

# ANALISA PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN MASSA BAHAN TERHADAP EFFISIENSI PENGERINGAN JAGUNG DENGAN ALAT TERFLUIDISASI

Syahrul, Nurchayati, dan Rizki Yuli Widianoro  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mataram  
Jl. Majapahit No. 62 Mataram NTB Telp. (0370)636126 ext.128, (0370)636087  
Email : [rizkiyuli19@yahoo.co.id](mailto:rizkiyuli19@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

*The drying process of corn is one of the obstacles that concerned by farmers in Indonesia. This is because the farmers still rely on the sunlight to dry their harvest corn. Meanwhile, this drying type is still constrained by the seasons. Drying by fluidization process has become an alternative process of drying corn. The objective of the research is to identify the effect of air flow rate and the mass of material to the efficiency of drying corn process at fluidized tools. Variations of the air flow rate are 3m/s, 5m/s, and 7m/s and mass of material variations are 1 kg, 2 kg and 3 kg. This research was carried out by flowing dry air and then it contacted with corn on fluidized tool to obtain a water content 13.5-14%. The result of this research of showed that the highest efficiency reach at air flow rate 7 m/s with 1 kg mass of material is  $\eta = 12.68\%$  and the lowest efficiency reach on the air flow rate 3 m/s with 3 kg mass of material is  $\eta = 5.94\%$ . Therefore from this research the conclusion is the higher rate of the air flow dryers and the less mass who entered cause increased drying efficiency values.*

**Keywords:** *corn, fluidized, drying, air flow rate, and the mass of material..*

## ABSTRAK

Proses pengeringan jagung menjadi salah satu kendala yang dihadapi oleh petani di Indonesia. Hal ini disebabkan karena para petani masih mengandalkan panas matahari untuk mengeringkan jagung hasil panen mereka. Sementara itu, pengeringan jenis ini masih terkendala oleh musim. Pengeringan dengan proses fluidisasi dipertimbangkan menjadi alternatif proses pengeringan jagung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju aliran udara dan besarnya massa bahan yang masuk terhadap efisiensi pengeringan jagung pada alat terfluidisasi. Variasi laju aliran udara yang digunakan adalah 3m/s, 5m/s, dan 7m/s dengan massa bahan 1 kg, 2 kg, dan 3 kg. Penelitian ini dilakukan dengan mengalirkan udara kering kemudian dikontakkan dengan jagung pada alat terfluidisasi hingga diperoleh kadar air 13,5–14%. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan nilai efisiensi tertinggi dicapai pada kecepatan laju aliran udara 7 m/s dengan massa 1 kg adalah  $\eta = 12,68\%$  dan nilai efisiensi terendah dicapai pada laju aliran udara 3 m/s dengan massa 3 kg adalah  $\eta = 5,94\%$ . Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi laju aliran udara pengering dan massa yang masuk semakin sedikit menyebabkan nilai efisiensi pengeringannya meningkat.

**Kata kunci:** *jagung, terfluidisasi, laju aliran udara, dan massa bahan.*

## I. PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan salah satu tahapan pascapanen jagung yang biasa dilakukan masyarakat selain pengupasan dan pemipilan, adapun pengeringan dilakukan meliputi perpindahan panas dan perpindahan massa serta beberapa laju proses, seperti transformasi fisik atau kimia, yang dapat menyebabkan perubahan mutu hasil. Proses pengeringan dilakukan sampai pada kadar air seimbang dengan keadaan udara atmosfer normal (*Equilibrium Moisture Content*) atau pada batas tertentu sehingga aman disimpan dan tetap memiliki mutu yang baik sampai ke tahap proses pengolahan berikutnya (Widyotomo, 2005).

Menurut Budiprayitno (2014), Produksi jagung di wilayah NTB itu sendiri dalam empat tahun terakhir mengalami peningkatan drastis. Pada tahun 2008–2013 produksi jagung NTB tercatat sebanyak 196.263, 308.863, 371.826, 456.915, dan 641.489 ton. Dilihat dari hasil produksi diatas, menunjukkan peningkatan yang signifikan sehingga perlu juga untuk penanganan pascapanen pada komoditas tanaman pangan bertujuan mempertahankan komoditas yang telah dipanen dalam kondisi baik serta layak dan tetap enak dikonsumsi. Penanganan pascapanen jagung yang biasa dilakukan oleh masyarakat yaitu pengupasan, pembersihan, pengeringan, pemipilan, pengeringan, pengemasan, dan penyimpanan. Menurut Mutiarawati (2007), Karena penanganan pasca panen untuk komoditi jagung sangat banyak, oleh karena

itu dilakukan pengeringan untuk mendapatkan kadar air 12%-14% pada jagung agar dapat disimpan.

Pengeringan adalah suatu proses penguapan air dari bahan basah dengan media pengering (bisa udara atau gas). Contoh yang sederhana adalah pengeringan dengan sinar matahari dimana udara luar yang mendapatkan panas dari matahari kontak dengan bahan-bahan basah yang di tempat terbuka. Karena kontak dengan udara yang panas atau hangat maka air dalam bahan akan menguap dan bahan akan menjadi lebih kering tergantung dari kecepatan udara (dalam hal ini angin), tingkat kelembaban relatif dan suhu udara setempat. Fenomena yang mirip juga diterapkan dalam industri, namun dalam proses ini udara sebagai media pengering dikontrol kecepatan, dan suhu untuk mendapatkan bahan kering dengan kadar air diinginkan, pengeringan pada jagung dapat dibedakan menjadi dua yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan atau terfluidisasi (Widjanarko dkk, 2012).

Namun, dengan semakin berkembangnya teknologi, pengeringan alamiah sudah banyak dimodifikasi untuk meningkatkan kinerja pengeringan. Perkembangan selanjutnya pengering dengan sentuhan teknologi sudah beralih jenis dari alamiah ke pengeringan paksa atau pengering yang menggunakan prinsip fluidisasi. Cara kerja mesin pengering sistem fluidisasi adalah penghembusan udara panas oleh kipas peniup (*blower*) melalui suatu

saluran ke atas bak pengering yang memberikan beberapa keuntungan diantaranya tidak tergantung cuaca, kapasitas pengering dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol. Salah satu kendala yang dihadapi oleh masyarakat dalam menerapkan pengeringan buatan yaitu kurangnya efisiensi energi yang dibutuhkan untuk melakukan pengeringan (Taufiq, 2004).

Oleh karena itu, dengan dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih dalam tentang alat pengering jagung terfluidisasi. Tentang pengaruh antara kecepatan aliran udara dan massa bahan yang masuk terhadap laju pengeringan jagung, agar dapat digunakan secara efektif dan dapat mengatasi kendala-kendala terutama pada musim penghujan diwaktu musim panen.

## II. LANDASAN TEORI

Proses pengeringan pada prinsipnya menyangkut proses pindah panas dan pindah massa yang terjadi secara bersamaan. Pertama panas harus ditransfer dari medium pemanas ke bahan. Selanjutnya setelah terjadi penguapan air, uap air yang terbentuk harus dipindahkan melalui struktur bahan ke medium sekitarnya. Proses ini akan menyangkut aliran fluida dimana cairan harus di transfer melalui struktur bahan selama proses pengeringan berlangsung. Jadi panas harus di sediakan untuk menguapkan air dan

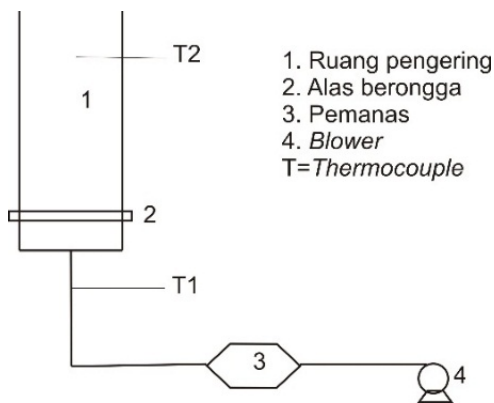
air harus mendifusi melalui berbagai macam tahanan agar supaya dapat lepas dari bahan dan berbentuk uap air yang bebas. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan (Halimatuddahlia, 2013).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengeringan makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering, makin besar energi panas yang di bawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang di uapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Pada kelembaban udara tinggi, perbedaan tekanan uap air didalam dan diluar bahan kecil, sehingga pemindahan uap air dari dalam bahan keluar menjadi terhambat. Ada pengeringan dengan menggunakan alat umumnya terdiri dari tenaga penggerak dan kipas, unit pemanas (*heater*) serta alat-alat kontrol. Sebagai sumber tenaga untuk mengalirkan udara dapat digunakan motor bakar atau motor listrik. Sumber energi yang dapat digunakan pada unit pemanas adalah gas, minyak bumi, batubara, dan elemen pemanas listrik (Hani, 2012).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang

dikeringkan. Faktor-faktor yang termasuk golongan pertama adalah suhu, kecepatan aliran udara pengering dan kelembaban udara. Faktor-faktor yang termasuk golongan kedua adalah ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial di dalam bahan (Tanggasari, 2014).

Menurut Syahrul dkk (2006) alat pengering fluidisasi terdiri dari beberapa komponen utama yaitu ruang pengering, Pemanas, dan blower. Skema dari alat fluidisasi pada dasarnya dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Skema fluidisasi

Keuntungan penggunaan alat ini antara lain: laju pengeringan tinggi, mudah dioperasikan. Akan tetapi penggunaan alat ini memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk pengoperasian dan perawatannya dan penggunaannya terbatas pada bahan-bahan tertentu. Diantara keuntungan lain dari alat pengering ini dibandingkan dengan alat pengering lainnya adalah cepatnya pencampuran biji-bijian yang menghasilkan hampir homogenya kekeringan biji-bijian, perpindahan panas dan perpindahan massa tinggi antara udara dan bahan disebabkan

karena tingginya kecepatan udara pengering (Rahmawati dkk, 2012)

Menurut Taufiq (2004) untuk menentukan perubahan energi yang terjadi pada sistem termal maka disusun persamaan keseimbangan energi pada produk dan sistem secara keseluruhan. Persamaan keseimbangan energi pada produk :

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (2.1)$$

Persamaan untuk menentukan jumlah kalor yang digunakan memanaskan bahan adalah:

$$Q_1 = m_k \cdot c_{pb} \cdot (T_b - T_{ib}) \quad (2.2)$$

Persamaan untuk menentukan jumlah kalor yang digunakan menaikkan suhu air di dalam bahan adalah :

$$Q_2 = m_a \cdot c_{pa} \cdot (T_b - T_{ib}) \quad (2.3)$$

Persamaan untuk menentukan jumlah kalor yang digunakan menguapkan air bahan adalah:

$$Q_3 = m_{ua} \cdot h_{fg} \quad (2.4)$$

Untuk menghitung debit udara yang masuk ke dalam alat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = U \cdot A \quad (2.5)$$

Untuk menghitung volume udara yang masuk ke dalam alat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_u = D \cdot \Delta t \quad (2.6)$$

Perhitungan panas yang diberikan udara untuk memanaskan bahan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_u = \rho_u \cdot V_u \cdot c_{pu}(T_{iu} - T_{ou}) \quad (2.7)$$

Efisiensi pengeringan terfluidisasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\eta_e = \frac{Q_T}{Q_u} \quad (2.8)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

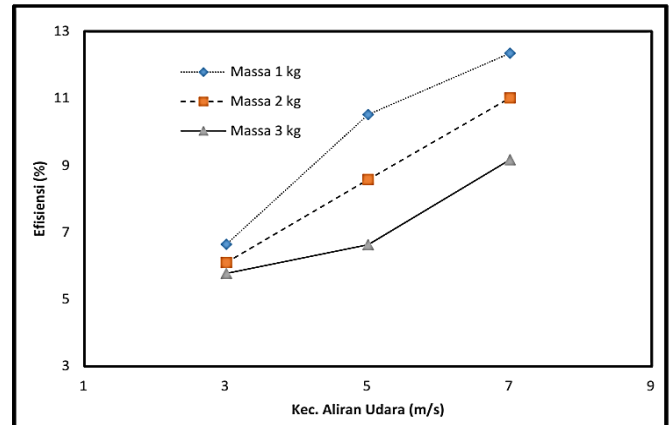
Setelah dilakukan penelitian dengan sesuai variabel yang sudah ditentukan didapatkan data yang menunjukkan pengaruh variasi kecepatan aliran udara dan massa bahan yang masuk kedalam alat pengering jagung terfluidisasi. Data-data hasil penelitian tersebut dikumpulkan dan di masukkan kedalam tabel yang berbeda-beda, sesuai variasi perlakuan yang telah ditentukan.

Data mentah yang didapat berupa kecepatan pengeringan untuk mencapai kadar air 13,5-14 %, diolah untuk mendapatkan nilai efisiensi pengeringan jagung dan dimasukkan kedalam tabel seperti di bawah ini:

Tabel 3.1 Efisiensi Pengeringan

Efisiensi (%)			
Massa (kg)	1	2	3
Kec. Aliran Udara (m/s)			
3	7,06	6,13	5,69
	6,26	6,10	5,84
	6,61	6,07	5,79
<b>Rata-rata</b>	<b>6,64</b>	<b>6,10</b>	<b>5,77</b>
5	10,64	9,07	6,62
	10,72	8,27	6,86
	10,19	8,39	6,41
<b>Rata-rata</b>	<b>10,52</b>	<b>8,58</b>	<b>6,63</b>
7	13,22	10,54	8,88
	11,76	11,36	9,12
	12,06	11,14	9,50
<b>Rata-rata</b>	<b>12,35</b>	<b>11,01</b>	<b>9,17</b>

Dari tabel diatas diperoleh rata-rata efisiensi dari masing-masing kecepatan aliran udara dan massa bahan yang masuk ke dalam alat terfluidisasi untuk lebih mudah kita dalam menganalisa kita buat grafik rata-rata efisiensi sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik hubungan kecepatan aliran udara dengan efisiensi pada massa bahan masuk yang berbeda

Dari gambar 3.1 terlihat bahwa pengeringan yang dilakukan pada biji jagung dengan kecepatan aliran udara 7 m/s pada massa 1 kg menunjukkan nilai efisiensi paling tinggi yaitu sebesar

12,35%, pengeringan biji jagung dengan kecepatan yang sama pada massa jagung 2 kg didapatkan nilai efisiensi pengeringan lebih rendah sebesar 1,34%, dan pada massa biji jagung sebesar 3 kg didapatkan nilai efisiensi lebih rendah dari massa jagung 2 kg yaitu sebesar 1,87%. Dengan menggunakan kecepatan aliran udara 5 m/s pada massa 1 kg menunjukkan nilai efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 10,52%, pengeringan biji jagung dengan kecepatan yang sama pada massa jagung 2 kg didapatkan nilai efisiensi pengeringan lebih rendah sebesar 1,94%, dan pada massa biji jagung sebesar 3 kg didapatkan nilai efisiensi lebih rendah dari massa jagung 2 kg yaitu sebesar 1,95%. Dan dengan menggunakan kecepatan aliran udara 3 m/s pada massa 1 kg menunjukkan nilai efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 6,64%, pengeringan biji jagung dengan kecepatan yang sama pada massa jagung 2 kg didapatkan nilai efisiensi pengeringan lebih rendah sebesar 0,54%, dan pada massa biji jagung sebesar 3 kg didapatkan nilai efisiensi lebih rendah dari massa jagung 2 kg yaitu sebesar 0,33%.

Untuk kecepatan aliran udara pengering yang masuk sebesar 7 m/s dan massa bahan yang masuk sebesar 1 kg memiliki nilai efisiensi yang

paling besar selanjutnya disusul kecepatan aliran udara masuk pengering 7 m/s dengan massa 2 kg, dan yang paling kecil nilai efisiensinya terjadi pada kecepatan aliran udara masuk sebesar 3 m/s dengan massa 3 kg. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara masuk maka laju pengeringan semakin cepat waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan dan ini mempengaruhi secara signifikan nilai efisiensi pengeringan. Aliran udara panas akan memanasi permukaan bahan yang menyebabkan suhu meningkat dan air yang terdapat pada bahan akan mengalami penguapan. Hal ini sesuai pernyataan Hidayati (2013), yang menyatakan bahwa semakin besar kecepatan aliran udara pengering menunjukkan proses pengeringan yang lebih cepat pada 3,5m/s dari empat variasi (2m/s, 2,5m/s, 3m/s, dan 3,5m/s) dikarenakan dengan semakin banyak udara panas yang terbawa oleh udara.

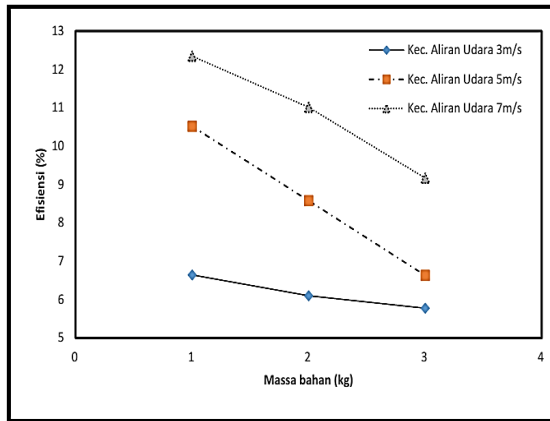
Kecepatan aliran udara tidak berpengaruh langsung pada nilai efisiensi pengeringan, tetapi kecepatan aliran udara akan mempengaruhi besarnya volume udara yang masuk ke dalam alat terfluidisasi sehingga semakin cepat kecepatan aliran udara akan

semakin besar juga volume udara yang masuk. Hal ini menyebabkan rongga antara biji-bijian jagung sehingga luasan permukaan jagung yang terkena panas akan semakin besar sehingga semakin cepat proses pengeringan biji jagung. Semakin tinggi unggun fluidisasi akan menyebabkan tingginya porositas antara partikel-partikel jagung atau bisa dikatakan tingginya unggun akan mempengaruhi luasan kontak partikel-partikel jagung dengan aliran udara panas. Dapat dikatakan bahwa kecepatan aliran udara mempengaruhi panas yang dibawa oleh udara mengenai permukaan biji jagung. Hal ini sejalan dengan pernyataan Burlian (2014), semakin besar luasan permukaan benda yang terkena aliran fluida panas akan semakin cepat laju perpindahan panas.

Pengeringan dengan menggunakan sistem fluidisasi ini harus diukur terlebih dahulu seberapa besar kecepatan minimum aliran udara agar dapat mengeringkan secara optimal. Sehingga nilai efisiensi yang didapatkan nantinya akan lebih besar, untuk kecepatan aliran udara 3 m/s dengan massa bahan sebesar 2 kg dari tiga kali pengulangan tercepat untuk dapat terjadi unggun pada menit ke-100, dan untuk massa bahan sebesar 3 kg pada

kecepatan aliran udara 3 m/s tidak terjadi sama sekali unggun fluidisasi. Oleh sebab itu proses pengeringannya semakin lama karena panas yang didistribusikan tidak merata, hal ini ditunjukkan pada (gambar 2.1) dimana terlihat semakin besar kecepatan aliran udara masuk akan tinggi bahan yang terangkat oleh aliran udara ke atas dan menyebabkan rongga-rongga antara partikel satu dengan partikel yang lain.

Semakin tinggi kecepatan aliran udara akan semakin rendah nilai *relative humidity*nya di dalam ruang pengering. Hal ini sesuai pernyataan Mahayana di dalam Graciafernandy dkk (2012) *relative humidity* yang rendah ini akan menyebabkan transfer panas dan massa bahan dari bahan ke udara semakin besar, dan energi panas dalam udara pengering mampu menguapkan molekul-molekul air yang ada pada permukaan bahan karena kelembaban udara sekeliling menurun.



Gambar 3.2 Grafik hubungan massa bahan yang masuk dengan efisiensi pada kecepatan udara masuk yang berbeda.

Dari gambar 3.2 terlihat bahwa dengan semakin sedikit massa yang terumpan ke dalam alat akan semakin besar nilai efisiensinya dan ini juga berpengaruh pada kecepatan pengeringan bahan dimana bahan yang digunakan adalah jagung. Untuk massa bahan sebesar 1 kg dengan kecepatan 7 m/s yang mempunyai nilai efisiensi paling besar, sedangkan yang paling rendah nilai efisiensinya yaitu massa 3 kg dengan kecepatan 3 m/s. Semakin besar jumlah massa yang terumpan di dalam alat fluidisasi akan semakin rendah nilai efisiensi pengeringan dan ini menyebabkan semakin lamanya proses pengeringan bahan yaitu jagung (Suherman, 2012).

Massa bahan yang terumpan tidak mempengaruhi secara langsung nilai efisiensi pengeringan, tetapi

massa bahan yang terumpan akan mempengaruhi jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan. Sehingga panas yang digunakan untuk menguapkan air didalam bahan akan semakin besar. Dalam kasus ini untuk massa 3kg memiliki nilai efisiensi lebih rendah karena aliran udara tidak

mampu mengangkat biji jagung sehingga terjadi sistem konduksi di dalam biji jagung dan biji jagung itu sendiri memiliki sifat menahan panas yang disebarkan oleh aliran udara. Dan untuk massa 1 kg memiliki nilai efisiensi lebih tinggi dibandingkan massa 3kg karena aliran udara dapat mengangkat biji jagung dan membuat rongga-rongga antara biji jagung dan panas yang dibawa oleh aliran udara dapat secara merata mengenai permukaan biji jagung. Hal ini sesuai dengan pengertian dari sistem perpindahan panas secara konveksi menurut Holman (1988) bila terjadi *fixed bed*.

Dimana setelah dihembuskan aliran udara panas dari bawah biji jagung, maka volume rongga-rongga antara biji-bijian akan besar. Hal ini menyebabkan luasan permukaan yang dikeringkan akan semakin besar karena laju aliran udara mampu mengangkat biji jagung, dimana



semakin ringan massa jagung yang masuk ke dalam alat fluidisasi dengan laju aliran udara yang sama akan semakin tinggi fluidisasinya. Sehingga dapat dikatakan bahwa tinggi unggun fluidisasi dipengaruhi oleh jumlah massa bahan yang masuk, dengan semakin banyaknya massa biji jagung yang masuk maka luasan permukaan biji jagung akan semakin kecil yang terkena panas, dan udara yang berhembus dari bawah akan semirip dengan yang tertahan oleh biji jagung sehingga menghambat laju aliran udara panas. Pernyataan ini sesuai dengan Mulyono (2013) yang menyatakan bahwa semakin besar volume udara yang mengalir akan semakin besar kemampuan dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan dan proses pengeringan pun akan menjadi semakin cepat.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, pengaruh aliran udara dan massa bahan yang masuk terhadap efisiensi pengeringan, sehingga dapat ditarik kesimpulan :

1. Semakin cepat aliran udara yang dihembuskan ke dalam alat fluidisasi, maka semakin besar nilai efisiensi pengeringan.

2. Semakin besar massa yang diumpangkan ke dalam alat fluidisasi, maka semakin kecil nilai efisiensi pengeringan.
3. Nilai efisiensi terbesar pada laju aliran udara 7m/s dengan massa bahan 1 kg yaitu sebesar 12,35% dan terendah pada kecepatan aliran udara 3 m/s dengan massa bahan 3 kg yaitu sebesar 5,77 %

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Budiprayitno Tri., 2014. *Produksi Jagung NTB*. <http://www.lombokita.com/ekonomi-bisnis/produksi-jagung-di-ntb-capai-641-489-ton#>. , 10 Februari 2015.
- Burlian Firmansyah, Khoirullah M. Indaka, 2014, *Pengaruh Variasi Ketebalan Isolator Terhadap Laju Kalor Dan Penurunan Temperatur Pada Permukaan Dinding Tungku Biomassa*, Riset Multidisiplin Untuk Menunjang Pengembangan Industri Nasional, Bali.
- Graciafermandy M. A., Ratnawati, Buchori L., 2012, *Pengaruh Suhu Udara Pengering Dan Komposisi Zeolit 3A Terhadap Lama Waktu Pengeringan Gabah Pada Fluidized Bed Dryer*, Momentum vol. 8 No. 2 hal 6-10, Semarang.
- Halimatuddahlia, 2013, *Jenis-Jenis Alat Pengering*, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Hani A. M., 2012, *Pengeringan Lapisan Tipis Kentang ( Solanum Tuberosum. L) Varietas Granola*, Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Hidayati Noor, Diah Utami P., Ratnawati, Suherman, 2013, *Penerapan Teknologi Fluidized Bed Dryer Dengan Penambahan Zeolit 3a Untuk Meningkatkan Efisiensi pengeringan Gabah*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 2 No. 4 hal 65-71.
- Syahrul, Horibe A., dan Haruki N., 2006, *Heat sand Mass Transfer Analysis of Fluidized Bed Grain Drying*, Okayama University Tsushima naka 1-1-1 Okayama 700-8530, Japan
- Mulyono Djoko, Runanda Chandra Jefri, 2013, *Pengeringan Gabah Menggunakan Zeolit 3A Pada Alat Unggun Terfluidisasi*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 2 No. 2 Hal 40-45,
- Mutiawati Tino., 2007, *Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian. Workshop Pemandu Lapangan 1 (PL-1) Sekolah Lapangan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (SL-PPHP)*, Departemen Pertanian.
- Rahmawati U., Renggani T.R., Yudhista G.O., 2012, *Teknik Pengeringan dengan Fluidized Bed Dryer*, Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Banyumas.
- Suherman, Purbasari Aprilina, Aulia Margaretha P., 2012, *Pengaruh Suhu Udara Dan Berat Sampel Pada Pengeringan Tapioka Menggunakan Pengering Unggun Terfluidisasi*, Prosiding SNST ke-3, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Tanggasari D., 2014, *Sifat Teknik Dan Karakteristik Pengeringan Biji Jagung Zea Mays Pada Alat Pengering Fluidized Beds*, Fakultas Teknologi Pangan Dan Agroidustri Universitas Mataram.
- Taufiq Muchamad., 2004, *Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengering Konvensional dan Fluidized Bed*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Widjanarko A., Djaeni R.M., Ratnawati, 2012, *Penggunaan Zeolite Sintetis Dalam Pengeringan Gabah Dengan Proses Fluidisasi Indirect Contact*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2 No. 2 Hal 103-110.

Daftar Notasi :

$c_{pb}$	= Panas spesifik bahan (kJ/kg. <sup>0</sup> C)	$Q_3$	= Jumlah kalor yang digunakan menguapkan air dalam bahan (kJ)
$c_{pa}$	= Panas jenis air (kJ/kg. <sup>0</sup> C)	$Q_u$	= Panas yang diberikan udara untuk memanaskan bahan (kJ)
$c_{pu}$	= Panas jenis udara (kJ/kg <sup>0</sup> C)	$T_{iu}$	= Temperatur udara masuk ( <sup>0</sup> C)
$d_p$	= Diameter partikel atau jagung rata- rata (m)	$T_{ou}$	= Temperatur udara keluar ( <sup>0</sup> C)
$h_{fg}$	= Panas laten penguapan air (kJ/kg)	$T_b$	= Temperatur bahan dalam proses ( <sup>0</sup> C)
$KA_{bb}$	= Kadar air basis basah (% bb)	$T_{ib}$	= Temperatur bahan masuk ( <sup>0</sup> C)
$m_k$	= Massa bahan kering (kg)	$U$	= Laju aliran udara (m/s)
$m_a$	= Massa air dalam bahan (kg)	$V_u$	= Volume udara yang masuk ke dalam alat terfluidisasi (m <sup>3</sup> )
$m_{ua}$	= Massa air yang diuapkan (kg)	$\rho_u$	= Massa jenis udara (kg/m <sup>3</sup> )
$D$	= Debit udara yang masuk ke dalam alat terfluidisasi (m <sup>3</sup> / dtk)	$\mu$	= Viskoitas udara ( kg/m.dtk)
$Q_T$	= Total kalor yang digunakan pengeringan (kJ)	$\rho_U$	= Massa jenis udara (kg/m <sup>3</sup> )
$Q_1$	= Jumlah kalor yang digunakan memanaskan bahan (kJ)	$\Delta t$	= Lama pengeringan (s)
$Q_2$	= Jumlah kalor yang digunakan menaikkan suhu air bahan (kJ)	$\eta_e$	= Effisiensi energi pengeringan (%)