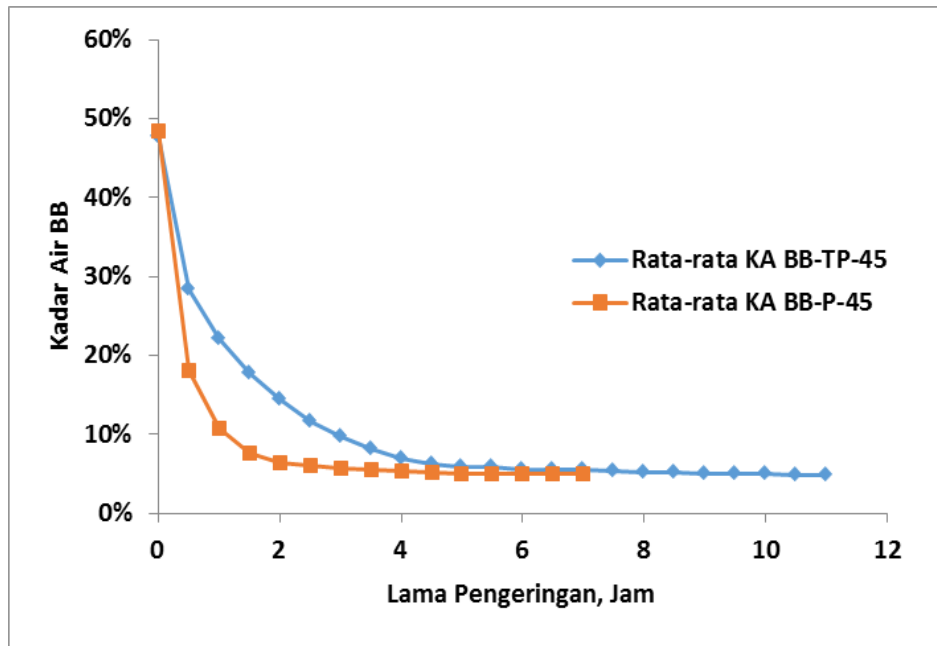
Berikut ini disajikan gambar yang menunjukkan penurunan kadar air basis basah (KAbb) selama proses pengeringan untuk masing-masing perlakuan.



Gambar. 4-1. Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb) suhu 45°C dan 55°C.

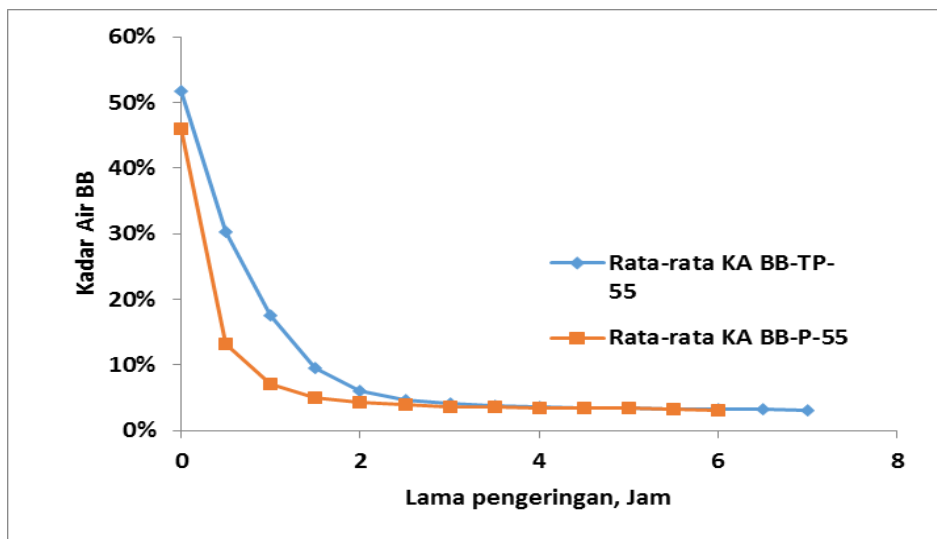
Gambar 4-1, laju penurunan kadar air basis basah (KAbb) pada suhu 45°C tanpa pencucian mencapai berat konstan dengan lama pegeringan 11 jam sedangkan pada suhu 55°C tanpa pencucian dengan berat konstan hanya membutuhkan lama pengeringan 7 jam. Penurunan kadar air tanpa pencucian lebih cepat pada suhu 55°C dibandingkan pada suhu 45°C tanpa pencucian. Sedangkan laju penurunan kadar air basis basah (KAbb) dengan pencucian pada suhu 55°C laju penurunan kadar air lebih cepat yang membutuhkan lama pengeringan 6 jam. Pencucian dengan suhu 45°C membutuhkan waktu lebih lama dengan pengeringan 7 jam, dengan demikian laju penurunan kadar air dengan

berat bahan konstan dimana pada suhu 55°C dengan pencucian lebih cepat dibandingkan dengan suhu 45°C.



Gambar. 4-2. Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb) suhu 45°C.

Gambar 4-2, penurunan kadar air basis basah (KAbb) tanpa pencucian dan pencucian menggunakan suhu yang sama, menunjukkan bahwa penurunan kadar air tanpa pencucian dengan suhu 45°C cenderung lebih lama yaitu 11 jam dengan rata-rata nilai 4,83% di bandingkan dengan pola pencucian dengan suhu yang sama membutuhkan waktu lebih sedikit yaitu 7 jam dengan rata-rata nilai 4,95%, perbedaan waktu lama pengeringan dengan selisi 4 jam.

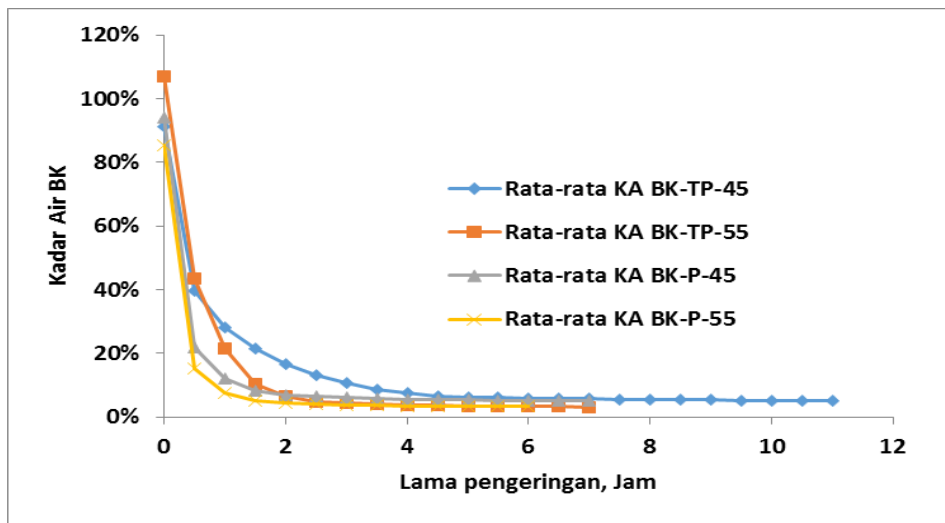


Gambar. 4-3. Penurunan Kadar Air Basis Basah (KAbb) suhu 55°C.

Gambar 4-3, penurunan kadar air basis basah (KAbb) tanpa pencucian dengan pencucian menggunakan suhu yang sama, menunjukkan bahwa penurunan kadar air dengan pencucian menggunakan suhu 55°C cenderung lebih cepat dengan membutuhkan waktu lama pengeringan 6 jam dengan nilai rata-rata 3,19 sedangkan penurunan kadar air tanpa pencucian membutuhkan waktu pengeringan 7 jam dengan nilai rata-rata 3,15%.

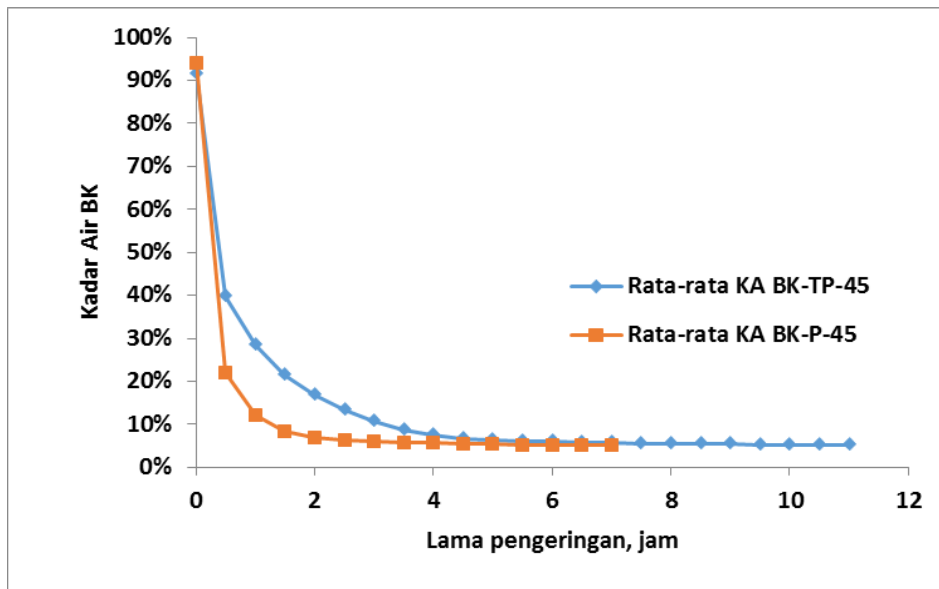
2. Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk).

Penurunan kadar air basis kering (KAbk) disajikan pada gambar berikut:



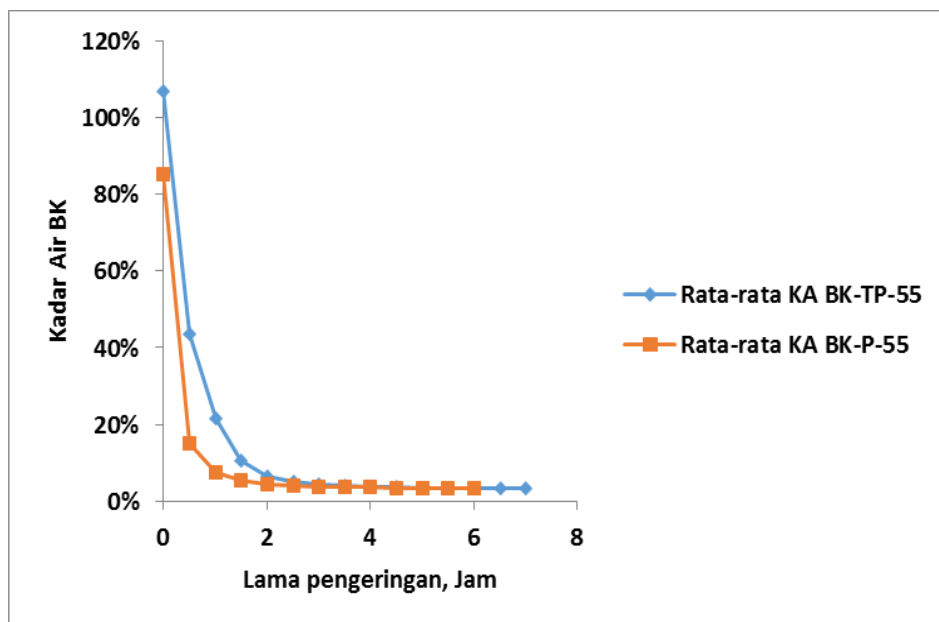
Gambar. 4-4. Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk) suhu 45°C dan 55°C.

Gambar 4-4, laju penurunan kadar air basis kering (KAbk) pada suhu 45°C tanpa pencucian mencapai berat bahan konstan dengan lama pegeringan 11 jam, sedangkan bahan pencucian dengan berat bahan konstan hanya membutuhkan lama pengeringan 7 jam. Dengan demikian bahwa penurunan kadar air basis kering tanpa pencucian lebih lama pada suhu 45°C dibandingkan dengan tanpa pencucian pada suhu 55°C. Pencucian dengan suhu 45°C mencapai titik berat bahan konstan dengan waktu pengeringan membutuhkan 7 jam. Sedangkan pada suhu 55°C untuk mencapai titik konstan pada bahan membutuhkan lama pengeringan 6 jam. Berdasarkan uraian diatas bahwa penurunan kadar air basis kering bahan pencucian dengan suhu 55°C lebih cepat dari suhu 45°C dengan selisih 1 jam.



Gambar. 4-5. Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk) suhu 45°C.

Gambar 4-5, penurunan kadar air basis kering (KAbk) tanpa pencucian dengan pencucian menggunakan suhu yang sama, menunjukkan bahwa penurunan kadar air tanpa pencucian dengan suhu 45°C cenderung lebih lama waktu pengeringan 11 jam dengan rata-rata nilai 5,08%, sedangkan pencucian dengan suhu 45°C membutuhkan waktu lebih sedikit yaitu 7 jam dengan rata-rata nilai 3,25%, perbedaan waktu lama pengeringan dengan selisi 4 jam dan selisih nilai rata-rata 0,13.

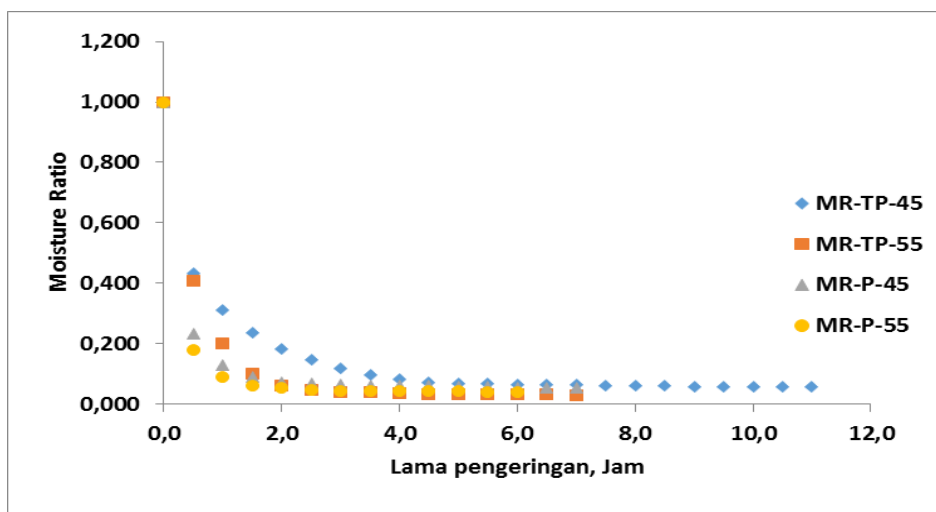


Gambar. 4-6. Penurunan Kadar Air Basis Kering (KAbk) suhu 55°C.

Gambar 4-6, penurunan kadar air basis kering (KAbk) tanpa pencucian dengan pencucian menggunakan suhu 55°C, menunjukkan bahwa penurunan kadar air dengan pola pencucian menggunakan suhu 55°C cenderung lebih cepat dengan membutuhkan waktu lama pengeringan 6 jam dengan nilai rata-rata 3,25%. Sedangkan penurunan kadar air pada pola tanpa pencucian suhu 55°C membutuhkan waktu pengeringan 7 jam dengan nilai rata-rata 3,30%. perbedaan waktu pengeringan dimana pola pencucian lebih cepat dengan pola tanpa pencucian dengan selisi 1 jam dan selisih nilai rata-rata 0,05.

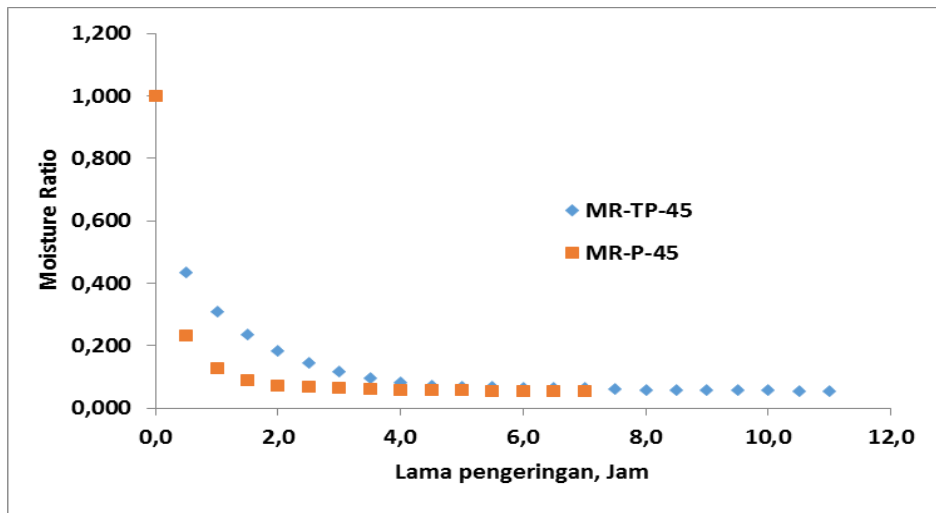
4.2 Pola Penurunan Moisture Ratio (MR)

Moisture Ratio (MR) dihitung dengan menggunakan rumus MR yang ada pada Bab III. Pola penurunannya untuk keempat kombinasi perlakuan (2 Suhu dengan Pencucian dan Tanpa Pencucian) disajikan pada gambar berikut.

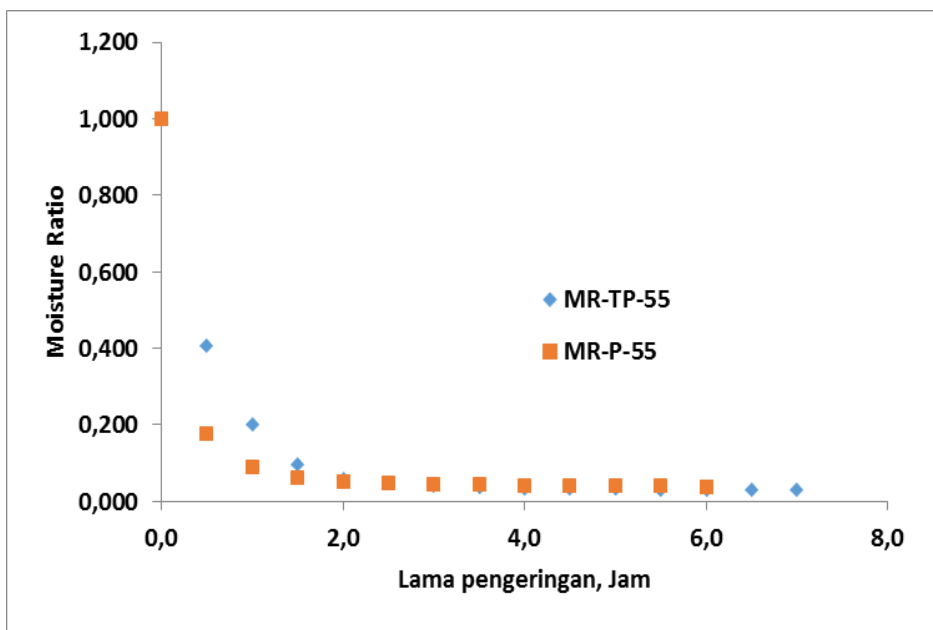


Gambar 4-7. Penurunan nilai Moisture Ratio (MR) suhu 45 °C dan 55 °C.

Gambar 4-7, menunjukkan bahwa nilai penurunan MR sejalan dengan bahan tanpa pencucian dan pencucian, dimana semakin tinggi suhu pengeringan maka penurunan nilai *Moisture Ratio* juga semakin cepat. Adapun nilai MR ini selanjutnya digunakan untuk menentukan model pengeringan lapisan tipis pada biji semangka.



Gambar 4-8. Penurunan nilai Moisture Ratio (MR) suhu 45°C.



Gambar 4-9. Penurunan nilai Moisture Ratio (MR) suhu 55°C.

Gambar 4-8 dan 4-9, menunjukkan bahwa nilai penurunan MR dengan pola tanpa pencucian dan pencucian pada suhu 45 °C dan 55°C , dimana penurunan nilai MR pada pola pencucian cenderung lebih cepat dibandingkan dengan pola tanpa pencucian. berdasarkan uraian diatas bahwa pola pencucian diunggulkan dalam penurunan nilai Moisture Ratio (MR).

4.3 Evaluasi Kesesuaian Model

Pada penelitian ini, tiga model pengeringan lapisan tipis yang dievaluasi, yakni model Newton, model Henderson and Pabis, dan model Page. Persamaan matematika ketiga model disajikan pada Bab III. Data nilai MR untuk masing-masing perlakuan (Suhu dan Pencucian/Tanpa Pencucian), kemudian parameter (konstanta) masing-masing model dihitung dengan menggunakan *Excel-Solver*. Kesesuaian model dengan perilaku data MR ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasi, R^2 .

- a. Hasil perhitungan parameter model Newton, Henderson and Pabis, dan Page berikut nilai R^2 -nya disajikan pada tabel berikut.

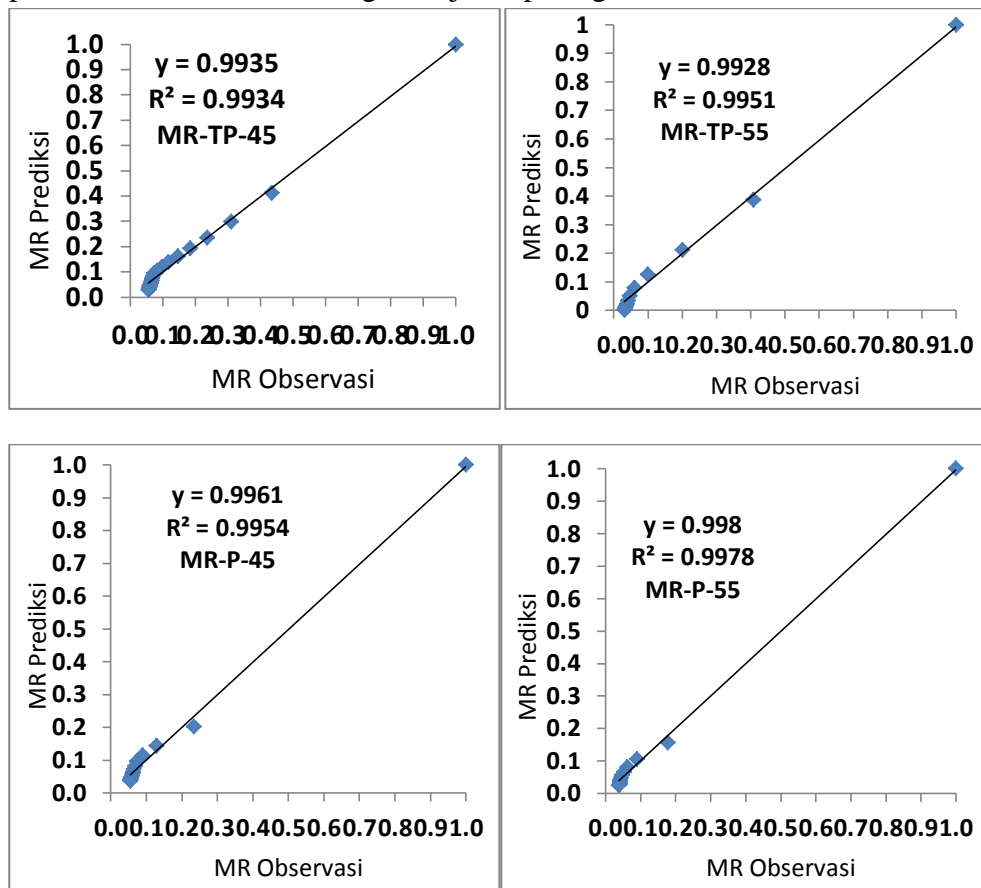
Tabel 4-1 Nilai parameter, R^2 , dan peringkat keakuratan prediksi model

Perlakuan	Persamaan	Parameter				peringkat keakuratan Model Menurut Nilai R^2
		a	k	n	R^2	
TP-45	Newton	0,9106			0,9689	2
	Henderson and Pabis		0,9137		0,9689	2
	Page		1,2082	0,449	0,9934	1
TP-55	Newton	0,9897	1,6365		0,9973	1
	Henderson and Pabis		1,621		0,9969	2
	Page		1,5517	0,7105	0,9951	3
P-45	Newton	0,9908	2,4989		0,9898	2
	Henderson and Pabis		2,4785		0,9893	3
	Page		1,9366	0,2762	0,9954	1
P-55	Newton	0,9966	3,1559		0,9952	2
	Henderson and Pabis		3,1484		0,9951	3
	Page		2,245	0,2768	0,9978	1

Tabel 4-1, menunjukkan beberapa nilai persamaan yaitu Model Newton, Model Henderson and Pabis, dan Model Page yang menjelaskan setiap suhu dan memperlihatkan nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan dengan Model Newton dan Model Handerson and Pabis pada bahan tanpa pencucian dan pencucian. kecuali pada perlakuan tanpa pencucian Suhu 55 °C. Namun demikian, nilai R^2 ketiga model pada perlakuan Tanpa Pencucian Suhu 55 °C sangat kecil (berbeda

pada decimal ke-3). Oleh karena itu, model Page tetap aman untuk digunakan untuk keempat perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa Model Page merupakan model pengeringan lapisan tipis yang paling sesuai untuk menggambarkan pengeringan lapisan tipis biji semangka.

b. Gambar yang menunjukkan kesesuaian antara nilai observasi MR dan nilai prediksi MR oleh model Page disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4-10. Perbandingan antara nilai MR obseravsi dengan nilai MR prediksi oleh model Page.

Gambar 4-10, menunjukkan bahwa nilai prediksi dan observasi model Page sangat berdekatan ditandai dengan nilai-nilainya yang terletak pada sepanjang garis persamaan linear dengan intercept 0 (nol) serta dengan nilai R^2 mendekati 1 (satu). untuk bahan tanpa pencucian dan pencucian, dengan persamaan eksponensial $MR = EXP(-k * t)^n$, dengan nilai konstanta pada bahan tanpa pencucian suhu 45°C ($y = 0,9935$ dan nilai $R^2 = 0,9934$), suhu 55°C ($y =$ dan nilai $R^2 = 0,9951$) dan pencucian suhu 45°C ($y = 0,9961$ dan nilai $R^2 = 0,9954$), suhu 55°C ($y = 0,998$, dan nilai $R^2 = 0,9978$).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Biji semangka dengan pencucian lebih cepat mengalami proses penurunan kadar air dibandingkan dengan proses tanpa pencucian. Hal ini disebabkan pada pengeringan bahan pencucian biji semangka, udara panas yang masuk pada bahan lebih mudah menguapkan uap air karena tidak terhalang lendir yang menempel pada biji semangka.
2. Model Page adalah model yang paling sesuai untuk dapat mepresentasikan penurunan kadar air pada pengeringan lapisan tipis biji semangka dengan nilai R^2 mendekati 1 untuk bahan tanpa pencucian dan pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan Made. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*, Jakarta:Penebar Swadaya.
- Fitri Andriani, Junaedi Muhidong, dan Abd Waris. (2016). Evaluasi Model Pengeringan Lapisan Tipis Jagung (*Zea Mays L*) Varietas Bima 17 dan Varietas Sukmaraga. *Jurnal Agritechno*, 9(1), 1-7. <https://doi.org/10.20956/at.v9i1.32>
- Elok Waziroh, Dego Yusa Ali dan Nur Istianah. 2017. *Proses Termal Pada Pengelolaan Pangan*, Malang:UB Pres.
- Kashaninejad, M., A. Mortazavi, A. Safekordi and L.G. Tabil. 2007. *Thin Layer Drying Characteristics and Modeling of Pistachio Nuts*. *Journal of Food Engineering* Vol.
- K. Allaf. 2009. *Study and Modeling of Dehydration and Rehydration Kinetics Within Porous Medium*, Proceedings of AFSIA, Lyon (France).
- Mufarida Ana Nely. 2016. *Perpindahan Panas dan Massa*, Jember : Pustaka Abadi.
- Rukmana Rahmat. 1994. *Budidaya Semangka Hibrida*, Yogyakarta: Kanisus.
- Sakdiah Halimatus. Fiska Bitra Faraza Unay dan Haning Hasbiyati. 2009. *Kewirausahaan Permen Biji Semangka*. *Bioshel*.
- Samadi Budi. 2007. *Semangka Tanpa Biji*, Yogyakarta: Kanisus.
- Soesanto Loekas. 2006. *Penyakit Pascapanen*, Yogyakarta:KANISUS.
- Suwarto, Silvia Hermawati dan Yuke Octavianty. 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan*, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Vivi Nurhadianty, Chandrawati Cahyani, Wa Ode Cakra Nirwana dan Luthfi Kurnia Dewi. 2018. *Pengantar Teknologi Fermentasi Skala Industri*, Malang : UB Pres.
- Widaryanto Eko dan Azizah Nur. 2018. *Prespektif Tanaman Obat Berkhasiat*, Malang:UB Pres.
- Wihardjo Suwandi F.A. 1992. *Bertanam Semangka*, Yogyakarta: Kanisus.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 45 °C.

Lama Pengerinan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 45	Prediksi Rata-rata MR - TP - 45	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,434	0,595307	0,025907
1,0	0,310	0,35439	0,001974
1,5	0,235	0,210971	0,000602
2,0	0,184	0,125592	0,003379
2,5	0,146	0,074766	0,005009
3,0	0,117	0,044509	0,005268
3,5	0,096	0,026496	0,004884
4,0	0,082	0,015773	0,004407
4,5	0,073	0,00939	0,004057
5,0	0,069	0,00559	0,00405
5,5	0,068	0,003328	0,004174
6,0	0,065	0,001981	0,004018
6,5	0,065	0,001179	0,004036
7,0	0,064	0,000702	0,004016
7,5	0,061	0,000418	0,003729
8,0	0,060	0,000249	0,003513
8,5	0,060	0,000148	0,003525
9,0	0,059	8,82E-05	0,003457
9,5	0,058	5,25E-05	0,003384
10,0	0,058	3,12E-05	0,003313
10,5	0,057	1,86E-05	0,003239
11,0	0,056	1,11E-05	0,003094
			0,103034

Lampiran 2. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 55	Prediksi Rata-rata MR - TP - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,408	0,441199	0,001082
1,0	0,201	0,194656	3,48E-05
1,5	0,099	0,085882	0,000165
2,0	0,060	0,037891	0,000498
2,5	0,047	0,016717	0,000906
3,0	0,041	0,007376	0,001112
3,5	0,038	0,003254	0,001187
4,0	0,035	0,001436	0,001145
4,5	0,034	0,000633	0,001117
5,0	0,033	0,000279	0,00106
5,5	0,032	0,000123	0,000992
6,0	0,032	5,44E-05	0,000996
6,5	0,032	2,4E-05	0,000998
7,0	0,030	1,06E-05	0,000924
			0,012217

Lampiran 3. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 45 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 45	Prediksi Rata-rata MR - P - 45	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,234	0,286666	0,002744
1,0	0,129	0,082178	0,002175
1,5	0,089	0,023558	0,004274
2,0	0,072	0,006753	0,004285
2,5	0,069	0,001936	0,004484
3,0	0,064	0,000555	0,004073
3,5	0,062	0,000159	0,003876
4,0	0,061	4,56E-05	0,003655
4,5	0,059	1,31E-05	0,003505
5,0	0,057	3,75E-06	0,003283
5,5	0,057	1,07E-06	0,003208
6,0	0,055	3,08E-07	0,003063
6,5	0,055	8,83E-08	0,003064
7,0	0,055	2,53E-08	0,003064
			0,048753

Lampiran 4. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Newton dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 55	Prediksi Rata-rata MR - P - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	1,000	0
0,5	0,178	0,206	0,00083
1,0	0,090	0,043	0,002263
1,5	0,062	0,009	0,002843
2,0	0,053	0,002	0,002595
2,5	0,048	0,000	0,002277
3,0	0,045	0,000	0,001994
3,5	0,043	0,000	0,001882
4,0	0,042	0,000	0,001769
4,5	0,041	0,000	0,001714
5,0	0,041	0,000	0,001714
5,5	0,041	0,000	0,001661
6,0	0,039	0,000	0,0015
			0,023041

Lampiran 5. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 45 °C.

Lama Pengerinan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 45	Prediksi Rata-rata MR - TP - 45	Diff ^ 2
0,0	1,000	0,910561	0,008
0,5	0,434	0,576644	0,020
1,0	0,310	0,36518	0,003
1,5	0,235	0,231262	0,000
2,0	0,184	0,146455	0,001
2,5	0,146	0,092748	0,003
3,0	0,117	0,058736	0,003
3,5	0,096	0,037196	0,004
4,0	0,082	0,023556	0,003
4,5	0,073	0,014918	0,003
5,0	0,069	0,009447	0,004
5,5	0,068	0,005983	0,004
6,0	0,065	0,003789	0,004
6,5	0,065	0,002399	0,004
7,0	0,064	0,001519	0,004
7,5	0,061	0,000962	0,004
8,0	0,060	0,000609	0,003
8,5	0,060	0,000386	0,003
9,0	0,059	0,000244	0,003
9,5	0,058	0,000155	0,003
10,0	0,058	9,8E-05	0,003
10,5	0,057	6,21E-05	0,003
11,0	0,056	3,93E-05	0,003
			0,095

Lampiran 6. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 55	Prediksi Rata-rata MR - TP - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	0,989696	0,000106
0,5	0,408	0,440064	0,001008
1,0	0,201	0,195672	2,38E-05
1,5	0,099	0,087005	0,000137
2,0	0,060	0,038686	0,000464
2,5	0,047	0,017202	0,000877
3,0	0,041	0,007649	0,001094
3,5	0,038	0,003401	0,001177
4,0	0,035	0,001512	0,00114
4,5	0,034	0,000672	0,001114
5,0	0,033	0,000299	0,001059
5,5	0,032	0,000133	0,000991
6,0	0,032	5,91E-05	0,000996
6,5	0,032	2,63E-05	0,000998
7,0	0,030	1,17E-05	0,000923
			0,012109

Lampiran 7. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 45 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 45	Prediksi Rata-rata MR - P - 45	Diff ^2
0,0	1,000	0,990809	8,45E-05
0,5	0,234	0,286936	0,002772
1,0	0,129	0,083096	0,00209
1,5	0,089	0,024064	0,004208
2,0	0,072	0,006969	0,004257
2,5	0,069	0,002018	0,004473
3,0	0,064	0,000584	0,004069
3,5	0,062	0,000169	0,003875
4,0	0,061	4,9E-05	0,003655
4,5	0,059	1,42E-05	0,003505
5,0	0,057	4,11E-06	0,003283
5,5	0,057	1,19E-06	0,003208
6,0	0,055	3,45E-07	0,003063
6,5	0,055	9,98E-08	0,003064
7,0	0,055	2,89E-08	0,003064
			0,04867

Lampiran 8. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Henderson and Pabis dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 55	Prediksi Rata-rata MR - P - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	0,996641	1,13E-05
0,5	0,178	0,206473	0,000834
1,0	0,090	0,042775	0,002247
1,5	0,062	0,008862	0,002835
2,0	0,053	0,001836	0,002592
2,5	0,048	0,00038	0,002276
3,0	0,045	7,88E-05	0,001994
3,5	0,043	1,63E-05	0,001882
4,0	0,042	3,38E-06	0,001769
4,5	0,041	7,01E-07	0,001714
5,0	0,041	1,45E-07	0,001714
5,5	0,041	3,01E-08	0,001661
6,0	0,039	6,23E-09	0,0015
			0,02303

Lampiran 9. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 45 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 45	Prediksi Rata-rata MR - TP - 45	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,434	0,412685	0,000469
1,0	0,310	0,298739	0,000126
1,5	0,235	0,234706	6,28E-07
2,0	0,184	0,192192	7,17E-05
2,5	0,146	0,161532	0,000256
3,0	0,117	0,138268	0,000449
3,5	0,096	0,11999	0,000557
4,0	0,082	0,105257	0,000534
4,5	0,073	0,093143	0,000402
5,0	0,069	0,083027	0,00019
5,5	0,068	0,074467	4,27E-05
6,0	0,065	0,067147	3,17E-06
6,5	0,065	0,060828	1,5E-05
7,0	0,064	0,055331	7,64E-05
7,5	0,061	0,050515	0,00012
8,0	0,060	0,04627	0,000176
8,5	0,060	0,042508	0,000289
9,0	0,059	0,039158	0,000389
9,5	0,058	0,036161	0,000487
10,0	0,058	0,03347	0,000582
10,5	0,057	0,031044	0,00067
11,0	0,056	0,02885	0,000717
			0,006624

Lampiran 10. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - TP - 55	Prediksi Rata-rata MR - TP - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,408	0,387402	0,000437
1,0	0,201	0,211883	0,000128
1,5	0,099	0,126216	0,000756
2,0	0,060	0,078935	0,00035
2,5	0,047	0,05103	1,77E-05
3,0	0,041	0,033816	4,78E-05
3,5	0,038	0,02285	0,000221
4,0	0,035	0,015688	0,000384
4,5	0,034	0,010916	0,000535
5,0	0,033	0,007684	0,000633
5,5	0,032	0,005463	0,000684
6,0	0,032	0,003919	0,000767
6,5	0,032	0,002833	0,000829
7,0	0,030	0,002063	0,000803
			0,006593

Lampiran 11. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 45 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 45	Prediksi Rata-rata MR - P - 45	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,234	0,202076	0,001037
1,0	0,129	0,144196	0,000237
1,5	0,089	0,114623	0,00066
2,0	0,072	0,095821	0,000557
2,5	0,069	0,082547	0,000186
3,0	0,064	0,072567	6,72E-05
3,5	0,062	0,064741	5,39E-06
4,0	0,061	0,058413	4,37E-06
4,5	0,059	0,053176	3,65E-05
5,0	0,057	0,048762	7,29E-05
5,5	0,057	0,044987	0,000136
6,0	0,055	0,041717	0,000186
6,5	0,055	0,038857	0,000272
7,0	0,055	0,036333	0,000362
			0,003819

Lampiran 12. Hasil analisa rata-rata *moisture ratio* (MR) dengan Solver pada MS.Excel. Hasil analisa model Page dengan suhu 55 °C.

Lama Pengeringan (Jam)	Observasi Rata-rata MR - P - 55	Prediksi Rata-rata MR - P - 55	Diff ^ 2
0,0	1,000	1	0
0,5	0,178	0,156763	0,000434
1,0	0,090	0,105931	0,000248
1,5	0,062	0,081136	0,000362
2,0	0,053	0,065886	0,000172
2,5	0,048	0,055402	5,35E-05
3,0	0,045	0,047696	8,79E-06
3,5	0,043	0,041771	2,64E-06
4,0	0,042	0,037063	2,5E-05
4,5	0,041	0,033229	6,69E-05
5,0	0,041	0,030044	0,000129
5,5	0,041	0,027356	0,000179
6,0	0,039	0,025059	0,000187
			0,001869

Lampiran 13. Gambar proses pemisahan biji semangka dari dagingnya.



Lampiran 14. Gambar proses pengeringan lapisan tipis pada biji semangka.



Lampiran 15. Gambar sampel proses akhir atau bahan yang telah konstan setelah di oven selama 72 jam.