

Karakteristik Penurunan Kadar Air dan Perubahan Volume Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) Selama Pengeringan

Riska Amaliah¹, Junaedi Muhidong¹ dan Tahir Sapsal¹
Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRAK

Pola penurunan kadar air pada pengeringan bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) terjadi akibat perbedaan suhu serta bentuk bahan. Penelitian karakteristik penurunan kadar air dan perubahan volume selama pengeringan menggunakan bahan utama berupa bengkoang (*Pachyrhizus erosus*). Proses pengeringan bahan menggunakan alat pengering tipe *batch dryer*, bengkoang dikeringkan dengan menggunakan variasi suhu yaitu 40⁰C, 50⁰C, 60⁰C serta bentuk yaitu bentuk bulat dan kotak. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu, maka akan semakin cepat laju pengeringan baik bahan dengan bentuk bulat ataupun kotak. Sampel dengan suhu 60⁰C (baik bentuk bulat maupun kotak) membutuhkan waktu yang lebih singkat (waktu pengeringan 8 jam) untuk mencapai kadar air kesetimbangan dibandingkan dengan sampel yang menggunakan suhu 40⁰C ataupun 50⁰C. Penelitian ini menggunakan 6 model pengeringan untuk mendeteksi perilaku MR. Enam model yang dimaksud adalah model Newton, model Henderson dan Pabis, model Page, model Modified Page, model hii et al dan model Two Term. Persamaan model Hii et al untuk 3 tingkatan suhu dan dua bentuk sampel yang berbeda menunjukkan nilai R² yang lebih besar dibandingkan dengan 5 persamaan model lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa model Hii et al adalah model terbaik untuk merepresentasikan laju pengeringan dari bengkoang karena memiliki nilai kesesuaian yang besar terhadap karakteristik pengeringan pengeringan bengkoang.

Kata kunci: *Kadar air, Suhu, Pengeringan, Laju Pengeringan Model Hii et al,*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bengkoang merupakan bahan pertanian yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan yang kaya akan karbohidrat, dab bahan baku dalam industri, bengkoang pada bentuk umbi siap panen mengandung 80 – 90% air, 10 – 17% karbohidrat, 1 – 2,5% protein, 0,5 – 1% serat, 0,1 – 0,2% lemak dan vitamin C. Sedangkan pada buah muda bengkoang mengandung 86% air, 10% karbohidrat, 2,6% protein, 0,9% serat, 0,3% lemak dan vitamin C (Choi,2008). Dalam bentuk segar bengkoang mudah rusak akibat faktor mekanis, fisiologis, dan mikrobiologis yang berkaitan dengan kadar air yang tinggi serta tidak tahan lama disimpan karena akan tumbuh tunas setelah masa penyimpanan dengan kondisi suhu tropis dan subtropis yang tidak terkontrol. Bengkoang sebagai komoditi sayuran juga dimanfaatkan dalam bidang industri sebagai bahan dasar olahan

dalam membuat lulu. Sifat mudah rusak pada bengkoang dipengaruhi oleh kadar air dalam bengkoang yang tinggi sekitar 80%. Kandungan air yang tinggi ini dapat menjadi penyebab kerusakan bengkoang pada saat musim panen raya apabila tidak ditangani secara cepat dan benar. Dalam usaha-usaha di bidang pertanian atau secara lebih tegas dalam usaha budidaya tanaman pangan dan tanaman perdagangan, kegiatan penanganan atau pengolahan hasil panen sangatlah penting. Tanpa memperhatikan kegiatan penanganan dan pengolahan tersebut sudah dapat dipastikan usaha pertanian akan mengalami kegagalan atau hasil pertanian yang kurang memuaskan baik dalam kuantitas maupun dalam kualitasnya.

Tujuan utama diadakannya kegiatan pasca panen adalah agar dapat diperoleh hasil pertanian yang baik khususnya bagi petani bengkoang, dalam artian memenuhi harapan atau memuaskan petani penanamnya, baik memuaskan bagi kepentingan pemenuhan

kebutuhan keluarga sendiri, maupun bagi kepentingan pemenuhan kebutuhan umum atau pasar.

Proses pengeringan pada bengkoang dapat menyebabkan penyusutan. Penyusutan merupakan berkurangnya volume, perubahan bentuk, dan dapat mempengaruhi tingkat kekerasan bengkoang. Proses pemanasan dan kehilangan air pada proses pengeringan bengkoang dapat menyebabkan tekanan terhadap struktur sel bengkoang yang ditandai dengan perubahan bentuk dan pengecilan bengkoang. Akibatnya konsumen pasar tidak merasa puas dengan kualitas panen petani.

Penurunan kadar air bengkoang perlu kita ketahui, agar dalam proses pengolahan pasca panenkehilangan banyak air pada kandungan bengkoang dapat ditangani. Sehingga dalam pemanfaatan bengkoang seperti dalam industri pembuatan tepung terigu dapat dimaksimalkan. De Maleo (1994) mengindikasikan bahwa bengkoang sebenarnya merupakan sumber pati dan protein yang cukup potensial, oleh karena itu, industri tepung kaya protein berbasis bengkoang sangat memungkinkan untuk dikembangkan. Oleh karena itu, Penelitian pengeringan lapisan tipis ini perlu dilakukan untuk memperkaya informasi mengenai model pengeringan lapisan tipis khususnya bahan pangan bengkoang.

Tujuan Dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan model yang sesuai dengan karakteristik penurunan kadar air bengkoang (*Pachyrhizus erosus*).

Kegunaan dari penelitian ini adalah menjadi acuan permodelan pengeringan lapisan tipis bengkoang (*Pachyrhizus erosus*).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan maret sampai Mei 2016 . Di Laboratorium *analisisTeacing Industry* Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering lapisan tipis tipe *batch terbuka*, oven *ecocell*, Timbangan Digital, jangka sorong, pisau, gunting, Cutter, Anemometer, rang sampel dan Desikator.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bengkoang, kertas label, plastik kedap udara, dan kantong plastik.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

Persiapan Bahan

1. Menyiapkan bengkoang yang baru dipanen kemudian mengupas kulit bengkoang menggunakan pisau/ cutter,
2. Membersihkan bengkoang yang telah dikupas dengan mencucinya untuk menghilangkan kotorannya,
3. Membuat sampel bengkoangberbentuk kotak menggunakan cetakan yang telah diukur tinggi, dan lebarnya serta lingkaran yang telah diukur tinggi dan diameternya,
4. Meletakkan bahan yang telah dicetak ke dalam rang sampel yang telah diberi kertas label a (kotak) dan b(bulat)

Persiapan Alat

1. Menyiapkan alat pengering lapisan Tipis Tipe *Batch* Terbuka,
2. Menyalakan saklar pada alat pengering, kemudian menunggu selama 30 menit, hingga suhu *inlet* dan suhu *otlet* bernilai sama.
3. Mengatur kecepatan aliran udara dengan mengatur katup pada bagian pipa alat pngering, kemudian mengukur kecepatan aliran udara dengan menggunakan anemometer, hingga kecepatan aliran 1,6 m/s
4. Mengatur suhu pengeringan, yang digunakan adalah 40°C, 50°C, dan 60°C.

Prosedur Pengeringan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menyiapkan rang sampel kemudian memberikan label a(kotak) dan b(bulat),

2. Mengatur suhu pengering yaitu 40°C, kemudian menyalakan heater alat pengering,
3. Mengecek anemometer yang diletakkan pada ruang pengering, dan mengecek suhu keluaran ruang pengering (*inlet*),
4. Menimbang berat rang awal sebelum berisi bahan dengan timbangan digital,
5. Meletakkan sampel bengkoang ke dalam rang kemudian menimbang berat rang dengan bahan dengan menggunakan timbangan digital,
6. Memasukkan rang berisi bahan ke dalam alat pengering lapisan tipis tipe batch terbuka,
7. Mengukur dimensi bahan selang waktu 30 menit, dan menimbang berat bahan selang waktu 30 menit.
8. Menghentikan Pengeringan setelah berat bahan konstan.,
9. Memasukkan bahan yang telah mencapai berat konstan ke dalam oven selama 72 jam pada suhu 105 °C untuk mendapatkan berat kering bahan,
10. Perlakuan ini diulangi kembali untuk variasi suhu 50°C, dan 60°C, dengan kecepatan aliran udara seragam 1,6 m/s.

Parameter Pengamatan

1. Kadar Air meliputi kadar air basis basah (K_{abb} , %) dan kadar air basis kering (K_{abk} , %). Kadar air ditentukan dengan menghitung berat bahan dan berat air yang menguap selama pengeringan, yang dihitung dengan menggunakan persamaan 7.
2. Rasio Kelembaban atau Moisture Ratio (MR). Moisture ratio (MR) ditentukan dengan menghitung nilai kadar air awal bahan, kadar air pada saat t (waktu) dan kadar air saat berat bahan konstan,
3. Model Pengeringan meliputi Model Newton (MR_{Newton}), Model Henderson dan Pabis ($MR_{Henderson \text{ and } Pabis}$), dan Model Page (MR_{Page}), dihitung dengan menggunakan persamaan 1,2,3,4,5, dan 6.
4. Perubahan volume selama pengeringan.

Pengolahan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan satu kecepatan udara dan tiga level suhu. Selama proses pengeringan berlangsung, data pengeringan yang menjadi acuan dalam pengolahan data meliputi data pengukuran selama proses pengeringan setiap interval waktu 30 menit dan pengukuran dimensi setiap 30 menit, elanjutnya dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

1. Kadar Air

Setelah berat kering bahan yaitu berat bahan setelah dimasukkan ke dalam oven diukur, selanjutnya dilakukan perhitungan persentasi kadar air basis basah (K_{abb}) Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan 4 untuk K_{abb} . selanjutnya hasil perhitungan tersebut ditabelkan.

2. Moisture Ratio (MR)

Setelah sebelumnya dilakukan perhitungan untuk menghitung kadar air bahan, selanjutnya dilakukan perhitungan moisture ratio (MR) bahan. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut ditabelkan. Cara menghitung Moisture Rasio atau (MR) menggunakan rumus :

$$MR = \frac{KA (bk) \text{ waktu } (t) - KA \text{ Kesetimbangan}}{KA (bk) \text{ waktu } (t) - KA \text{ Kesetimbangan}}$$

3. Model Pengeringan

Menentukan nilai konstanta k , a , dan n dari setiap bentuk eksponensial model pengeringan lapisan tipis yang diuji. Konstanta tersebut ditentukan dengan menggunakan MS Excel Solver. Solver akan secara otomatis mencari nilai konstanta yang ada pada model pengeringan lapisan tipis yang diuji. Selanjutnya akan diperoleh nilai R^2 . Memilih model nilai R^2 tertinggi sebagai model terbaik yang akan merepresentasikan karakteristik pengeringan lapisan tipis bengkoang. Kenapa menggunakan tiga model karena model newton, page dan henderson dan pabis yang umum digunakan dalam metode pengeringan dan memperbanyak literatur mengenai pengeringan yang menggunakan model

tersebut selain itu ketiga model ini cocok untuk bahan pangan berjenis umbi-umbian.

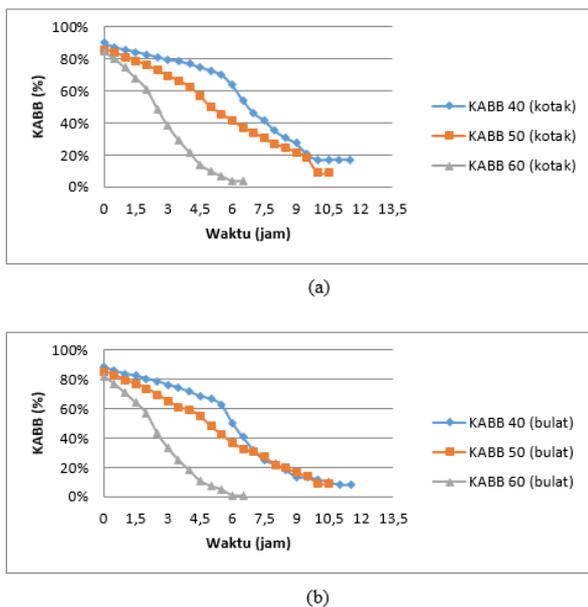
4. Perubahan volume selama pengeringan.

Perhitungan volume sampel dengan cara berat sampel dibagi dengan berat awal. Cara mengukur volume untuk sampel kotak adalah panjang dikali lebar dikali tebal sedangkan untuk sampel bulat adalah luas lingkaran dikali dengan tebal.

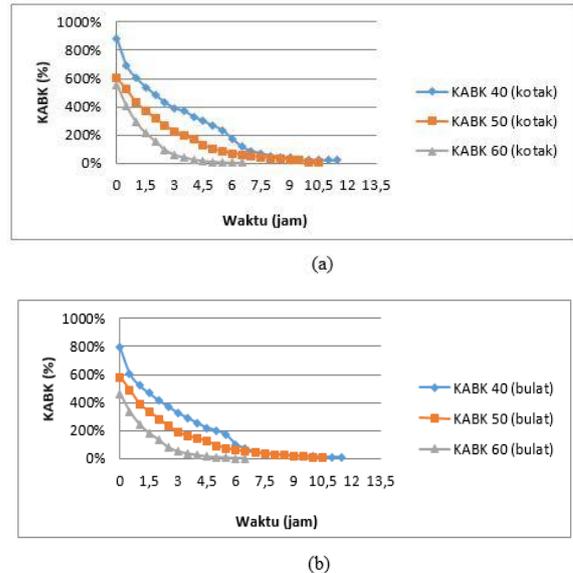
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penurunan Kadar Air

Pengeringan bengkoang dilakukan menggunakan dua bentuk irisan, yaitu (kotak dan bulat), suhu pengeringan 40, 50, dan 60°C dengan kecepatan udara pengering (1,5 m/s). Kadar air awal bengkoang sekitar 80%, diperoleh pola penurunan kadar air (basis basah) dan penurunan kadar air (basis kering) seperti disajikan pada gambar 2 (a dan b) dan gambar 3 (a dan b).



Gambar 2. Pola Penurunan KA-bb Selama Proses Pengeringan(a) kotak (b) bulat Pada Level Kecepatan Udara 1,5 m/s.

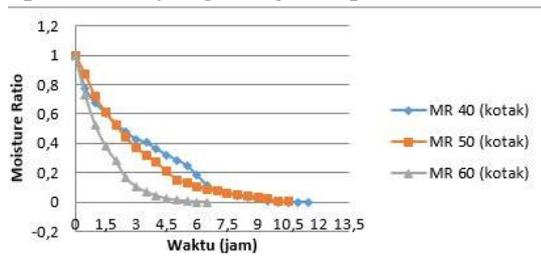


Gambar 3. Perbandingan Kadar Air Basis Kering pada (a) Kotak (b) Bulat Pada Level Kecepatan Udara Pengeringan 1,5 m/s.

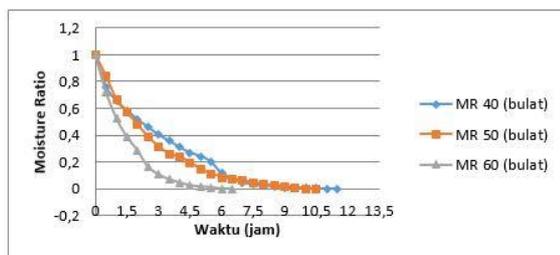
Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, maka semakin cepat laju pengeringan pada bengkoang bentuk kotak maupun bengkoang bentuk bulat. Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Oleh karena itu, bengkoang yang dikeringkan pada suhu 60°C penurunan kadar airnya lebih cepat dibandingkan dengan bengkoang yang dikeringkan pada suhu 40, dan 50 °C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu pengeringan mempengaruhi laju penurunan kadar air bahan dimana suhu udara pengering yang lebih tinggi akan cenderung mempercepat proses pengeringan bahan pangan menuju kadar air kesetimbangan. Hal lain yang mempengaruhi proses penurunan kadar air ialah luas permukaan, sesuai dengan Ahmadi (2009) bahwa bengkoang yang diiris dan dibentuk menjadi kotak dan bulat memungkinkan air lebih mudah berdifusi, dan menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas pada luas permukaan bahan.

Pola Penurunan Moisture Ratio (MR)

Nilai *Moisture Ratio* (MR) memiliki peranan sangat penting. Dari proses pengeringan yang telah dilakukan tidak hanya akan menunjukkan laju dari kadar air bengkang, tetapi juga memperlihatkan penurunan nilai dari *Moisture Ratio* (MR) yang di tunjukkan pada gambar 4 (a dan b). *Moisture Ratio* (MR) yang dihitung dengan menggunakan persamaan bentuk eksponensial yang disajikan pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Pola MR Selama Proses Pengeringan Untuk (a) Kotak Dan (b) Bulat Pada Level Kecepatan Udara Pengeringan 1,5 m/s.

Gambar 4 menunjukkan bahwa pola penurunan MR sejalan dengan pola penurunan kadar air basis kering (KA-bk) pada gambar 3 (a dan b). Hal ini terjadi karena MR dihitung dari perubahan KA-bk. Pola MR ini selanjutnya digunakan untuk menentukan model pengeringan lapisan tipis terbaik untuk kotak dan bulat.

Model Pengeringan

Pada penelitian ini telah digunakan enam jenis model pengeringan bengkang untuk mendeteksi perilaku MR yang terdapat pada Gambar 3 di atas. Keenam model yang dimaksud adalah model Newton, model Henderson dan Pabis, dan model Page, model Modified Page, model hii et all, model Two Term seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar model pengeringan lapisan tipis yang diuji.

Model	Bentuk eksponensial
Newton	$MR = \exp(-kt)$
Henderson & Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
Page	$MR = \exp(-kt^n)$
Modified Page	$MR = \exp(-(at)^b)$
Hii Et All	$MR = a \cdot \exp(-bt^k) + d \cdot \exp(-et^k)$
Two Term	$MR = a \cdot \exp(-bt) + k \cdot \exp(-dt)$

Sumber: Muhidong, 2013.

Daftar model pada tabel 4 merupakan model pengeringan lapisan tipis yang sering digunakan untuk pengeringan bahan pertanian berupa umbi-umbian, sesuai dengan Kashaninejad (2007) menjelaskan model matematika *Newton*, *Henderson pabis*, *Page*, dan *Modified Page*. Digunakan untuk menggambarkan pengeringan gandum, jagung, kacang mete, umbi-umbian dan biji-bijian sereal lainnya. Selain itu terkait pada kurva peengeringannya keempat model ini cenderung meningkat pada tahap awal dan konstan menurun pada tahap selanjutnya, sedangkan model pengeringan *Hii et al* dan *Model Two Term* sesuai dengan Dennis (2016), Hii Et al merupakan kombinasi model *Page* dan *Two Term* dimana model pengeringan ini sering digunakan untuk pengeringan biji coklat, biji-bijian, wortel, dan umbi-umbian, sedangkan untuk model *Two Term* lebih memudahkan untuk menentukan karakteristik pengeringan ciri dari model ini ialah kurva pengeringan berupa garis lurus linear hingga berada pada titik konstan (*steady state*). Maka nilai konstanta k , a , b , d , e , dan n ditentukan dengan menggunakan MS Excel Solver. Analisisnya didasarkan pada usaha untuk meminimalkan total kuadrat dari selisih antara MRprediksi dan MRpengamatan. Untuk analisis ini, Solver mencari nilai konstanta bentuk ekponensial yang ada pada model terkait sehingga total kuadrat selisih

minimal. Nilai konstanta untuk masing-masing model yang diuji disajikan pada Tabel 4 berikut

model kotak	konstanta						r ²
	a	b	d	e	K	n	
Suhu 40°C							
newton					0,3033		0,9739
henderson	0,9638				0,2927		0,97649
page					0,3027	1,0012	0,9739
modified page					0,3031	1,0012	0,9739
hii et al	0,7	0,2	0,1	0,2	1,1		1,0
two term	0,5	0,293	0,293		0,1		0,9765
Suhu 50°C							
newton					0,3464		0,9979
henderson					0,3556		0,9973
page					0,3035	1,1039	0,9986
modified page					0,3395	1,1039	0,9986
hii et al	0,4963	0,2969	0,4963	0,1	1,1149		0,9987
two term	0,5137	0,3556	0,3556		0,5137		0,9973
Suhu 60°C							
newton					0,5024		0,9907
henderson	1,0185				0,6962		0,9972
page					0,6364	1,1173	0,9987
modified page					0,6673	1,1173	0,9987
hii et al	0,4963	0,6278	0,4963	0,6278	1,1272		0,9987
two term	0,5092	0,6962	0,6962		0,5092		0,9973

Sumber: Data primer setelah diolah, 2016

Tabel 5 Hasil Analisis Model Persamaan Bengoang (bulat)

model kotak	konstanta						r ²
	a	b	d	e	K	n	
40°C							
Newton					0,3346		0,9799
Henderson	0,9658				0,3237		0,9819
Page					0,3351	0,9989	0,9799
Modified page					0,3348	0,9989	0,9799
Hii et al	0,3523	2,0507	0,6137	0,0399	0,1		0,9944661
Two term	0,6421	0,3237	0,3237		0,1		0,9819
50°C							
Newton					0,3848		0,9985
Henderson	1,0092				0,3882		0,9984
Page					0,3667	1,0405	0,9985
Modified Page					0,3813	1,0406	0,9985
hii et al	0,4972	0,3615	0,4972	0,3615	1,0477		0,9985
two term	0,5046	0,3882	0,3882		0,5046		0,9984
60°C							
newton					0,6801		0,9974
Henderson	1,0163				0,6902		0,9970
Page					0,6346	1,1097	0,9983
Modified page					0,6638	1,1097	0,9983
hii et al	0,4957	0,6246	0,4957	0,6246	1,1213		0,9983
two term	0,5082	0,6903	0,6903		0,5082		0,9970

Sumber: Data primer setelah diolah, 2016

Tabel 4 dan 5 di atas menunjukkan persamaan model Hii et all untuk level kecepatan udara pengering 1,5 m/s dengan suhu pengering 40, 50, dan 60°C menunjukkan nilai R² yang lebih besar dibandingkan dengan kelima persamaan model lainnya yaitu model Newton, Henderson-Pabis, Page, Modified Page, dan Two Term. Hal ini menunjukkan bahwa model Hii et al adalah model terbaik untuk merepresentasikan karena memiliki nilai kesesuaian yang besar terhadap karakteristik pengeringan lapisan tipis

bengoang bentuk kotak dan bulat. Dimana *MR Hii Et Al* merupakan rasio kelembaban (*moistureratio*) dari model *Hii Et Al*, a,b,d,e, dan *k* merupakan konstanta pengeringan serta *t* merupakan waktu pengeringan (jam). *Model Hii Et Al* telah digunakan untuk model pengeringan lapisan tipis untuk berbagai produk pertanian diantaranya model ini digunakan untuk model pengeringan jagung, gandum, beras kasar, kacang, wortel dan umbi-umbian Konstanta pengeringan (a,b,d,e, dan k) pada bengoangkotak dan bulat dapat dilihat pada table berikut:

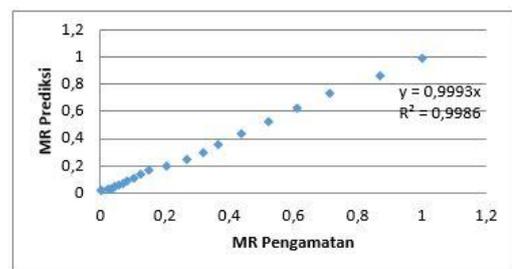
Tabel 6. Konstanta pengeringan bengoang kotak dan bengoang bulat model Hii et all

perlakuan	suhu	konstanta					R ²
		a	b	d	e	k	
bengoang kotak v = 1,5 m/s	40	0,6924	0,2258	0,1	0,2258	1,1402	0,9774
	50	0,4963	0,2970	0,6903	0,1	1,1149	0,9987
	60	0,4963	0,6279	0,4963	0,6278	1,1273	0,9987
bengoang bulat v = 1,5 m/s	40	0,3523	2,0507	0,6137	0,0399	0,1	0,9945
	50	0,4972	0,3615	0,4972	0,3615	0,5046	0,9985
	60	0,4957	0,6246	0,4957	0,6246	0,5082	0,9983

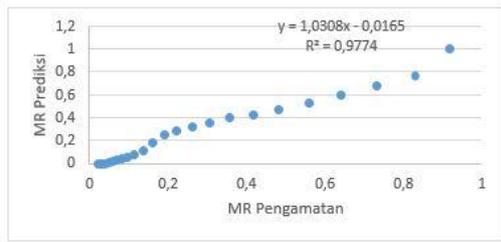
Sumber: Data primer setelah diolah, 2016.

Hubungan Antara Data Hasil Pengamatan Dengan Prediksi Model Hii et all

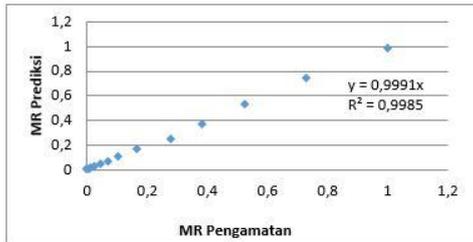
Berdasarkan nilai konstanta a,b,d,e, dan k dari Tabel 6, prediksi nilai MR dihitung untuk setiap kecepatan udara (1.5 m/s) dan jenis bengoang (bengoang kotak dan bengoang bulat). Selanjutnya, hasil MR prediksi yang diperoleh digambarkan bersama nilai MR hasil pengamatan. Grafik ini dapat dilihat pada Gambar 4 (a,b, dan c) untuk bengoangkotak dan Gambar 5 (a,b, dan c) bengoang bulat. Grafik tersebut menunjukkan selisih antara nilai prediksi model Hii et all dengan hasil pengamatan yang kecil sebagaimana ditunjukkan dengan nilai "slope" yang mendekati 1.0 dan R² yang juga mendekati 1.0.



(a)

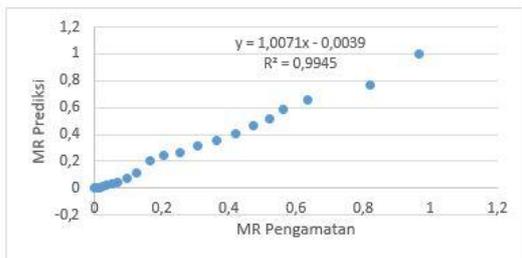


(b)

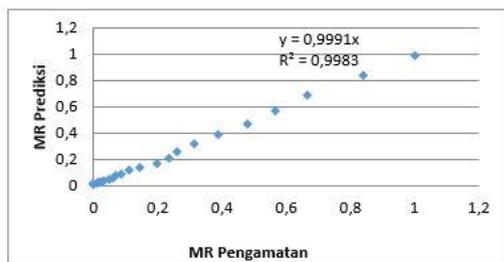


(c)

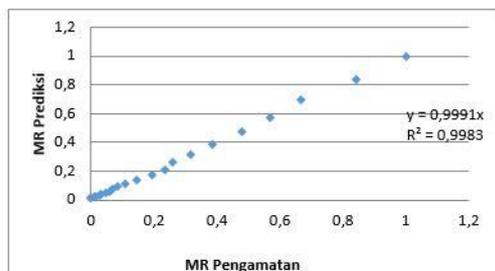
Grafik 4. hubungan model Hii Et all MR Prediksi dengan MR pengamatan bengkang kotak pada suhu (a) 40°C (b) 50°C dan (c) 60°C kecepatan udara 1.5 m/s.



(a)



(b)



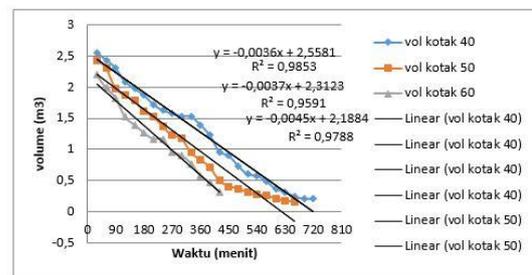
(c)

Gambar 5. Grafik hubungan model Hii Et all MR Prediksi dengan MR pengamatan

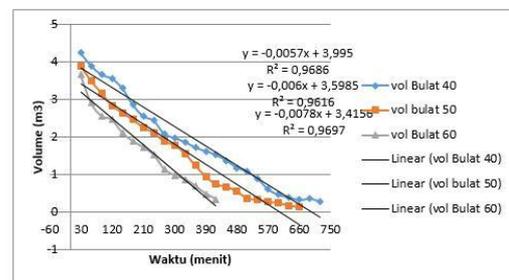
bengkoang Bulat pada suhu (c) 60°C (b) 50°C dan (a) 40°C kecepatan udara 1.5 m/s.

Pola Perubahan Volume Pada Saat Pengeringan

Hasil pengamatan terhadap perubahan volume menunjukkan bahwa perlakuan suhu pengeringan 40, 50, dan 60°C dan kecepatan udara 1.5 m/s memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan volume bengkang seperti disajikan pada gambar 6 (a dan b) dan tabel 7. Kedua gambar ini juga mengindikasikan bahwa pola penurunan volume mengikuti pola eksponensial seperti pola penurunan kadar air pada saat pengeringan.



(a)



(b)

Gambar 6. Pola penurunan volume selama proses pengeringan (a) untuk bengkang kotak (b) untuk bengkang bulat pada level kecepatan udara pengeringan 1,5 m/s.

Tabel 7. Hasil Analisis Penyusutan Volume Bengkoang Selama Pengeringan

Bentuk	Suhu (°C)	A	B	R ²
Kotak	40	-0,0036	2,5581	0,9853
	50	-0,0037	2,3123	0,9591
	60	-0,0045	2,1884	0,9788
Bulat	40	-0,0057	3,995	0,9686
	50	-0,006	3,5985	0,9616
	60	-0,0078	3,4156	0,9697

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, maka semakin cepat volume laju pengeringan pada bengkang

kotak maupun bengkoang bulat. Laju pengeringan yang cepat dapat terjadi jika udara pengering memiliki kecepatan aliran udara yang lebih seragam, oleh karena itu pengeringan bengkoang ini menggunakan kecepatan aliran udara 1,5 m/s pada pengeringan suhu 40,50, dan 60°C dengan volume awal bengkoang pengeringan yang seragam dan laju aliran udara yang lebih besar sehingga memiliki kekuatan yang lebih besar pula untuk menembus lapisan bahan hal ini sesuai dengan (Widyotomo, 2005). Untuk pengeringan lapisan tipis umbi-umbian sejenis bengkoang umumnya menggunakan kecepatan aliran udara antara 0.25 – 2.0 m/s. Selain itu, gambar diatas menunjukkan bahwa bengkoang dengan suhu udara pengeringan berbeda dengan kecepatan udara pengering seragam yaitu 1.5 m/s memiliki waktu pengeringan yang berbeda-beda. Suhu 40°C membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (mencapai sekitar 11 jam) untuk mencapai kadar air kesetimbangan dibandingkan dengan bengkoang dengan suhu 50 °C (mencapai sekitar 10 jam) sedangkan suhu 60 °C membutuhkan waktu yang lebih sedikit (mencapai sekitar 8 jam) Hal lainnya yang ditunjukkan oleh gambar diatas adalah penurunan volume bengkoang bulat cenderung lebih cepat konstan dibandingkan dengan bengkoang kotak. Pada grafik tersebut, dapat dilihat pada suhu pengeringan 50°C lebih cepat penurunan volume dibanding dengan suhu pengeringan 40°C. Walaupun demikian, konsistensi perilaku data penurunan volume sepanjang waktu pengeringan tidak sebaik konsistensi data penurunan kadar air. Hal ini terutama dapat dilihat pada perlakuan bengkoang bentuk bulat dengan suhu 40°C dan 50°C pada kecepatan udara 1.5 m/s penyusutan dan kadar air sejalan dan berbanding lurus. Dapat dilihat pada gambar bahwa suhu pengeringan berpengaruh dengan pengeringan begitu pun dengan kecepatan udara memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses pengeringan.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa ;

1. Model yang sesuai dengan penelitian ini adalah model Hii Et All karena nilai R^2 mendekati 1 untuk bentuk kotak dan bulat.
2. Pola penyusutan volume bahan berbanding lurus dengan lama pengeringan untuk bentuk kotak dan bulat.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya digunakan lebih banyak bentuk bahan pada proses pengeringan sehingga didapatkan model pengeringan yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D.B.F.W. Bakker-arkema, and C. W. Hall. 1974. *Drying Cereal Grains*. Avi Publishing Company Inc. West Port, Connecticut.
- Chooi, O. H. 2008. *Vegetables for Health and Healing*. Utusan Publications & Distributors Sdn Bhd, Kuala Lumpur.
- Chukwunonye Dennis C, Nwakuba RN, Okafor VC, Nwajinka CO, 2016. Thin Layer Drying Modeling For Some Selected Nigerian Produce Vol 3 No 1 PP 1-15, Departement Of Agriculture And Bioresource Engineering : Nigeria.
- de Melo E.P., N. Krieger, and T.L.M. Stamford. 1994. *Physicochemical properties of Jacatup e (Pachyrhizus erosus L. Urban) starch*. Starch 46: 245–247.
- Diswandi, Nurba. 2010. *Analisis Distribusi Suhu, Aliran Udara, RH dan Kadar Air dalam In-Store Dryer (ISD) untuk Biji Jagung*. Institut Pertanian Bogor.
- Estiasih, Teti dan Kgs Ahmadi, 2009.

- Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara. Malang
- Hall, C. W. 1957. *Drying and Storage of Agriculture Crops*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Hariati, Isni., B. T, Chairun. N dan Barus, Asil. 2012. *Tanggap pertumbuhan dan produksi bengkoang terhadap beberapa dosis pupuk kalium dan jarak tanam*. Jurnal Online Agroekoteknologi, 1(1), 99 – 108.
- Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. 3rd ed. The AVI Publ. Co., Inc, Westport, Connecticut, USA.
- Istadi, Sumardiono, dan Anas. 2002. *Penentuan Konstanta Pengerinan dalam Sistem Pengerinan Lapis Tipis (Thin Layer Drying)*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia. Inovasi Produk Berkelanjutan, Hotel Sahid Jaya Jakarta.
- 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. 78, Page 98-108.
- Lingga, L. 2010. *Cerdas Memilih Sayuran*. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Mayor, L. and A.M. Sereno, 2004. *Modeling shrinkage during convective drying of food materials: A review*. J. Food Eng., 61: 373-386.
- Muhidong J, Mursalim and Rahman A, 2013. *The Effect Of Air Flow Rate on Single Layer Drying Characteristics Of Arabica Coffee* : Departement Of Agriculture Engineering Hasanuddin University South Sulawesi. Indonesia.
- Obin, Rahmawan. 2001. *Pengerinan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Direktorat Pendidikan Kejuaraan. Jakarta.
- Shei, H. J and Y. L. Chen. 1999. *Thin Layer Models for Intermittent Drying of Rough Rice*. American Association of Cereal Chemists, Inc. Vol. 76, No. 4, Page 577-581.
- Sodha S.M, Narendra K.B, Ashvini K,K. Pradeed Bansal and Malik, M.A S., 1987. *Solar Crop Drying*. Volume I CRC Press, Florida.
- Sorensen, K. V. 1996. *Underutilized and Underexploited Horticultural Crops*, Volume 4. New India Publishing Agency, New Delhi.
- Taib, G., Gumbira Said, dan S. Wiraatmadja. 1988. *Operasi Pengerinan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Thahir, R. 1986. *Mesin-mesin Pengolahan Hasil Pertanian. Makalah Pada Latihan Rekayasa Alat Pasca Panen dan Pengolahan Hasil Tanaman Industri*, tanggal 25 Januari-15 Maret 1991 Puslitbangtri. Bogor
- Widyotomo, S. dan Sri Mulato. 2005. *Penentuan Karakteristik Pengerinan Kopi Robusta Lapis Tebal. Study of Drying Characteristic Robusta Coffe with Thick Layer Drying Method*. Buletin Ilmiah INSTIPER Vol.12, No. 1, Page 15-37.
- Yadollahinia, A.R., M. Omid and S. Rafiee. 2008. *Design and Fabrication of Experimental Dryer for Studying Agricultural Products*. Int. J. Agri. Bio., Vol. 10, Page 61-6