



**JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN**

**ISSN : 2085-2614**

**JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>**



### **Analisis Sebaran Kadar Air Jagung Selama Proses Pengeringan dalam *In-Store Dryer* (ISD)**

**Diswandi Nurba<sup>1\*)</sup>, Dyah Wulandani<sup>2)</sup>, Y. Aris Purwanto<sup>2)</sup>, Raffi Paramawati<sup>3)</sup>, Leopold O. Nelwan<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

<sup>3)</sup>Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

\*Email: [diswandinurba@unsyiah.ac.id](mailto:diswandinurba@unsyiah.ac.id)

#### **Abstrak**

In-Store Dryer (ISD) umumnya digunakan pada proses pengeringan biji-bijian tahap kedua. Sistem pengeringan dan penyimpanan pada ISD memanfaatkan suhu udara lingkungan. Suhu, Aliran udara dan RH merupakan parameter kunci selama proses pengeringan menggunakan ISD. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Sebaran kadar air di dalam ISD selama proses pengeringan. Proses pengeringan tumpukan digunakan untuk menganalisis sebaran kadar air. Kapasitas ISD yang digunakan dalam penelitian ini adalah 7500 kg jagung, dengan dimensi tinggi 3,5 m dan diameter 2,5 m. ISD memiliki 13 pipa aerasi aliran udara, terdiri dari 9 pipa input dan 4 pipa output. Keseluruhan dinding ISD diasumsikan dalam kondisi adiabatik. Validasi kadar air antara simulasi dan pengukuran dilakukan pada kapasitas ISD 1500 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simulasi pengeringan tumpukan pada lapisan 10 dan 40 memiliki koefisien korelasi 0,90 dan 0,35 di musim hujan, 0,88 dan 0,84 pada musim kemarau.

**Kata kunci:** ISD, simulasi, sebaran kadar air.

### **Analysis of Corn Water Content Distribution during Drying Process inside *In-Store Dryer* (ISD)**

**Diswandi Nurba<sup>1\*)</sup>, Dyah Wulandani<sup>2)</sup>, Y. Aris Purwanto<sup>2)</sup>, Raffi Paramawati<sup>3)</sup>, Leopold O. Nelwan<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup>Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University

<sup>2)</sup>Department of Mechanical Engineering and Biosystem, Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agricultural University

<sup>3)</sup>Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development

\*Email: [diswandinurba@unsyiah.ac.id](mailto:diswandinurba@unsyiah.ac.id)

#### **Abstract**

In-Store Dryer (ISD) is commonly used as second step in drying process of grains. ISD is usually utilized ambient temperature and consist of dryer and storage system. Temperature, air flow and RH are key parameters during drying process using ISD. The objective of this study were to analyze the distribution of water content inside ISD during drying process. Deep bed drying process was used to analyze the distribution of water content. The capacity of ISD used in this study was 7500 kg of corn, with dimensions of 3.5 m in high and 2.5 m in diameter. ISD have 13 aeration pipes of air flow, consist of 9 input pipes and 4 output pipes. All walls of ISD

were assumed to be in condition of adiabatic. Validation of water content that simulation with the measurement has been done at capacity of ISD were 1500 kg. The result showed that Deep bed drying simulation of water content at Layer 10 and 40 have coefficient of correlation of 0.90 and 0.35 in rainy season, 0.88 and 0.84 in dry season.

**Key words:** ISD, simulation, distribution of water content

## PENDAHULUAN

Gagasan yang mutakhir mengenai proses penyimpanan yang disatukan dengan pengeringan (*Drying and Storage System*) telah banyak dilakukan dengan berbagai bentuk bangunan maupun metode pengeringan dan penyimpanannya. Di beberapa negara ASEAN yang beriklim tropis dan sub-tropis, telah berkembang penelitian serta percobaan untuk mengetahui sejauh mana sistem penyatuan proses pengeringan dan penyimpanan dapat mengurangi susut bahan pascapanen.

Metode yang digunakan pada ISD umumnya menggunakan udara lingkungan yang dihembuskan melalui tumpukan biji-bijian yang akan dikeringkan. Laju pengeringan tidak terlalu tinggi, namun dengan bertahannya kualitas produk maka pengering ini juga berfungsi sebagai penyimpan. Dengan metode ini, penggunaan pemanas yang membutuhkan perawatan serta biaya operasi lebih tinggi dapat direduksi, selain itu juga dapat dilakukan penghematan energi secara signifikan karena rendahnya kebutuhan energi termal pada operasi, yang biasanya membutuhkan energi cukup tinggi untuk memanaskan udara.

Penggunaan udara lingkungan tanpa pemanasan sebagai udara pengering telah diuji di Korea selama empat tahun (Kim *et al.* 1989). Kondisi udara lingkungan yang digunakan mempunyai suhu udara rata-rata 12,8 – 18,6°C dengan RH rata-rata berkisar antara 63,3 – 72,0%. Dengan kondisi tersebut sebanyak 2500 - 3000 kg gabah dapat dikeringkan dari kadar air awal 17,2 – 21,9% sampai kadar air akhir 13,2 -14,6%.

Untuk melihat perubahan kadar air bijian di dalam ISD dapat dilakukan dengan menggunakan model-model matematik yang telah berkembang. Brooker *et al.* (1992) mengemukakan bahwa suatu model pengeringan lapisan tebal diturunkan berdasarkan keseimbangan panas dan massa. Menurut Sharp (1982) dalam Napitupulu (1993), ada beberapa model pengeringan lapis tebal yang dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi pengeringan tumpukan diantaranya adalah: model keseimbangan, model logaritmik dan model persamaan differensial parsial. Nugroho (1986) mengemukakan bahwa hasil simulasi yang didapatkan dengan model differensial parsial lebih mendekati hasil percobaan dibandingkan dengan model keseimbangan.

Bala (1997), mengemukakan beberapa asumsi untuk penurunan persamaan *deep bed drying*, antara lain: a) aliran udara satu dimensi, b) tidak ada kehilangan panas tegak lurus aliran udara, c) kehilangan panas konduksi di dalam bak diabaikan, d) panas spesifik bijian kering, moisture dan udara constant, e) panas laten penguapan dipengaruhi oleh moisture content, f) penyusutan bijian di dalam bak dipengaruhi oleh moisture content, g) *bulk density* bijian dipengaruhi oleh penyusutan, h) kontribusi ( $dH/dt$ ) dan ( $dT_a/dt$ ) diabaikan.

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, Bala (1997) menurunkan persamaan model matematis diferensial parsial tipe bak, meliputi :

a) persamaan keseimbangan massa

$$H_4 = H_2 - \frac{\rho d}{G_a} \left( \frac{\Delta M}{\Delta t} \right) \Delta z \dots\dots\dots(1)$$

b) persamaan laju pengeringan,

$$M_2 = M_1 - (M_1 - M_e) k u (t_{eq} + \Delta t)^{u-1} \Delta t \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$$t_{eq} = \left[ -\ln \left( \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \right) / k \right]^{1/u}$$

c) persamaan keseimbangan panas

$$T_{a4} = T_{a2} e^{P \Delta z} + T_g - (1 - e^{P \Delta z}) \dots\dots\dots(3)$$

d) persamaan laju perpindahan panas

$$T_{g2} = T_{g1} e^{P' \Delta t} + (P' T_a - Q)(1 - e^{P' \Delta t}) / P' \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

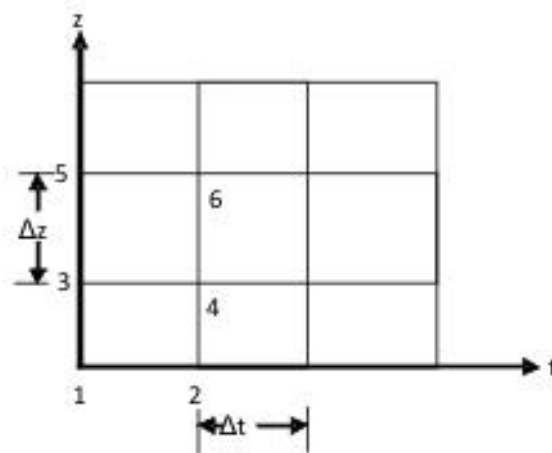
$$P' = -h_{cv} / \rho d (C_{pg} + C_{pl} M)$$

Keterangan simbol :

- $C_{pa}$  : panas jenis udara kering (J/kg<sup>o</sup>K)
- $C_{pg}$  : panas jenis bijian (J/kg<sup>o</sup>K)
- $C_{pl}$  : panas jenis air pada bijian (J/kg<sup>o</sup>K)
- $C_{pw}$  : panas jenis uap air (J/kg<sup>o</sup>K)
- $C_v$  : kalor molekul (K)
- $G_a$  : laju aliran massa udara (kg/mnt m<sup>2</sup>)
- $H$  : kelembaban mutlak (kg/kg)
- $h_{cv}$  : coefisien panas volumetric air (kJ/mnt-m<sup>3</sup>-K)
- $H_{fg}$  : panas laten penguapan (kJ/kg)
- $k$  : konstanta pengeringan (dalam mnt<sup>-1</sup>)
- $L_a$  : panas laten penguapan air (kJ/kg)
- $L_g$  : panas laten penguapan dari bijian (kJ/kg)

$M$	: kadar air bijian basis kering (% b.k)
$Me$	: kadar air keseimbangan (% b.k)
$t$	: waktu (mnt)
$T$	: suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_a$	: suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_g$	: Suhu bijian ( $^{\circ}\text{C}$ )
$\rho_d$	: massa jenis bijian ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Persamaan-persamaan tersebut diselesaikan berdasarkan *gridfinite different* pada Gambar 1.



Gambar 1. *Gridfinite different* untuk persamaan *deep bed drying*

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan kadar air bijian selama proses pengeringan di dalam *In-Store Dryer* (ISD) dan mendapatkan nilai simulasi menggunakan model pengeringan tumpukan serta melakukan validasinya dengan data pengukuran pada ISD lapangan..

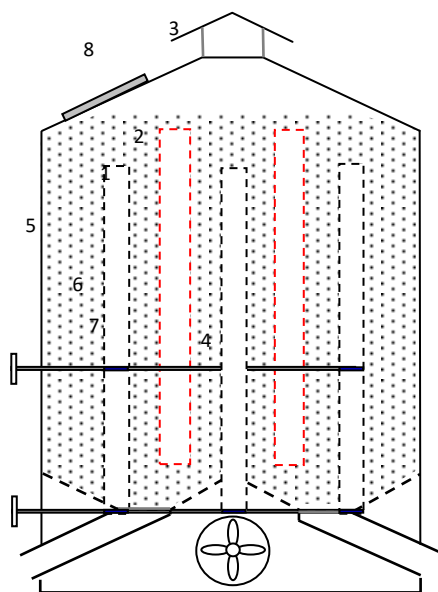
## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3000 kg jagung curah dengan kadar air 18% setelah melalui proses pengeringan dengan laju tinggi pada pengering ERK-hybrid. Sementara peralatannya yaitu: Bangunan ISD, termokopel (CA), *Hybrid recorder* HR-2500E, *Chino recorder*, *anemometer* merek Kanomax Model A541, *Moisture tester*, *Oven drying*, termometer (bola basah dan bola kering), Timbangan digital Tipe EK-1200 A, Kain kasa untuk bola basah, kawat kasa, botol kaca 140 ml, jangka sorong, mistar ukur, *computer* dengan *software Visual Basic 6.0*

Bangunan ISD yang digunakan adalah suatu bangunan silo yang berbentuk silinder untuk kapasitas penyimpanan 7500 kg jagung curah, dengan ukuran tinggi 3,50 m dan diameter 2,50 m. Seluruh dinding terbuat dari plat *esser* yang dilapisi galvanis dengan ketebalan 0,002 m, yang diperkuat oleh rangka dari pipa-pipa besi. Dinding terdiri dari dua lapisan, yaitu bagian luar dan dalam. Diantara kedua lapisan dinding tersebut diisi dengan busa *glasswool* sebagai insulator agar pemanasan oleh radiasi matahari tidak mempengaruhi kondisi dalam bangunan ini, sehingga dinding dalam kondisi adiabatik. Pada bagian atas bangunan ini terdapat lubang sebagai *output* udara dan juga untuk lubang *loading* bahan dengan diameter bukaan 0,60 m.

Bagian dalam bangunan ISD ini dilengkapi dengan 13 buah pipa penyalur udara dengan posisi yang diatur untuk meratakan distribusi aliran udara di dalam ISD. Pipa-pipa tersebut terbuat dari plat *esser* berpori (diameter pori 0,004 m) yang digalvanis dengan ketebalan 0,002 m, pipa-pipa ini menurut fungsinya terdiri dari dua jenis; yaitu pipa *input* dan pipa *output*. Pipa *input* berjumlah 9 pipa dengan diameter 0,15 m dan tingginya 0,22 m dari lantai ISD. Pipa *input* ini berhubungan langsung dengan lantai pengering, ujung pipa bagian bawah merupakan bukaan sebagai *input* udara dari ruang *plenum*. Sementara pipa *output* berjumlah 4 pipa dengan diameter 0,20 m dan tingginya 2,0 m, pipa *output* ini ditempatkan dalam posisi tidak berhubungan langsung dengan lantai ISD, sehingga pipa ini dianggap sebagai pipa melayang dengan jarak 0,30 m di atas lantai ISD. Gambar 2 menunjukkan skema bangunan ISD.



Keterangan :

- 1 Saluran *inlet*
- 2 Saluran *outlet*
- 3 *Outlet* udara ISD
- 4 Kipas ISD
- 5 Katup penutup
- 6 Lantai pengering berlubang
- 7 Saluran *outlet* biji-bijian
- 8 Pintu kontrol

Gambar 2. Skema Bangunan ISD

Lantai ISD berbentuk *plenum* yang dilengkapi dengan lubang *unloading* bahan. Lantai terbuat dari plat *esser* berpori (diameter pori 0,004 m) yang digalvanis, dengan ukuran sesuai dengan ukuran bangunan ISD yaitu diameter atas 2,50 m, sementara tinggi *plenum* ini 0,20 m. Pada bagian bawah *plenum* terdapat dua buah lubang berbentuk persegi berukuran 0,32 m x 0,20 m yang berfungsi untuk *unloading* bahan setelah selesai proses pengeringan dan penyimpanan.

Pada bagian bawah ISD, di bawah lantai terdapat kipas *axial* berukuran 15” sebagai pendistribusi udara, kipas ini digerakkan oleh motor dengan daya 2 hp (1.5 kW) sebagai penghembus udara lingkungan kedalam sistem ISD untuk proses pengeringan dengan laju rendah.

## Metode

### Simulasi Pengeringan Tumpukan

Simulasi pengeringan tumpukan jagung yang dibuat dalam program komputer *Visual Basic 6.0*, untuk menyelesaikan persamaan-persamaan secara simultan, yaitu Persamaan 1, 2, 3 dan 4 (Bala 1997). Diagram alir proses simulasi pengeringan tumpukan dapat dilihat pada Gambar 3. Simulasi dilakukan dengan dua kondisi yaitu:

1. Simulasi 1: untuk kondisi proses pengeringan pada musim hujan, dilakukan dengan ketebalan tumpukan 2,50 m, dengan kadar air awal jagung 18% b.k, suhu biji jagung 29,5 °C, suhu udara masuk 31 °C dengan RH 73% dan laju massa udara 12,7 kg/mnt-m<sup>2</sup>.
2. Simulasi 2: untuk kondisi proses pengeringan pada musim kemarau, dilakukan dengan ketinggian tumpukan 2,50 m, dengan kadar air awal jagung 18% b.k, suhu biji jagung 29,5 °C, suhu udara masuk 33 °C dengan RH 59,8% dan laju massa udara 12,7 kg/mnt-m<sup>2</sup>.

### Percobaan Pengeringan Jagung

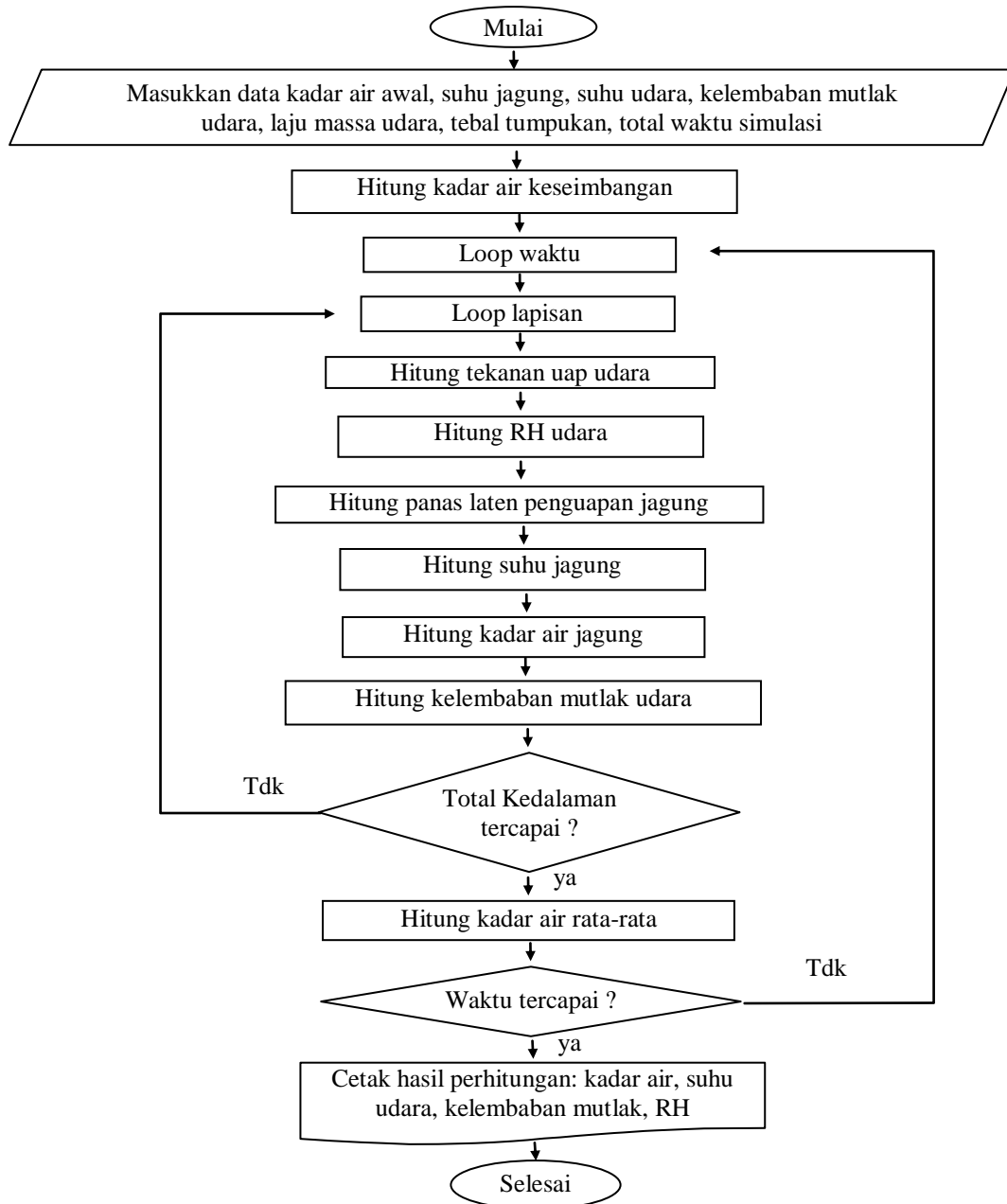
Pengeringan dilakukan dalam 2 kali percobaan untuk waktu yang berbeda yaitu :

1. Percobaan 1 : dilakukan pada musim hujan, yaitu pada bulan Nopember dengan massa jagung 1500 kg dan ketebalan tumpukan jagung 0.5 m.
2. Percobaan 2 : dilakukan pada awal musim kemarau, yaitu pada bulan Mei dengan massa jagung 1500 kg dan ketebalan tumpukan jagung 0.5 m.

### Pengukuran Kadar Air Bahan

Kadar air bahan diukur dengan menggunakan moisture tester dan oven drying. Metode pengukuran kadar air dengan oven drying adalah berdasarkan metode primer (Henderson &

Perry, 1976). Pengambilan sampel ukur dilakukan pada 6 titik pada garis tengah diameter ISD, koordinat lokasi titik-titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1. Pengukuran dilakukan setiap 2 jam, selama masa pengeringan.



Gambar 3. Diagram alir proses simulasi pengeringan tumpukan

### Validasi Model Simulasi

Validasi dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dan hasil simulasi yang didapat, pada titik-titik dan lokasi tertentu. Kriteria hasil validasi dianalisis dengan metode *curve-fitting* dan standar deviasi. Sementara besarnya *error* dalam validasi dihitung dengan menggunakan persamaan *mean absolute error (MAE)* berikut:

$$= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Qc_i - Qo_i| \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$Qc$  : Nilai hasil simulasi

$Qo$  : Nilai hasil pengukuran

Tabel 1. Titik pengukuran kadar air di dalam ISD

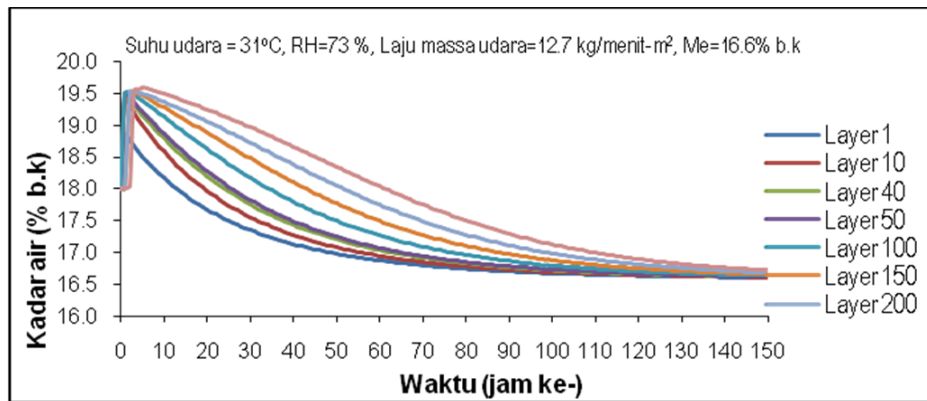
X(m)	Y (m)	Z (m)	Sampel	X(m)	Y (m)	Z (m)	Sampel
0	0.1	0.9	1	0	0.4	0.9	1
0	0.1	0.55	1	0	0.4	0.55	1
0	0.1	0.2	1	0	0.4	0.2	1
0	0.1	-0.2	1	0	0.4	-0.2	1
0	0.1	-0.55	1	0	0.4	-0.55	1
0	0.1	-0.9	1	0	0.4	-0.9	1
Jumlah			6				6

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Simulasi 1

Hasil Simulasi 1 dapat dilihat pada Gambar4. Secara umum terlihat bahwa *trend* penurunan kadar air baru terjadi dengan baik setelah melewati 10 jam proses pengeringan, penurunan ini juga terjadi bervariasi sesuai dengan lapisannya masing-masing. Karena pada prinsipnya pengeringan tumpukan tebal ini adalah proses pengeringan lapisan tipis yang dikondisikan bertumpuk, maka uap air dari lapisan sebelumnya masih mungkin terkondensasi pada lapisan setelahnya tergantung pada suhu, RH dan kecepatan udara yang membawa uap air tersebut. Pada *layer* 1, 10, 40 dan 50 terlihat penurunan tajam terjadi setelah jam ke-3 sampai jam ke-40, selanjutnya penurunan kadar air berlangsung secara perlahan-lahan. Sementara pada *layer* setelahnya yaitu *layer* 100, 150, 200 dan 250 laju penurunan kadar air lebih lambat dari keempat *layer* sebelumnya. Hal ini dikarenakan tumpukan biji yang semakin tebal, sehingga udara dan RH yang melewati *layer-layer* tersebut telah terlebih dahulu terjenuhkan oleh uap air yang dibawa dari *layer-layer* sebelumnya. Namun demikian, penurunan kadar air pada *layer-layer* tersebut terus berlangsung menuju kadar air keseimbangan.



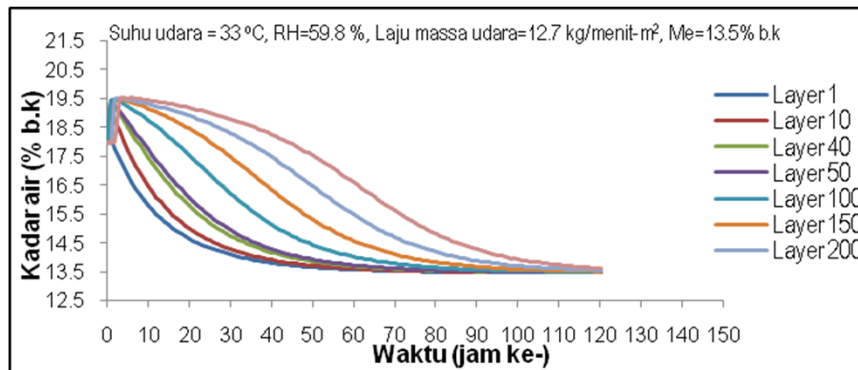


Gambar 4. Perubahan kadar air pada Simulasi 1

Pada Simulasi 1 dengan suhu 31 °C dan RH 73% didapatkan Me sebesar 16,6% b.k. Dengan kondisi ini, maka dibutuhkan waktu selama 150 jam pengeringan untuk mengurangi kadar air dari 18% b.k menuju kadar air keseimbangan. Pada akhir Simulasi 1 (jam ke-150) didapat kadar air rata-rata sebesar 16,6% b.k, nilai tersebut telah mencapai kadar air keseimbangannya.

## Simulasi 2

Hasil pengeringan Simulasi 2 disajikan pada Gambar 5, RH 59,8% ternyata memberikan pengaruh yang cukup besar pada proses pengeringan. Terjadinya peningkatan kadar air yang lebih kecil pada *layer-layer* yang ada merupakan pengaruh RH udara yang kering, karena semakin kering RH udara, maka uap air yang diserap oleh udara akan semakin banyak. Hal tersebut menyebabkan kemungkinan kondensasi pada *layer-layer* bagian atas menjadi lebih kecil karena kapasitas tampung uap air dalam udara yang kering menjadi lebih besar. Sehingga walaupun terjadi kondensasi maka pengaruhnya sangat kecil bila dibandingkan kenaikan kadar air yang terjadi pada Simulasi 1. Kondensasi uap air dari RH kering pada Simulasi 2 juga mengakibatkan perlambatan laju penurunan kadar air pada awal-awal proses pengeringan, namun demikian penurunan kadar air terus berlangsung menuju kadar air keseimbangan.



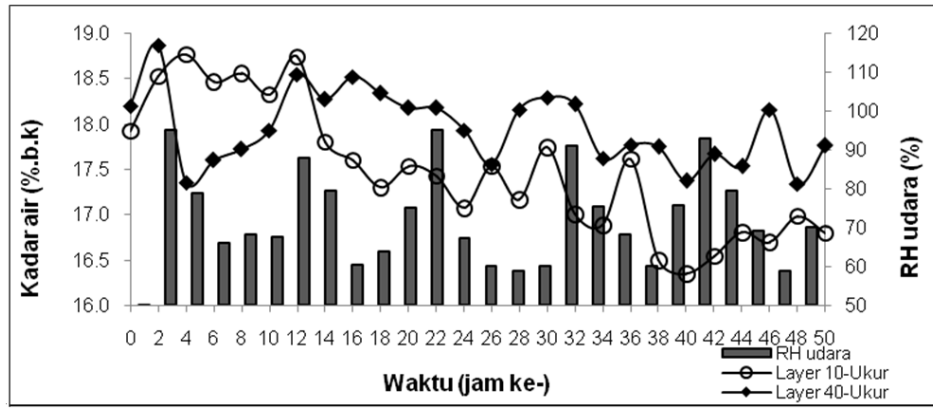
Gambar 5. Perubahan kadar air pada Simulasi 2

Pada Simulasi 2 dengan suhu 33 °C dan RH 59,8% didapatkan kadar air keseimbangan sebesar 13,5% b.k. Dengan kondisi ini, dibutuhkan waktu selama 120 jam pengeringan untuk mengurangi kadar air dari 18% b.k menuju kadar air keseimbangan tersebut. Pada akhir proses Simulasi 2 didapatkan kadar air rata-rata sebesar 13,5% b.k, nilai tersebut memperlihatkan bahwa proses pengeringan pada simulasi ini telah mencapai kadar air keseimbangannya. Bila dilihat dari segi waktu pengeringan dan perubahan kadar air bijian, maka udara lingkungan dengan RH 59,8% memiliki potensi yang sangat baik untuk proses pengeringan.

### Perubahan Kadar Air Bijian pada Percobaan

#### Percobaan 1

Hasil pengukuran data perubahan kadar air pada ISD di lapangan menunjukkan terjadinya fluktuasi kadar air pada biji-bijian. Fluktuasi ini disebabkan oleh suhu dan RH udara lingkungan yang dihembuskan ke dalam ruang ISD sangat bervariasi dan fluktuatif. Sehingga saat udara lembab masuk ke dalam ruangan ISD maka biji-bijian akan menyerap kandungan air yang berada di udara, dan juga sebaliknya ketika udara kering masuk, maka udara dengan RH yang kering tersebut akan kembali menampung dan membawa uap air dari biji-bijian sehingga terjadi penurunan kadar air pada bijian. Selama 50 jam pengeringan dengan RH udara rata-rata sebesar 73% dan suhu rata-rata 31 °C diperoleh kadar air keseimbangan 16,6% b.k. Perubahan kadar air dan pengaruh fluktuasi RH udara pada Percobaan 1 dapat dilihat pada Gambar 6.

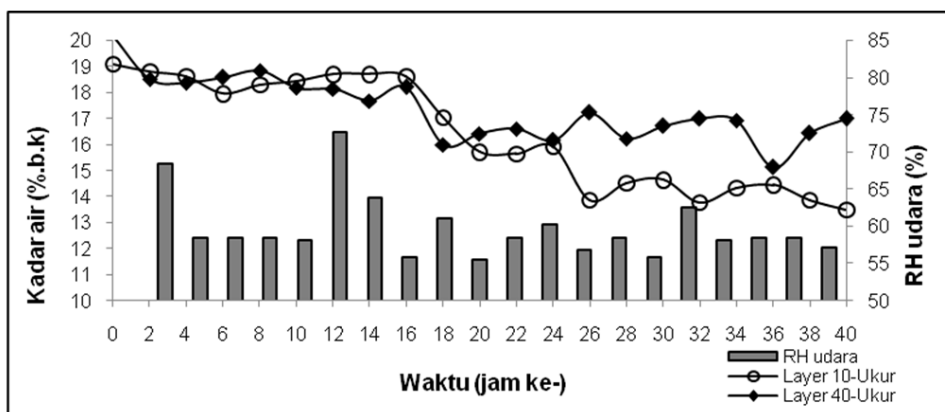


Gambar 6. Perubahan kadar air dan pengaruh fluktuasi RH pada Percobaan 1

### Percobaan 2

Hasil pengukuran kadar air pada Percobaan 2 memperlihatkan terjadinya fluktuasi kadar air pada biji-bijian. Selama 40 jam pengeringan dengan RH udara yang masuk ke ISD rata-rata sebesar 59,8% dan suhu rata-rata 33 °C diperoleh kadar air keseimbangan 13,5% b.k. Perubahan kadar air dan pengaruh fluktuasi RH pada Percobaan 1 dapat dilihat pada Gambar 7.

Fluktuasi kadar air biji jagung yang terjadi di dalam ISD selama 40 jam pengeringan memperlihatkan *trend* menurun. Fluktuasi tersebut terjadi karena kondensasi uap air yang dibawa udara dari *layer-layer* sebelumnya. Dari penggambaran grafis terlihat bahwa ketika kadar air pada *layer 10* menurun maka pada *layer 40* kadar air nya meningkat. Kondisi ini memperlihatkan adanya perpindahan kandungan air yang dibawa udara ke *layer 40* dari *layer-layer* sebelumnya. Secara umum fluktuasi kadar air pada Percobaan 2 mengikuti *trend* penurunan menuju kadar air keseimbangannya.

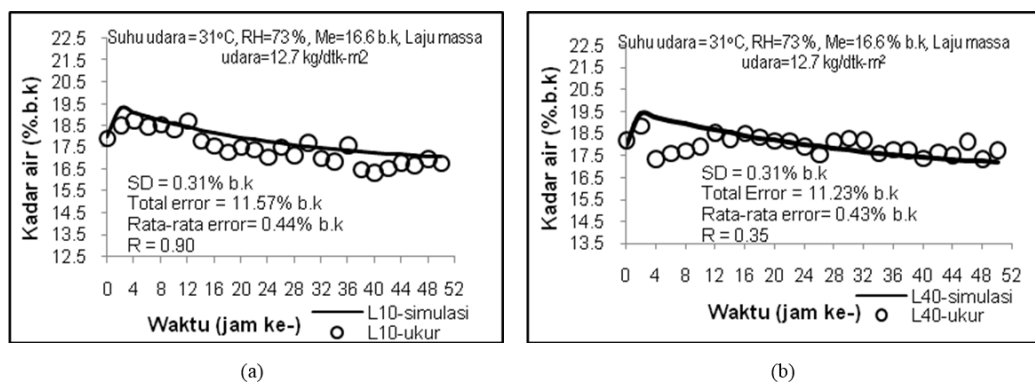


Gambar 7. Perubahan kadar air dan pengaruh fluktuasi RH pada Percobaan 1

## Validasi Perubahan Kadar Air Bijian

### Percobaan 1

Hasil validasi antara kadar air pengukuran dan kadar air simulasi pada *Layer* 10 (Gambar 8a) didapatkan standar deviasi sebesar 0,31% b.k, dengan total *error* sebesar 11,57% b.k dan rata-rata *error* sebesar 0,44% b.k pada *range* 0,07-0,92% b.k. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa antara data hasil pengukuran dan data simulasi tidak jauh berbeda, walaupun pada beberapa waktu perbedaan tersebut terlihat sangat jelas. Namun dengan nilai *error* rata-rata sebesar 0,44% b.k pada *range* 0,07-0,92% b.k menunjukkan bahwa antara kedua data tersebut memiliki penyimpangan yang relatif kecil. Penurunan kadar air pada *Layer* 1 memiliki korelasi sebesar 0,90.

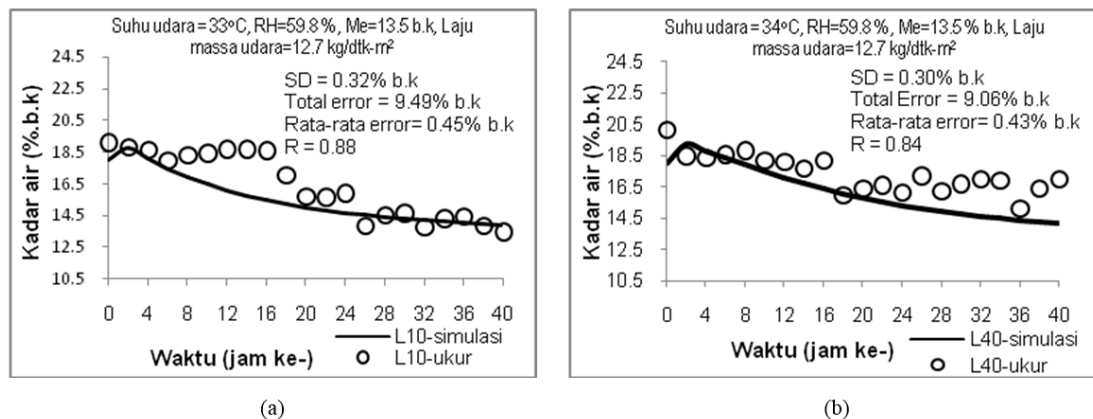


Gambar 8. Hasil Validasi kadar air pada Percobaan 1.

Validasi kadar air pada *Layer* 40 (Gambar 8b) menunjukkan penyimpangan yang tidak jauh berbeda dari *Layer* 10. Besarnya penyimpangan yang terjadi antara data hasil pengukuran dan data hasil simulasi diberikan dalam nilai total *error* sebesar 11,23% b.k dengan rata-rata *error* 0,43% b.k pada *range* 0,01-1,89% b.k dan standar deviasi sebesar 0,31% b.k. Pada *Layer* 40 penurunan kadar air mempunyai korelasi sebesar 0,35. Nilai korelasi yang kecil pada penurunan kadar air di *Layer* 40 ini disebabkan oleh adanya variasi kadar air awal yang masuk ke dalam ISD. Variasi tersebut menyebabkan hasil pengukuran pada percobaan tidak sepenuhnya bisa mengikuti *trend* simulasi. Penyimpangan tersebut dapat dilihat pada jam ke-6 sampai jam ke-12, antara rentang waktu tersebut ketika *trend* pada simulasi menurun hasil pengukuran menunjukkan peningkatan kadar air. Disamping variasi kadar air awal, peningkatan kadar air tersebut juga dapat disebabkan oleh kondensasi uap air yang di bawa udara dari *layer-layer* sebelumnya.

## Percobaan 2

Hasil validasi antara kadar air pengukuran dan kadar air simulasi *Layer* 10 pada Percobaan 2 (Gambar 9a) didapatkan standar deviasi sebesar 0,32% b.k, dengan total *error* sebesar 9,49% b.k dan rata-rata *error* sebesar 0,45% b.k pada *range* 0,06-3,12% b.k. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa antara data hasil pengukuran telah mengikuti *trend* hasil simulasi dengan baik, walaupun pada beberapa waktu terjadi perbedaan yang sangat jelas. Perbedaan jelas terlihat antara jam ke-8 sampai jam ke-16, pada rentang waktu tersebut data pengukuran mengalami peningkatan, sementara pada simulasi telah memperlihatkan *trend* penurunan. Namun dengan nilai *error* rata-rata sebesar 0,45% b.k menunjukkan penyimpangan yang relatif kecil antara data pengukuran dan simulasi. Penurunan kadar air pada *Layer* 10 memiliki nilai korelasi sebesar 0,88.



Gambar 9. Hasil Validasi kadar air pada Percobaan 2

Validasi perubahan kadar air hasil pengukuran dan simulasi *Layer* 40 Percobaan 2 (Gambar 9b) menunjukkan penyimpangan yang tidak jauh berbeda dari *Layer* 10. Pada *Layer* 40 didapatkan total *error* sebesar 9,06% b.k dengan rata-rata *error* 0,43% b.k pada *range* 0,07-2,81% b.k dan standar deviasi sebesar 0,30% b.k. Penurunan kadar air pada *Layer* 40 memiliki nilai korelasi sebesar 0,84.

Menurut Brooker *et al.* (1974), perbedaan antara hasil simulasi dan percobaan dipengaruhi oleh kurang akuratnya model pengeringan lapisan tipis, kurang tepatnya persamaan kadar air isothermis biji pada RH tinggi dan tidak tepatnya nilai parameter *input* model. Asumsi bahwa tidak terjadinya penyusutan volume (*shrinkage*) juga turut menyumbangkan kesalahan dalam perhitungan.

Perbedaan lainnya yang cukup berarti adalah bahwa penyusunan model lapisan tipis adalah berdasarkan pada kondisi suhu dan RH tetap, sedangkan kenyataannya pada percobaan sangat berfluktuasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Hasil validasi penurunan kadar air pada musim hujan, untuk *Layer* 10 standar deviasi 0,31% b.k dengan rata-rata *error* 0,44% b.k dan nilai korelasi  $R = 0,90$ , sementara untuk *Layer* 40 standar deviasi 0,31% b.k dengan rata-rata *error* 0,43% b.k dan nilai korelasi  $R = 0,35$ .
2. Hasil validasi penurunan kadar air pada musim kemarau, untuk *Layer* 10 standar deviasi 0,32% b.k dengan rata-rata *error* 0,45% b.k dan nilai korelasi  $R = 0,88$ , sementara untuk *Layer* 40 standar deviasi 0,30% b.k dengan rata-rata *error* 0,43% b.k dan nilai korelasi  $R = 0,84$ .

### Saran

Untuk kinerja pengeringan yang lebih baik, perlu pengontrolan terhadap *input* aliran udara dengan pembatasan RH pada *range* yang lebih rendah (antara 55 sampai 70%).

## DAFTAR PUSTAKA

- Kim KS, Shin MG, Kim BC, Thim JH, Cheigh HS, Muhlbauer W, Kwon TW. 1989. *An Ambient-air In-Storage Paddy Drying System for Korean Farm*. Agricultural Machanization in Asia, Africa and Latin America., 20:2.
- Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall CW. 1992. *Drying and Storage of Grains and Oilseeds*. New York: An Avi Book, Van Nostrand Reinhold.
- Napitupulu VM. 1993. Rancangan dan Uji Kinerja Kipas Untuk Pengeringan [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nugroho E. 1986. Simulasi Pengeringan Gabah [skripsi]. Bogor: Fateta IPB.
- Bala BK. 1997. *Drying and Storage of Cereal Grains*. New Delhi : Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.
- Henderson SM, Perry RL. 1976. *Agricultural Process Engineering*. 3<sup>rd</sup> Edition. Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc. Westport.