

**EVALUASI KINERJA MODEL *PAGE* PADA PENGERINGAN LAPISAN TIPIS  
UMBI ILES ILES**

**OLEH :  
MUKMIN  
G 411 15 314**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**EVALUASI KINERJA MODEL *PAGE* PADA PENGERINGAN LAPISAN TIPIS  
UMBI ILES-ILES**

**Mukmin**

**G41115 314**



Skripsi  
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada  
Departemen Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

Evaluasi Kinerja Model *Page* Pada Pengeringan Lapisan Tipis Umbi Iles-Iles

Disusun dan diajukan oleh

MUKMIN  
G411 15 314

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 Desember 2020 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

*A. N. Kaperosi*

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

Nip. 19600101 198503 1 014

Pembimbing Pendamping

Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si

Nip. 1982109 201212 1 004

Ketua Program Studi,

Dr. Ir. Iqbal, STP, M.Si

Nip. 19781225 200212 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Mukmin  
NIM : G411 15 314  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi/Tesis/Disertasi dengan Judul Perubahan Evaluasi Kinerja Model *Page* Pada Pengeringan Lapisan Tipis Umbi Iles-Iles adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari Skripsi/Tesis/Disertasi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 9 Februari 2021

Yang Menyatakan



(Mukmin)

## ABSTRAK

MUKMIN (G411 15 314). Evaluasi Kinerja Model *Page* Pada Pengeringan Lapisan Tipis Umbi Iles-Iles. Pembimbing: Junaedi Muhidong dan Abdul Azis

**Latar Belakang.** Tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) merupakan jenis umbi-umbian dengan nilai potensial ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi keakuratan model *Page* dalam menduga *moisture ratio* umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) selama proses pengeringan lapisan tipis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan suhu pengeringan 45°C dan 55 °C dengan ketebalan sampel iles-iles 1.0 cm dan 0.5 cm. Kecepatan udara pengeringan digunakan sebesar 1.0 m/s. Parameter pengamatan yang digunakan adalah berat sampel selama proses pengeringan dan waktu pengeringan. Sehingga diperoleh hasil seperti pola penurunan kadar air, pola penurunan *moisture ratio*, nilai konstanta pengeringan Model *Page*, dan evaluasi kinerja Model *Page* yang menggambarkan hubungan antara nilai prediksi dan nilai observasi *moisture ratio*. Model *Page* yang diperoleh dianggap baik dalam melakukan prediksi *moisture ratio* umbi iles-iles jika menghasilkan persamaan regresi tanpa *intercept* dengan  $R^2$  yang mendekati 1.0. Adapun nilai  $R^2$  yaitu 0.998, nilai *Chi-squared* yaitu  $5.202 \times 10^{-2}$  dan nilai RMSE yaitu 0.006. Selisih nilai  $R^2$ , *Chi-squared*, dan RMSE antara berbagai penelitian yg dilakukan terdahulu dengan penelitian ini yg relatif sangat kecil mengindikasikan bahwa kinerja Model *Page* pada penelitian ini juga cukup baik.

**Kata Kunci:** Iles-Iles, Pengeringan Lapisan Tipis, Model *Page*.

## ABSTRACT

MUKMIN (G411 15 314). *The Evaluation of Page Model Performance on Thin Layer Drying of Iles-Iles Roots* Supervised by: Junaedi Muhidong and Abdul Azis

**Background.** *The iles-iles is an umber plant having a high economic potential. This plant can only grow in tropical and subtropical areas. This study aims to evaluating the accuracy of the page model in estimating the moisture ratio of the iles-iles in the form of slice during the thin layer drying process. This research uses 45<sup>0</sup>C and 55<sup>0</sup>C drying temperature as well as the thickness of iles-iles 1,0 cm and 0,5 cm. Drying air velocity was used at 1,0 m/s. The observation parameters used on this study were the weight of the sample and the drying time. Results of this study are the water-level drop pattern, moisture ratio drop pattern, the value of page model drying, and page model evaluations. Those results describe that the relation between the predictive value and the observation value of moisture ratio create regression equations without the intersept with R<sup>2</sup> approaching value. Consequently, the acquired page model is preferred to give partial predictions of iles-iles. Meanwhile the R<sup>2</sup> value is 0.998, the chi-squared, value is 5.202x10<sup>2</sup> and the RMSE value is. The concise of R<sup>2</sup>, Chi-Squared, and RMSE with the previous research had relatively small value that indicated that a page model drying performance on the study was also quite good.*

**Key word:** *Iles-Iles, Drying Thin Layer, Model Page.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan nikmat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. **Ayahanda Hasan, Ibunda Rahama beserta Keluarga** yang senantiasa memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan penulis serta memberikan dukungan baik berupa moril ataupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. **Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc** selaku dosen pembimbing utama atas kesabaran, ilmu dan segala arahan yang telah diberikan dari penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. **Dr. Abdul Azis, S.TP., M.si** selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu, masukan, saran, dan waktu luang kesabaran kepada saya dari awal penulisan sampai akhir penyelesaian skripsi.
4. **Prof. Dr. Ir. Mursalim dan Haerani, S.TP., M.Eng.Sc., Ph.D** selaku dosen penguji atas segala saran, kritik dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. **Muhammad Nur Fauzi, Zian, Ole, Suryana, Risna, Mega, Farham, Hasir dan Irwan** selaku teman-teman yang selalu membantu dan mensupport penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. senantiasa membalas kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 5 Februari 2021

**Mukmin**

## RIWAYAT HIDUP



**MUKMIN**, lahir di Talagonggo pada tanggal 27 September 1996 merupakan anak ketuju dari sepuluh bersaudara dari pasangan Hasan RAhama. Penulis menempuh pendidikan formal pertama pada tingkat sekolah dasar yaitu di SDN 140 Lumu-Lumu pada tahun 2003-2009. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 2 Malangke pada tahun 2009-2012. Kemudian, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Malangke pada tahun 2012-2015. Setelah menyelesaikan pendidikan formal tingkat sekolah, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas HasanuddinMakassar pada tahun 2015 sebagai salah satu mahasiswa di Prodi Keteknikan Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH) sebagai Pengurus Departemen Keorganisasian dan Keilmuan periode 2017/2018. Penulis juga aktif menjadi asisten praktikum dibawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (AESC).



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
DEKLARASI .....	iv
ABSTRAK .....	v
PERSANTUNAN.....	vii
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 dan Kegunaan.....	2
2. TINJUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Tanaman Iles-Iles.....	3
2.2. Pengelohan Umbi Iles-Iles.....	4
2.3. Pengeringan .....	5
2.4. Pengeringan Model <i>Page</i> .....	6
2.5. Pengeringan Lapisan Tipis .....	6
2.6. Faktor Pengeringan .....	8
2.7. Kadar Air .....	9
3. METODOLOGI PENELITIAN .....	10
3.1. Waktu dan Tempat.....	10
3.2. Alat dan bahan .....	10
3.3. Perlakuan dan Parameter Pengamatan.....	10
3.4. Prosedur Penelitian .....	10
3.5. Pengolahan Data .....	11
3.6. Mengevaluasi Kinerja Model <i>Page</i> .....	12
3.7. Bagan Alir.....	13
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
4.1. Pola Penurunan Kadar Air .....	14
4.2. Pola Penurunan Moisture Rasio (MR).....	16
4.3. Analisis Nilai Konstanta <i>Page</i> .....	17

4.4.Evaluasi Kinerja Persamaan <i>Page</i> .....	18
5. PENUTUP .....	22
5.1. Kesimpulan .....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN .....	26

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
2-1	Model-Model Pengeringan Lapisan Tipis.....	7
4-1	Nilai k dan n Model <i>Page</i> untuk Berbagai Perlakuan Pengeringan Lapisan Tipis Iles-Iles .....	17
4-2	Selisih Nilai R <sup>2</sup> Chi-squared dan RMSE antara Penelitian Terdahulu dengan Hasil Penelitian pada Skripsi Ini .....	20

## DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
2-1	Batang dan Umbi Iles-Iles.....	3
3-1	Bagan Alir Penelitian.....	13
4-1	Pola Penurunan Kadar Air Basis Basah.....	14
4-2	Pola Penurunan Kadar Air Basis Kering.....	15
4-3	Grafik Pola Penurunan <i>Moisture Ratio</i> (MR) terhadap KABK.....	17
4-4	Grafik Hubungan Model <i>Page</i> dengan Data Pengamatan untuk Suhu 45 <sup>0</sup> C dan ketebalan 0.5 cm.....	18
4-5	Grafik Hubungan Model <i>Page</i> dengan Data Pengamatan untuk Suhu 45 <sup>0</sup> C dan ketebalan 1 cm.....	18
4-6	Grafik Hubungan Model <i>Page</i> dengan Data Pengamatan untuk Suhu 55 <sup>0</sup> C dan ketebalan 0.5 cm.....	19
4-7	Grafik Hubungan Model <i>Page</i> dengan Data Pengamatan untuk Suhu 55 <sup>0</sup> C dan ketebalan 1 cm.....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1	Hasil pengamatan iles-iles rak A ketebalan 1 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	26
2	Hasil pengamatan iles-iles rak B ketebalan 1 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	27
3	Hasil perhitungan kadar air basis basah (KABb), kadar air basis kering (KABk) dan moisture ratio (MR) iles-iles ketebalan 1 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	28
4	Hasil Pengamatan iles-iles rak A kerebalan 0,5 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	29
5	Hasil Pengamatan iles-iles rak B kerebalan 0,5 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	30
6	Hasil perhitungan kadar air basis basah (KABb), kadar air basis kering (KABk) dan moisture ratio (MR) iles-iles ketebalan 0,5 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	31
7	Hasil Pengamatan iles-iles rak A kerebalan 0,5 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	32
8	Hasil Pengamatan iles-iles rak B kerebalan 0,5 cm dengan suhu 55 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	33
9	Hasil perhitungan kadar air basis basah (KABb), kadar air basis kering (KABk) dan moisture ratio (MR) iles-iles ketebalan 1 cm dengan suhu 45 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	34
10	Hasil pengamatan iles-iles rak A ketebalan 0,5 cm dengan suhu 45 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	35
11	Hasil pengamatan iles-iles rak B ketebalan 0,5 cm dengan suhu 45 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	36
12	Hasil perhitungan kadar air basis basah (KABb), kadar air basis kering (KABk) dan moisture ratio (MR) iles-iles ketebalan 0,5 cm dengan suhu 45 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	37
13	Hasil pengamatan model <i>page</i> pada iles-iles ketebalan 0,5 cm dengan suhu 45 <sup>0</sup> C selama proses pengeringan .....	38

14 Hasil pengamatan model <i>page</i> pada iles-iles ketebalan 1 cm dengan suhu 55°C selama proses pengeringan.....	39
15 Hasil pengamatan model <i>page</i> pada iles-iles ketebalan 0,5 cm dengan suhu 55°C selama proses pengeringan.....	40
16 Hasil pengamatan model <i>page</i> pada iles-iles ketebalan 1 cm dengan suhu 45°C selama proses pengeringan.....	41
17 Dokumentasi penelitian.....	42

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) merupakan jenis tanaman umbi-umbian dengan nilai potensial ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman ini tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Di Indonesia sendiri, tanaman ini belum dilirik secara ekonomis sehingga hanya dibiarkan tumbuh secara liar. Tanaman iles-iles dapat digunakan sebagai tanaman pangan alternative selain beras dengan kandungan karbohidrat tinggi. Namun diperlukan proses pengolahan sebelum dikonsumsi karena kristal oksalat yang menyebabkan gatal.

Umbi iles-iles memiliki nilai yang tinggi dan diminati dipasar internasional seperti Jepang, Malaysia dan Singapura. Kurangnya minat petani dalam menanam tanaman iles-iles ini dikarenakan rendahnya nilai jual ditingkat petani yang berkisar Rp 9000/Kg. Hal ini berbeda dengan di Jepang yang harganya dapat mencapai Rp 60.000/ Kg setelah melalui proses-proses pasca panen. Perbedaan yang tinggi ini disebabkan belum adanya proses pasca panen secara signifikan ditingkat petani.

Bagian pada tanaman iles-iles yang digunakan dalam pembuatan tepung adalah bagian umbinya. Umbi iles-iles memiliki kadar air yang tinggi sehingga diperlukan pengeringan untuk menghindari kerusakan akibat mikroba. Pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan secara buatan. Pengeringan merupakan penurunan kadar air sampai batas tertentu dengan tujuan menghambat laju kerusakan suatu bahan akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah. Salah satu tujuan dalam pengeringan yaitu mengurangi kadar air dengan menguapkan air tersebut baik secara alami dengan memanfaatkan cahaya matahari atau dengan menggunakan alat pengering. Penanganan pasca panen iles-iles ditingkat petani masih dilakukan secara tradisional, pengeringan iles-iles dilakukan dengan penjemuran menggunakan sinar matahari sehingga memerlukan waktu yang lama. Keterlambatan pengeringan dapat berdampak buruk terhadap mutu bahan yang dihasilkan. Kadar air iles-iles segar sekitar 80 % basis basah.

Kadar air ini termasuk tinggi dan memerlukan pengeringan sehingga kadar airnya aman untuk penyimpanan (Irene, 2010).

Pengeringan lapisan tipis merupakan langkah awal untuk memahami proses pengeringan dengan volume yang lebih besar. Ada beberapa model matematika yang dapat digunakan untuk melihat perilaku suatu komoditas pertanian selama proses pengeringan lapisan tipis. Model-model tersebut antara lain model *Newton*, *Henderson-Pabis* dan *Page*. Ketiga model ini merupakan model yang tergolong sederhana dilihat dari jumlah konstanta pengeringan yang dimilikinya dibandingkan model lainnya. Dalam berbagai penelitian lapisan tipis, antara lain penelitian Oforkansi dan Oduola (2016), Zhiqiang *et al.*(2013), dan Wilton *et al.* (2014), diantara ketiga model ini yang sering ditemukan mewakili perilaku penurunan kadar air sepanjang proses pengeringan adalah model *Page*.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, penelitian ini diarahkan untuk melihat keakuratan model *Page* dalam memprediksi kadar air (*Moisture Ratio*) iles-iles yang berbentuk irisan (*slice*) selama proses pengeringan lapisan tipis.

## **1.2. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi keakuratan model *Page* dalam menduga *Moisture Rasio* umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) yang berbentuk irisan selama proses pengeringan lapisan tipis.

Kegunaan dari penelitian pengeringan iles-iles yaitu diharapkan dapat menjadi acuan dan referensi dasar tentang pengeringan iles-iles yang selanjutnya dapat digunakan dalam kegiatan-kegiatan pengembangan bahan pangan alternatif.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Iles-Iles

Iles-iles merupakan tanaman marga *Amorphophallus* dan termasuk ke dalam jenis talas-talasan (*Araceae*) yang dapat digunakan sebagai bahan pangan. Tanaman iles-iles termasuk tipe tumbuhan liar dengan daun mirip dengan daun Tecca. Tanaman iles-iles mampu tumbuh dimana saja. Tanaman iles-iles memiliki batang semu yang merupakan tangkai daun yang tumbuh di tengah-tengah umbinya. Batang semu tersebut berwarna hijau dengan garis-garis putih (Afifa, 2017).



Gambar 2-1. Batang dan umbi iles-iles (Sumber: Rokhman, 2015).

Tanaman iles-iles tumbuh di bawah naungan pohon. Pertumbuhan iles-iles akan menghasilkan umbi yang baik dengan naungan 50%-60%, semakin rapat naungan maka semakin baik untuk tanaman iles-iles. Tanaman iles-iles dapat ditanam bersama-sama dengan tanaman pisang, kacang tanah dan jagung. Naungan diperlukan dalam budidaya tanaman iles-iles (Afifa, 2017). Umbi iles-iles mengandung glukomanan yang tinggi, sekitar 55% dari bahan kering. Glukomanan adalah karbohidrat sulit dicerna yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat pelangsing, makanan dan minuman rendah kalori, pengisi tablet obat, dan kosmetika (Santosa *et al*, 2016).

Pemanfaatan iles-iles di Indonesia masih terbatas sebagai bahan makanan cadangan dengan pengolahan sederhana yaitu berupa *chips* atau keripik. Sementara itu iles-iles telah diekspor ke Jepang untuk dibuat menjadi tepung dan gel. Tepung diolah menjadi produk makanan yang disebut konyaku (sejenis jeli). Keberhasilan pengembangan iles-iles ditentukan oleh empat faktor, yaitu

penyediaan benih, lahan, perlunya dukungan modal dari pemerintah, dan pematapan pemasaran. (Rokhmah dan Handi , 2015).

## **2.2. Pengolahan Umbi Iles-Iles**

Penanganan pascapanen umbi iles-iles diawali dengan tahap sortasi umbi, berdasarkan ukuran dan ada tidaknya umbi cacat. Pembersihan umbi dilakukan dengan cara kering yaitu mengerik bagian permukaan kulit umbi dengan pisau bambu, sehingga permukaan umbi menjadi bersih (Dwiyono *et al.*, 2014).

Pengolahan iles-iles umumnya dilakukan dengan mengeringkan umbi kemudian dibuat menjadi chips kering lalu tepung iles-iles. Kadar air dalam umbi iles-iles relatif tinggi berkisar 70-85% sehingga bagian dalam umbi dapat mudah rusak oleh aktivitas enzim dan mikroba. Sehingga penyimpanan iles-iles dalam bentuk produk kering lebih efektif dilakukan. Pengeringan memiliki beberapa keuntungan, seperti bahan menjadi lebih tahan lama disimpan dan volume menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan. Berat bahan juga menjadi berkurang sehingga memudahkan transportasi, dengan demikian diharapkan biaya produksi menjadi lebih murah. Selain itu glukomanan dapat diperoleh dalam kadar yang cukup tinggi jika umbi iles-iles dikeringkan secepatnya (Mutia, 2011)

## **2.3. Pengeringan**

Pengeringan merupakan proses pindah panas dan uap air yang terjadi secara simultan, yang membutuhkan energi panas untuk dapat menguapkan kandungan air dari permukaan bahan, yang dikeringkan oleh media pengering yang berupa panas (Toontom *et al.*, 2016)

Proses pengeringan adalah proses penurunan ataupun pengambilan kadar air hingga mencapai batas tertentu untuk dapat menekan laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologi dan kimia sebelum bahan diolah (Fathi *et al.*, 2016).

Tujuan dari proses pengeringan yaitu untuk mengurangi kadar air pada suatu bahan sehingga mikroorganisme dan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Sehingga bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama (Mounir, 2007).

Semakin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pada pengering maka semakin proses pengeringan yang berlangsung juga semakin cepat. Semakin tinggi suhu udara pengering maka jumlah massa yang diuapkan dari permukaan bahan semakin banyak. Dan semakin cepat proses penguapan massa uap air dari bahan ke atmosfer (Taib *et al.*, 1988).

Pada proses pengeringan terdapat parameter yang dapat mempengaruhi waktu pengeringan diantaranya adalah kelembaban udara, suhu, kadar air awal, laju aliran udara, dan juga kadar air bahan kering. Dasar dari proses pengeringan merupakan terjadinya penguapan air dari dalam bahan ke udara yang disebabkan oleh perbedaan kandungan uap air pada udara lebih sedikit atau kelembaban nisbi pada udara yang rendah sehingga terjadi proses penguapan (Fathi *et al.*, 2016).

Kemampuan udara untuk membawa uap air akan bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi pengering dengan udara yang terdapat pada sekitar bahan semakin besar. Faktor yang mempercepat proses pengeringan yaitu kecepatan angin. Bila udara tidak mengalir maka kandungan uap air di sekitar bahan yang dikeringkan makin jenuh (Toontom *et al.*, 2016).

#### **2.4. Pengeringan Model Page**

Model *Page* adalah model yang menyesuaikan dari Model *Lewis*. Model ini memiliki tujuan agar kekurangan dari model *Lewis* dapat dikoreksi (Kashaninejad *et al.*, 2007).

$$MR = \exp(-kt^n) \quad (1)$$

Model *Page* adalah *Moisture Ratio* atau rasio kelembaban,  $t$  merupakan waktu pengeringan (jam), serta  $k$  dan  $n$  adalah konstanta pengeringan. Nilai  $k$  dan  $n$  bervariasi tergantung pada bahan pertanian yang digunakan (Kashaninejad *et al.*, 2007).

Model *Page* telah dimodifikasi untuk dapat memaparkan proses dari pengeringan pada berbagai makanan maupun produk pertanian. Model *Page* dapat memberikan hasil perhitungan yang baik dalam hal memprediksi proses pengeringan seperti jagung pipil, talas, sorgum, beras, kedelai, kacang, kentang, dan lobak (Kashaninejad *et al.*, 2007).

Beberapa hasil penelitian lain juga memperlihatkan bahwa Model *Page* dianggap cukup mempresentasikan mekanisme pengeringan irisan umbi-umbian. Hal ini didasarkan pada nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang paling tinggi diantara model yang lain (Arda, 2016 dan Afifah *et al.*, 2014).

## **2.5. Pengeringan Lapisan Tipis**

Pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan dimana seluruh bahan dalam lapisan tersebut dapat menerima langsung aliran udara pengering yang melewatinya dengan kelembaban relatif dan suhu konstan. Pengeringan lapisan tipis dimaksudkan untuk mengeringkan produk sehingga pergerakan udara dapat melalui seluruh permukaan yang dikeringkan yang menyebabkan terjadinya penurunan kadar air dalam proses pengeringan. Pengeringan lapisan tipis merupakan suatu pengeringan yang dilakukan dimana bahan dihamparkan dengan ketebalan satu lapis (Henderson dan Perry, 1976).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer (Taib, *et al.*, 1988).

Persamaan kinetika pengeringan lapis tipis cocok digunakan untuk sistem pengeringan bahan makanan dengan konstanta pengeringan ( $k$ ) tergantung pada kadar air bahan dan kondisi udara pengering (Thahir, 1986)

Dalam pengembangan model pengeringan, maka periode laju pengeringan menurun yang mendapat perhatian yang lebih besar dari pada periode laju pengeringan yang konstan. Model pengeringan yang telah dikembangkan baik secara teoritis, semi teoritis maupun empiris pada dasarnya bertitik tolak dari anggapan bahwa lapisan tipis tersebut sebagai satu kesatuan tidak sebagai individu biji yang air merambat keluar secara fluktuasi mengikuti bentuk bahan tertentu (Thahir, 1986).

Muhidong *et al* (2018) melakukan evaluasi terhadap model-model berikut dalam menentukan model terbaik yang dapat merepresentasikan perilaku kadar air uwi.

Tabel 2-1. Model-model pengeringan lapisan tipis (Muhidong *et al*, 2018)

No	Model	Persamaan <sup>8*</sup>	Referensi
1	Newton	$MR(t) = \exp(-a.t)$	Muhidong <i>et al.</i> (2011)
2	Henderson and Pabis	$MR(t) = a.\exp(-b.t)$	Ibrahim <i>et al.</i> (2009)
3	Page	$MR(t) = \exp(-a.t^b)$	Corrêa <i>et al.</i> (2006)
4	Midilli-Kucuk	$MR(t) = a \exp (-k.t^d) + b.t$	Hii <i>et al.</i> (2008)
5	Two term model	$MR(t) = a.\exp(-b.t) + k.\exp(-d.t)$	Meisami-asl <i>et al.</i> (2009)
6	Diffusion approach	$MR(t) = a.\exp(-b.t) + (1-a).\exp(-b.k.t)$	Yadollahinia <i>et al.</i> (2008)
7	Hii <i>et al.</i>	$MR(t) = a.\exp(-b.t^k) + d.\exp(-e.t^k)$	Hii <i>et al.</i> (2008)
8	Logarithmic	$MR(t) = a.\exp(-k.t) + d$	Torres <i>et al.</i> (2012)
9	Wang & Singh	$MR(t) = 1 + a.t + b.t^2$	Kingsly <i>et al.</i> (2007)

\*Dimana MR adalah *Moisture Ratio*, t adalah waktu pengeringan dan a, b, k, d, dan e adalah konstanta pengeringan.

Model *Page* merupakan model pengeringan terbaik dan merupakan model yang telah dimodifikasi dari pemodelan Lewis. Kelebihan dari Model *Page* adalah koreksi dari kekurangan yang ada dalam pemodelan Lewis. Hasil dari simulasi Model *Page* menjelaskan kesesuaian dalam pengeringan produk pertanian dibanding dari model pengeringan lain dimana perpindahan uap air secara difusi lebih sulit secara teoritis yang memerlukan waktu komputasi dalam proses pengolahan data (Hani, 2012).

## 2.6. Faktor Pengeringan

Selama proses pengeringan, baik dijemur di bawah sinar matahari maupun dengan alat pengering buatan, perlu diperhatikan supaya bahan jangan ditumpuk terlalu tinggi. Sebaiknya tumpukan bahan tingginya tidak melebihi 5 cm. Bahan harus sering dibolak-balik untuk menghindari fermentasi yang akan menyebabkan menjadi busuk. Selain itu, perlu diperhatikan juga suhu pengeringan, kelembaban udara, aliran udara, waktu pengeringan, dan luas permukaan bahan. Bila keadaan

tersebut diperhatikan dengan baik hasil pengeringannya tidak akan mudah mengalami kerusakan selama dalam penyimpanan (Garavand et.al, 2011).

Irawan (2011) menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan seperti berikut :

a. Luas Permukaan

Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada di bagian tengah akan merembes ke bagian permukaan dan kemudian menguap. Untuk mempercepat pengeringan umumnya bahan yang akan dikeringkan dipotong-potong atau dihaluskan terlebih dulu.

b. Perbedaan Suhu dan Udara Sekitarnya

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan, makin cepat pemindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula penghilangan air dari bahan. Air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Jadi dengan semakin tinggi suhu pengeringan maka proses pengeringan akan semakin cepat. Akan tetapi bila tidak sesuai dengan bahan yang dikeringkan, akibatnya akan terjadi suatu peristiwa yang disebut *case-hardening*, yaitu suatu keadaan dimana bagian luar bahan sudah kering sedangkan bagian dalamnya masih basah.

c. Kecepatan Aliran Udara

Apabila aliran udara di sekitar tempat pengeringan berjalan dengan baik, proses pengeringan akan semakin cepat, yaitu semakin mudah dan semakin cepat uap air terbawa dan teruapkan.

d. Tekanan Udara

Semakin kecil tekanan udara akan semakin besar kemampuan udara untuk mengangkut air selama pengeringan, karena dengan semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara makin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tertampung dan disingkirkan dari bahan. Sebaliknya, jika tekanan udara semakin besar maka udara di sekitar pengeringan akan lembab sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan.

## 2.7. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan yang di sebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan (Safrizal, 2010).

Menurut Brooker *et al.* (1974) bahwa struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air Brooker *et al* yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering digunakan dalam bidang teknik.