

ARTIKEL ILMIAH

**Kesetimbangan Energi Dan Massa Pada Ruang
Pengering, Alat Pengering *Fluidized Beds* Pada
Pengeringan Jagung**



**OLEH
BAIQ MARDAYANI
C1J 011 015**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PANGAN DAN AGROIDUSTRI
UNIVERSITAS MATARAM
2016**

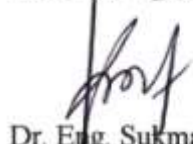
HALAMAN PENGESAHAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa artikel yang berjudul Kesetimbangan Energi Dan Massa Pada Ruang Pengering Alat Pengering Tipe Fluidized Beds Pada Pengeringan Jagung disetujui untuk dipublikasi.

Nama : Baiq Mardayani
Nomor Mahasiswa : C1J 011 015
Program Studi : Teknik Pertanian

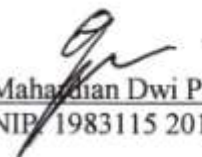
Menyetujui :

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Sukmawaty., S.TP., M.Si
NIP. 19681214 199702 2 001

Pembimbing Pendamping,



Guyup Mahandian Dwi Putra., S.TP., M.Si.
NIP. 1983115 201212 1 004

Kesetimbangan Energi Dan Massa Pada Ruang Pengering, Alat Pengering Tipe *Fluidized Beds* Pada Pengeringan Jagung

Oleh

Baiq Mardayani⁽¹⁾, Sukmawaty⁽²⁾, Guyup Mahardhian Dwi Putra⁽²⁾

⁽¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

⁽²⁾Staf Pengajar Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

ABSTRAK

Masalah utama pada pengeringan jagung adalah rendahnya nilai efisiensi pengeringan. Pengeringan dengan alat *fluidized beds* ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan hukum termodinamika mengenai kekekalan energi dalam suatu sistem dan kesetimbangan massa, serta menghitung kestimbangan energi dan massa pengering tipe *fluidized beds* pada pengeringan jagung. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Pengambilan data dilakukan dengan variabel kecepatan aliran udara yang bervariasi dari kecepatan 2 m/s, 4 m/s dan 6 m/s. Dengan variabel massa bahan yang bervariasi dari 1,5 kg, 2,5 kg dan 3,5 kg. Pengambilan data dilakukan setiap 1 jam selama 5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu pengeringan sangat menentukan perubahan setiap parameter yang diamati. Semakin lama waktu pengeringan, suhu menjadi semakin tinggi. Berat bahan dan kadar air bahan terus mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu dan kecepatan aliran udara pengering. Untuk keperluan energi dihitung pula kesetimbangan massa dan energi serta efisiensi pengeringan. Energi yang dibutuhkan untuk memanaskan bahan pada masing-masing kecepatan udara berturut-turut adalah 467: 498: dan 506,8 (kJ). Energi yang diberikan untuk memanaskan bahan pada masing-masing kecepatan udara berturut-turut adalah 4017,24: 7510,32: dan 11003,76 (kJ). Nilai efisiensi pengeringan didapatkan dari perbandingan jumlah energi yang dibutuhkan dengan jumlah energi yang diberikan. Nilai efisiensi pengeringan paling tinggi didapatkan pada kecepatan udara 2 m/s sebesar 11,62% dan efisiensi paling sedikit pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 4,61%

Kata kunci: pengeringan jagung, *fluidized beds*, efisiensi pengeringan

Energy and Mass Balance on Drying Chamber of Fluidized Bed Dryer at Corn Drying

Baiq Mardayani, Sukmawaty, Guyup Baiq Mardayani⁽¹⁾, Sukmawaty⁽²⁾, Guyup Mahardhian Dwi Putra⁽²⁾

⁽¹⁾Student at Studies Program of Agriculture Engineering, Faculty of Food and Agroindustrial Technology, University of Mataram

⁽²⁾Lecturer at Studies Program of Agriculture Engineering, Faculty of Food and Agroindustrial Technology, University of Mataram

ABSTRACT

Main problem in corn drying is low efficiency value. Drying using fluidized beds dryer is expected to overcome these problems. This study aims to apply thermodynamics laws related to energy conservation and mass balance in the applied system, calculate energy and mass balance on a fluidized beds type dryer on drying corn process. This research was conducted using experimental method. Data collection was performed using variables of air flow rate varies from 2 m/s, 4 m/s and 6 m/s. Variable of mass material varies from 1.5kg, 2.5kg and 3.5kg. Data was collected every 1 hour for 5 hours. Results showed that length of drying time has affected the changes of each observed parameter. As the drying time became longer, the temperature became higher. Material weight and moisture content continued to decrease along with the increasing temperature and air flow rate of the dryer. For energy purposes, the mass balance and energy and drying efficiency were also calculated. Energy required to heat the material in each successive air flow rate were 467, 498, and 506.8 (kJ). Energy supplied to heat the material were 4017.24, 7510.32, and 11,003.76 (kJ) respectively. Drying efficiency value was obtained from ratio of energy required and energy supplied. Highest drying efficiency value of 11.62 % was obtained at 2 m/s air flow rate of and the least efficiency of 4.61 % was obtained at 6 m/s.

Keywords: drying corn, fluidized beds, drying efficiency

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang kaya dengan hasil-hasil pertanian terutama biji-bijian seperti jagung, kedelai, padi, kopi, dan lain-lain. Salah satu tanaman hasil pertanian terbesar di Indonesia adalah jagung. Komoditi hasil pertanian di Indonesia kebanyakan setelah dilakukan pemanenan segera harus dilakukan pengolahan pasca panen seperti dikeringkan.

Pengeringan adalah salah satu cara pengawetan hasil pertanian yang sudah lama dikenal. Cara ini merupakan suatu proses yang ditiru dari alam, dan telah diperbaiki pada pelaksanaannya. Tujuan proses pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air yang berlebihan, mempertahankan mutu, menekan kerusakan akibat kegiatan jasad renik, dan memperpanjang masa simpan.

Pada sistem pengering tipe konveksi, medium pemanas yang dipakai biasanya udara dan udara pemanas ini kontak langsung dengan bahan padat yang dikeringkan, terjadi difusi uap air dari dan di dalam bahan padat. Contoh pengering tipe konveksi ini misalnya, pengering oven, pengering semprot (*spray dryer*), *rotary dryer*, *fluidized bed dryer*

Pengeringan hamparan terfluidisasi (*Fluidized Bed Drying*) adalah proses pengeringan dengan memanfaatkan aliran udara panas dengan kecepatan tertentu yang dilewatkan menembus hamparan bahan sehingga hamparan bahan tersebut memiliki sifat seperti fluida (Kunii, 1977).

Pengeringan dikenal sebagai proses yang sangat erat kaitannya dengan energi, untuk itu proses pengeringan berbagai bahan atau komoditi pertanian perlu dipelajari agar didapatkan proses yang efisien. Oleh sebab itu dilakukan penelitian tentang **"Keseimbangan Energi Dan Massa Pada Ruang Pengereng, Alat Pengereng Tipe *Fluidized Bed* Pada Pengeringan Jagung"**.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan hukum termodinamika mengenai kekekalan energi dalam suatu sistem dan keseimbangan massa.
2. Mempelajari Keseimbangan Energi Dan Massa, Pengereng Tipe *Fluidized Bed* Pada Pengeringan Jagung.

Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui keseimbangan energi dan massa pada ruang pengereng

2. Ikut berperan aktif dalam pengembangan sumber informasi dan referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember tahun 2015 di Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengering *fluidized beds*, timbangan digital, timbangan analitik, anemometer, *moisture meter*, kamera digital, thermometer bola basah dan bola kering, *stopwatch*, dan penggaris.

Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah biji jagung yang telah dipipil dengan kadar air awal berkisar antara 28-29%

Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, Pengujian ini dilaksanakan dengan menggunakan alat pengering *fluidized bed*, dibuat untuk dapat

diaplikasikan sesuai fungsinya dengan tahapan-tahapan kerja yang dilakukan sebagai berikut :

1. Melakukan penelitian pendahuluan uji langsung tanpa bahan untuk mengetahui kondisi alat yang digunakan.

2. Melakukan uji langsung dengan bahan.

Sebelum dilakukan uji langsung dengan bahan perlu adanya beberapa persiapan sebagai berikut :

- a. Persiapan sampel
- b. Penimbangan dan Pengukuran Kadar Air
- c. Pengeringan
- d. Pengambilan Data Awal

Pengambilan data awal dilakukan sebelum melakukan pengeringan produk, seperti:

1. Massa bahan (gram)
2. Kadar air bahan (%)
3. Suhu awal (suhu masuk, ruang pengering, suhu keluar dan lingkungan)
4. Kelembaban pada ruang pengering, dan lingkungan

Setelah alat pengering dioperasikan, pengambilan data berikutnya selang 1 jam sekali adalah:

- a. Suhu, kelembaban, setiap satu jam selama pengeringan T (°C)
- b. Massa awal dan akhir bahan (gram)
- c. Kecepatan aliran udara (m/s)
- d. Tinggi jagung dalam *beds* (cm)

- e. Data diambil setiap satu jam selama 5 jam.

Parameter Penelitian dan Cara Pengamatan

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah:

3.4.1. Parameter yang digunakan pada saat tahap penentuan kesetimbangan massa dan energi pada ruang pengering.

1. Kesetimbangan massa (kg)
2. Kesetimbangan energi (kJ)
3. Efisiensi Pengeringan (%)

3.3.1. Parameter yang diukur dalam penelitian pengeringan *Fluidized Beds* ini meliputi:

1. Massa bahan (gram)
2. Kelembaban relatif, RH (%)
3. Kadar air, ka (%)
4. Suhu ruang pengering, T (°C)

3.4.2. Pengukuran Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah:

1. Massa Bahan.

Massa bahan diukur dengan membandingkan massa awal jagung dengan kadar air akhir jagung terhadap massa akhir jagung dengan kadar air awal jagung

2. Suhu.

Suhu digunakan untuk mengetahui laju penurunan RH dan mengetahui kelembaban relatif udara dengan caramengamati laju perubahan suhu,

baik suhu ruang pengering maupun suhu lingkungan.

3. Kadar Air.

Kadar air dapat ditentukan dengan menggunakan alat *moisture meter manual* dengan menggunakan sedikit jagung sebagai sampel.

4. Kelembaban Relatif, RH (%)

Kelembaban relatif dapat ditentukan dengan menggunakan *psycometri chart* dengan membandingkan suhu bola basah dan bola kering. .

5. Kesetimbangan Energi

- ✓ Untuk menentukan kesetimbangan energi dapat dilihat pada persamaan 3
- ✓ Untuk menghitung energi masuk digunakan persamaan 4
- ✓ Untuk menghitung energi keluar digunakan persamaan 5

6. Kesetimbangan Massa

- Untuk menentukan kesetimbangan massa dapat dilihat pada persamaan 7
- Untuk menentukan massa input dapat dilihat pada persamaan 8
- Untuk menentukan massa output dapat dilihat pada persamaan 9

7. Efisiensi Pengeringan

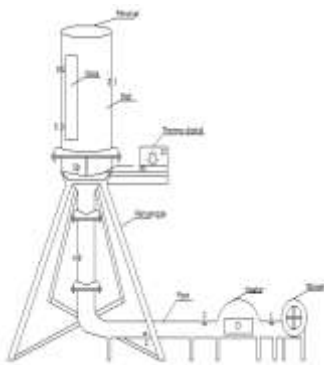
- ✓ Jumlah kalor (panas) yang digunakan untuk pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10).
- ✓ Untuk menentukan banyaknya panas yang diberikan oleh udara pada bahan yang dikeringkan digunakan persamaan (11).

- ✓ Untuk menentukan nilai efisiensi pengeringan digunakan persamaan (12).

Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dengan analisis data menggunakan pendekatan matematis untuk menyelesaikan model perhitungan matematik yang telah dibuat dengan menggunakan program komputer *Microsoft Excel*.

Pengeringan *Fluidized Beds*



Tipe *Fluidized Beds*

KETERANGAN:

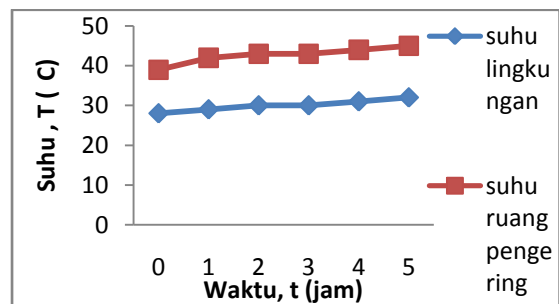
1. Suhu Blower
2. Inlet (heater)
3. Pipa Inlet
4. Suhu Pipa Menuju Saringan
5. Suhu Saringan
6. Suhu Bawah Bahan
7. Suhu Atas Bahan
8. Outlet

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu

Dari hasil penelitian diperoleh data untuk suhu pada ruang pengering sebagai berikut :

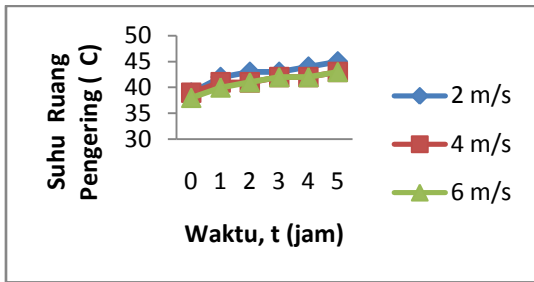
Hubungan suhu ruang pengering dengan suhu lingkungan



Gambar 2. Grafik Hubungan Suhu Ruang Pengering (°C) dengan suhu lingkungan dengan berat bahan awal 1,5 kg

Berdasarkan Gambar 2 diatas, suhu ruang pengering dan suhu lingkungan mengalami kenaikan suhu tiap jamnya, selain itu grafik diatas juga menunjukkan perbedaan antara suhu ruang pengering yang lebih tinggi dari pada suhu lingkungan, hal ini disebabkan karena di dalam ruang pengering terdapat aliran udara panas yang memanaskan ruang pengering, yang bersumber dari kompor (*heater*).

Hubungan suhu ruang pengering, lama waktu pengeringan dan kecepatan aliran udara



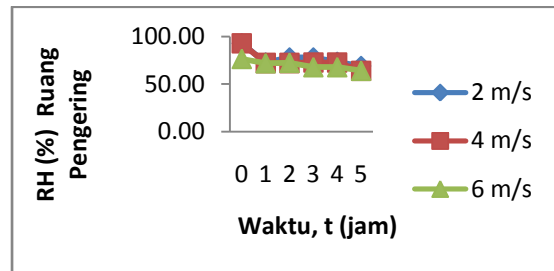
Gambar 3. Grafik Hubungan Suhu Ruang Pengering (°C) dengan Lama Pengerinan (jam) dengan berat bahan awal 1,5 kg

Pada Gambar 3 menunjukkan suhu ruang pengering mengalami kenaikan suhu sesuai dengan lama waktu dalam pengeringan baik pada kecepatan aliran udara yang tinggi maupaun kecepatan aliran udara yang terendah. Pada Gambar 3, menunjukkan suhu ruang yang paling tinggi pada kecepatan udara 2 m/s sebesar 45°C dan yang paling rendah pada kecepatan 4 m/s dan 6 m/s suhunya sebesar 43°C. Hal ini menunjukkan semakin tinggi kecepatan aliran udara maka kenaikan suhunya semakin rendah, hal ini disebabkan karena udara yang keluar dari ruang pengering sangat sedikit sehingga panas suhu ruang pengering tiap jam mengalami peningkatan yang lebih besar.

Kelembaban Relatif, RH (%) Ruang Pengering

Dari hasil analisa didapatkan grafik hubungan antara kelembaban relatif ruang pengering dengan lama waktu pengeringan sebagai berikut:

Hubungan RH ruang pengering, lama waktu pengeringan dan kecepatan aliran udara



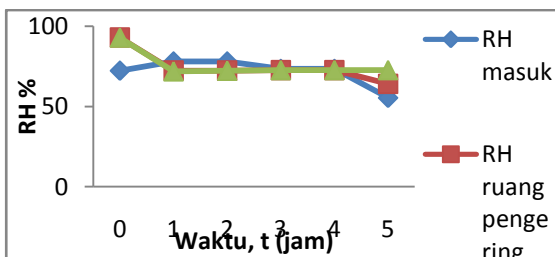
Gambar 5. Grafik Hubungan RH Ruang Pengering (%) dengan Lama Pengerinan (jam) dengan berat bahan awal 1,5 kg

Pada Gambar 5 menunjukkan hubungan antara waktu pengeringan terhadap RH pada ruang pengering pada kecepatan aliran udara yang berbeda-beda. Laju RH pada tiap-tiap kecepatan udara rata-rata mengalami penurunan RH seiring dengan semakin lamanya waktu pengeringan. Hal ini menandakan bahwa semakin lama waktu pengeringan yang diberikan, maka semakin kecil nilai RH yang didapatkan. Namun untuk beberapa data terlihat nilai RH tidak konstan penurunannya, hal ini disebabkan oleh adanya berbagai macam faktor yang mempengaruhi keseimbangan RH di dalam ruang pengering seperti RH lingkungan yang tidak stabil. Menurut Maniah (2013) bahwa suhu yang tinggi akan menyebabkan tekanan yang tinggi sehingga mengakibatkan tekanan yang tinggi akan berpindah ke tekanan yang lebih rendah yaitu ke lingkungan.

RH masuk, RH ruang, dan RH keluar pada ruang pengering

Berdasarkan hasil analisa didapatkan grafik hubungan antara kelembaban relatif (RH) masuk, RH ruang pengering, dan RH keluar pada alat pengering.

Hubungan RH masuk, RH ruang pengering, RH keluar dan massa bahan.

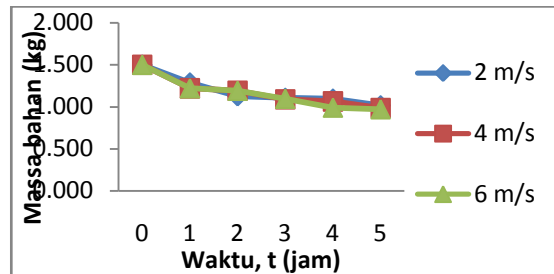


Gambar 6. Grafik Hubungan RH masuk, RH Ruang Pengering, dan RH keluar, berat bahan awal 1,5 kg

Pada Gambar 6 diatas terlihat rata-rata mengalami penurunan, tetapi ada juga yang mengalami kenaikan RH. Hal ini menunjukkan ketidakseimbangan RH, hal ini disebabkan oleh adanya berbagai macam faktor yang mempengaruhi ketidakseimbangan RH di dalam ruang pengering seperti Udara yang terdapat dalam ruang pengering yang secara perlahan akan memanaskan dan menguapkan massa bahan, sehingga semakin banyak kadar air yang diuapkan maka kelembaban relatif bahan akan semakin rendah.

Massa Bahan.

Untuk mengetahui hubungan antara lama pengeringan dengan berat bahan yaitu sebagai berikut:



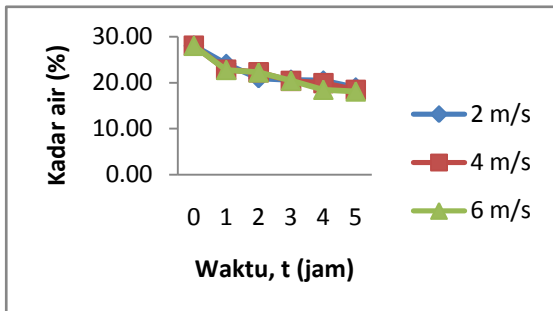
Gambar 7. Grafik Hubungan Berat Bahan (kg) dengan Lama Pengeringan (jam) dengan berat bahan awal 1,5 kg

Pada Gambar 7 menunjukkan penurunan berat bahan terus berlangsung seiring dengan lama waktu pengeringan dan kecepatan aliran udara yang digunakan. Pada Gambar 7 menunjukkan massa akhir bahan yang yang paling besar pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 1,015 kg dan yang paling kecil pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 0,970 kg, Hal ini menunjukkan semakin tinggi kecepatan aliran udara yang digunakan maka laju pengeringan akan menjadi semakin cepat dan pengurangan massa bahan juga semakin cepat.

Kadar Air

Untuk mengetahui hubungan antara lamanya waktu pengeringan dengan penurunan kadar air dapat dilihat pada Tabel berikut:

hubungan kadar air, lama waktu pengeringan dan kecepatan aliran udara.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Air (%) dengan Lama Pengeringan (jam) dengan berat bahan awal 1,5 kg

Pada Gambar 8, menunjukkan bahwa penurunan kadar air bahan pada kecepatan aliran udara 2 m/s mencapai 22,17%, dan pada kecepatan aliran udara 4 m/s mencapai 21,95% dan pada kecepatan aliran udara 6 m/s mencapai 21,67%. Hal ini menunjukkan semakin lama proses pengeringan kadar air bahan semakin menurun, dan semakin tinggi kecepatan aliran udara kadar air bahan semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan aliran udara yang digunakan maka makin cepat pula penurunan kadar air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Sehingga semakin cepat aliran udara maka penurunan kadar air bahan semakin cepat.

Kesetimbangan energi dan massa

Kesetimbangan Energi

Berikut data yang didapatkan untuk kesetimbangan energi pengeringan ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Kesetimbangan energi pada massa bahan 1,5 kg

Kec aliran udara (m/s)	Energi yang masuk (kJ)	Energi yang bergun a (kJ)	Energi yang keluar (kJ)	Energi yang Hilang (kJ)
2	4017, 24	467	132,9 74	3417,2 7
4	7510, 32	49.8	265,9 47	6746,3 7
6	11003 ,76	506,8	398,9 22	10098, 04

Tabel 1. menunjukkan hasil analisis kesetimbangan energi pada proses pengeringan jagung menggunakan alat pengering *fluidized beds* hasil analisis diperoleh dari persamaan umum kesetimbangan energi yaitu energi masuk dikurangi energi keluar sama dengan energi tersimpan. Energi masuk sama dengan jumlah energi berguna ditambah energi yang hilang dan energi yang keluar. Energi yang berguna merupakan energi yang digunakan untuk memanaskan bahan yang ada di dalam ruang pengering, dan energi yang hilang merupakan energi yang hilang melalui dinding ruang pengering dan tidak dimanfaatkan. Sedangkan energi yang keluar merupakan energi yang keluar dari output ruang pengering. Pada penelitian ini jumlah energi masuk, energi

keluar, energi berguna dan energi yang hilang dihitung tiap jamnya.

Tabel 1 menunjukkan jumlah energi masuk dan energi berguna yang paling kecil pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 4017,24 kJ dan 467 kJ, dan yang paling besar pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 11003,76 kJ dan 506,8 kJ. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara maka energi yang masuk pada ruang pengering juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mauliandri (2015) bahwa jumlah energi masuk semakin besar pada tiap kecepatan udara yang semakin tinggi.

Kesetimbangan Massa.

Kesetimbangan massa dapat diartikan dengan massa masuk dikurangi massa keluar sama dengan massa akumulasi atau massa masuk sama dengan massa keluar ditambah dengan massa akumulasi. Data yang diperoleh pada kesetimbangan massa dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. Kesetimbangan Massa pada massa bahan 1,5 kg

Kec aliran udara (m/s)	Massa bahan masuk (<i>input</i>) (kg)	Massa bahan keluar (<i>output</i>) (kg)	Massa bahan hilang (akumulasi) (kg)
2	1,5011 13	1,3130 995	0.188013 5
4	1,5011 99	1,3131 76	0,188814

6	1,5028 1	1,3132 49	0,189561
---	-------------	--------------	----------

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis kesetimbangan massa pada proses pengeringanjagung dengan menggunakan alat *Fluidized beds*. Hasil analisis diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan umum kesetimbangan massa yaitu: Massa masuk (*input*) - Massa keluar (*output*) = Massa bahan yang hilang (akumulasi). Selain itu Tabel 2 juga menunjukkan bahwa massa bahan yang masuk sama dengan hasil penjumlahan massa bahan keluar (*output*) dengan massa massa bahan yang diupkan (akumulasi).

Tabel 2 menunjukkan massa yang keluar paling kecil terdapat pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 1,3130995 kg dengan massa yang hilang sebesar 0,1880135 kg, sedangkan jumlah massa keluar paling besar terdapat pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 1,313249 kg dengan massa yang hilang sebesar 0,18951 kg. Hal ini menunjukkan jumlah *output* atau massa keluar dan massa yang hilang dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara, semakin tinggi kecepatan aliran udara maka penurunan massa bahan menjadi semakin besar dan kehilangan massa bahan semakin tinggi.

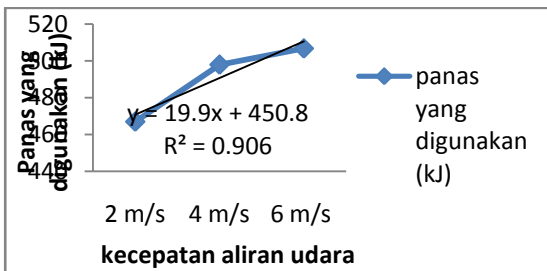
Efisiensi Pengeringan

Energi Yang Dibutuhkan Selama Proses Pengeringan (kJ)

Data yang didapatkan untuk jumlah energi yang dibutuhkan selama proses pengeringan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Energi yang dibutuhkan selama proses pengeringan berat bahan 1,5 kg

kecepatan aliran udara	panas yang digunakan (kJ)
2 m/s	467
4 m/s	498
6 m/s	506,8



Gambar 12. Grafik hubungan antara kecepatan aliran udara (m/s) dengan jumlah energi panas yang dibutuhkan selama proses pengeringan (kJ) berat bahan 1,5 kg

Pada Gambar 12, menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran udara dengan jumlah kebutuhan panas pada proses pengeringan. Jumlah energi yang dibutuhkan atau panas yang digunakan paling besar yaitu pada kecepatan aliran udara 6 m/s 506.8 kJ dan jumlah energi yang dibutuhkan paling sedikit adalah pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 467 kJ. Hal ini menunjukkan semakin besar kecepatan aliran udara

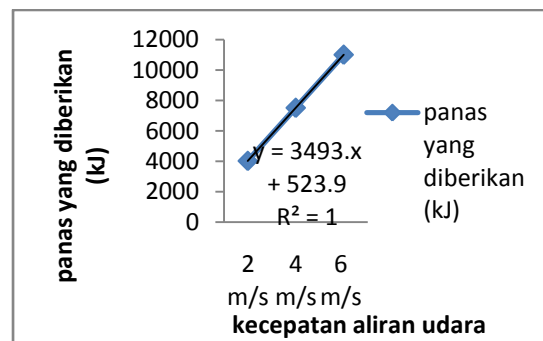
kebutuhan energi untuk memanaskan bahan juga semakin besar.

Energi Yang Diberikan Untuk Memanaskan Bahan (kJ)

Data yang diperoleh untuk jumlah energi (panas) yang diberikan untuk memanaskan bahan sebagai berikut:

Tabel 5. Jumlah energi yang diberikan untuk memanaskan bahan (kJ) (1,5 kg)

kecepatan aliran udara	panas yang diberikan (kJ)
2 m/s	4017,24
4 m/s	7510,32
6 m/s	11003,76



Gambar 13. Grafik hubungan antara kecepatan aliran udara dengan jumlah energi panas yang diberikan selama proses pengeringan berat bahan 1,5 kg

Pada Gambar 13 menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran udara dengan jumlah energi panas yang diberikan untuk memanaskan bahan. Gambar 13, Jumlah energi yang diberikan paling besar yaitu pada kecepatan aliran udara 6 m/s 11003,76 kJ dan jumlah energi yang dibutuhkan paling sedikit adalah pada kecepatan aliran udara 2m/s

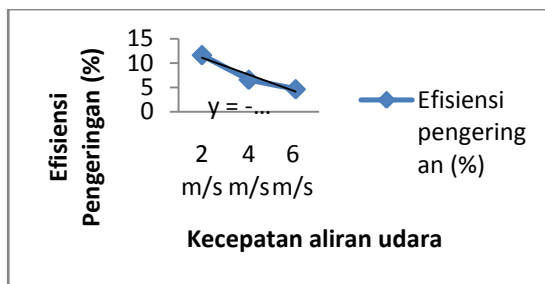
sebesar 4017,24 kJ. Hal ini menunjukkan semakin besar kecepatan aliran udara panas yang diberikan untuk memanaskan bahan juga semakin tinggi.

Efisiensi Pengeringan (%)

. Dari hasil perhitungan data, diperoleh nilai efisiensi pengeringan sebagai berikut:

Tabel 13. Efisiensi pengeringan pada berat bahan 1,5 kg

kecepatan aliran udara	Efisiensi pengeringan (%)
2 m/s	11,62
4 m/s	6,56
6 m/s	4,61



Gambar 19. Grafik Hubungan kecepatan aliran udara (m/s) dengan efisiensi pengeringan (%) dengan berat bahan 1,5 kg

Pada Gambar 19 menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran udara dengan efisiensi pengeringan. Semakin tinggi kecepatan aliran udara nilai efisiensi pengeringan semakin menurun. Pada Gambar 19 menunjukkan nilai efisiensi pengeringan terbesar pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 11,62%, dan nilai efisiensi terendah pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 4,61%. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara maka nilai efisiensinya semakin rendah, menurut Mauliandri (2015), hal ini terjadi karena efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara jumlah energi yang digunakan dengan jumlah energi yang diberikan. Selain itu kecepatan aliran udara panas yang semakin tinggi menyebabkan energi yang dikandungnya tinggi, sedangkan berat bahan yang dikeringkan sama, jadi panas yang dibutuhkan ialah sama. Hal tersebut menyebabkan banyaknya energi yang tidak dimanfaatkan karena banyak energi yang hilang yang melalui dinding alat dan yang terbang keluar ruang pengering yang disebabkan oleh kecepatan aliran udara yang digunakan, karena semakin tinggi laju aliran udara pada ruang pengering jumlah energi yang hilang juga semakin banyak sehingga efisiensi pengeringan menjadi sangat kecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam pengeringan maka penguapan kadar air akan semakin tinggi dan penurunan massa akan semakin cepat.

2. Semakin besar kecepatan aliran udara yang digunakan maka penguapan airbahan semakin tinggi dan penurunan massa semakin cepat
3. Semakinsedikit bahan yang digunakan dalam pengeringan, maka penguapan air semakin cepat dan proses pengeringan juga semakin cepat.
4. Pada kesetimbangan energi jumlah energi masuk, energi berguna, dan energi keluar dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara, nilai yang terendah terdapat pada kecepatan 2 m/s sebesar 4017,24 kJ, 467 kJ, 132,974 kJ dan terbesar pada kecepatan 6 m/s sebesar 11003,76kJ, 506,8kJ, 398,922 kJ.
5. Padakesetimbangan massa kecepatan aliran udara mempengaruhi nilai massa udara keluar dan massa yang hilang, semakin tinggi kecepatan aliran udara maka penurunan massa bahan menjadi semakin besar dan massa yang hilang semakin tinggi.
6. Semakin besar kecepatan aliran udara nilai efisiensi pengeringan semakin berkurang, pada kecepatan aliran udara 2 m/s sebesar 11,62%, pada kecepatan aliran udara 4 m/s 6,56% dan pada kecepatan aliran udara 6 m/s sebesar 4,61%.

Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan, disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk modifikasi alat *fluidized beds* dengan mengisolasi ruang pengering untuk meminimalkan energi yang hilang melalui dinding alat pengering *fluidized beds*. Karena nilai efisiensi yang rendah perlu dilakukan juga daur ulang panas yang dari ruang pengering untuk dimanfaatkan lagi untuk proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.a.2010.<http://tatangkostaman.Blogspot.co.id/2010/08/pasca-panen-jagung-pendahuluan-pasca.html>. diakses pada hari sabtu 31 Oktober 2015 pukul 15.23 WITA
- Anonim.b.2012.*NeracaEnergi*. http://id.wikipedia.org/wiki/Neraca_energi diakses hari Rabu, 3 Maret 2012 pukul 12.30 WIB
- Anonim,c. 2015. <http://www.informasi-pendidikan.com/2015/02/hukum-i-termodinamika.html>. diakses 04 November 2015.
- Budiprayitno,Tri.,2014. *Produksi Jagung NTB*.http://www.lombokita.com/ekonomibisnis/produksi-jagung-di-ntb-capai-641-489-ton#.UzYcX6Jyz_c.(Diakses padatanggal23 Desember 2014).

- Brooker, D.B., Bakker-Arkema, F.W. dan Hall, C.W., 1992, *Drying and Storage of Grains and Oil Seed*. 4th edition, van Nostrad USA.
- Brooker, D. B., F. W. Bakker-arkema and C. W. Hall^a, 1981. *Drying Cereal Grains*. *Avi Publishing Company Inc. West Port, Connecticut*.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkem dan C.W. Hall^c, 2004. *Drying Cereal Grains*. *The AVI Pub. Co., Inc., Westport. Connecticut*
- Cengel, Y.A. and M.A. Boles. (2002). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 4th edition. Mc-Graw Hill, Boston-Toronto.
- Graveland, A.J.G.G. and E. Gisolf. (1998). *Exergy Analysis: An Efficient Tool Process Optimization and Understanding*. *Computers Chem. Engng. Vol. 22, Suppl. pp. 5545-5552*.
- Kunii, D. and Levenspiel, O., 1977, *Fluidization Engineering*, Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York.
- Made Ricki, Murti. 2010. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Cakra M. Vol 4 No.1, April 2010 (69-74)*
- Mu'anah. 2014. *Kajian Karakteristik Dan Scale Up Digester Kotoran Sapi Berdasarkan Komposisi Air Berbasis Kinetika Gas Metana Untuk Produksi Gas Bio*. Universitas Mataram. Mataram.
- Mauliandri, H,L. 2015. *Pemanfaatan Energi Panas Pada Proses Pengeringan Jagung (Zea Mays L.) Menggunakan Alat Fluidized Bed*. Universitas Mataram. Mataram
- Mujumdar (Ed.) 2000. *Handbook of Industrial Drying*, 2nd Ed., Marcel Dekker, New York.
- Narges purwadian, dkk. 2014. *Analisis of operation parameters in a dual fluidized bed biomass gasifier integrated with a biomass rotary dryer : Development and Application of a System Model* . *Journal Energies. Vol. 7,4342-4363; doi:10.3990/en7074342*
- Tambunan, A.H., Kamaruddin Abdullah & Nababan, B. (2006). *Analisis Eksergi Penyimpanan Panas untuk Sistem Pengering Berenergi Surya*. *Jurnal Keteknikan Pertanian, Vol. 20, No. 3 Des 2006: 235-242*.
- Taufiq, M. 2004. *Pengaruh Temperatur Terhadap Pengeringan Jagung Pada Pengeringan Konvensional*. *Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Mare*
- Voigt, R., 1995, *Buku Pel Teknologi Farmasi (terjemahan)*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.