



PENGARUH TEMPERATUR DAN KECEPATAN UDARA TERHADAP LAJU PENGERINGAN JAGUNG MENGGUNAKAN ELEMEN PEMANAS (*HEATER*) DENGAN PENGERING TIPE RAK (*TRAY DRYER*)

Effect Of Temperature And Air Velocity On Corn Drying Rate Using Heater With Tray Dryer

H.W. Arrasyid*¹, A. Mulyanto*², R. Sutanto*³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. HP. 081999226912

*E-mail: hw017036@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

Biogas

Purification

Renewable Energy

Zeolite



Indonesia is the largest corn producer in Southeast Asia, Indonesia's corn production reached 18.5 million tons in 2013. Corn is a plant that plays the second important role after rice as a food raw material, corn has no less nutritional value when compared to rice. Loss of production during post-harvest handling in Indonesia is still very large due to improper post-harvest handling itself, one aspect of post-harvest handling is drying which is intended so that corn consumed by humans can be stored for a long time. Based on the potential and problems, a simple tool innovation emerged using a tray dryer using a heater. With an artificial drying system needed as an alternative to overcome this problem, the drying process with a Tray Dryer can be done at any time or not depending on the weather and space. The operating conditions in this study were drying air velocities of 2 m/s, 3 m/s, and 4 m/s, and heater temperatures of 65 °C, 70 °C and 75 °C, using four stacking shelves counting from the bottom, filled with 500 grams per shelf. This study aims to determine the effect of temperature variations in the corn seed drying box, to determine the effect of variations in air speed on the drying rate of the corn seed dryer, and to determine the costs required for drying the corn kernels. The results of this study are that the greater the temperature used to dry corn kernels, the greater the drying rate, the greater the air speed used to dry corn kernels, the greater the drying rate.

Dinamika Teknik Mesin

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen jagung terbesar di Asia Tenggara, produksi jagung Indonesia mencapai 18,5 juta ton pada tahun 2013, disusul Filipina pada urutan kedua dengan total produksi 7,4 juta ton, pemerintah

Indonesia tetap berupaya untuk meningkatkan produktivitas pada sektor pertanian dengan mengoptimalkan sumber daya yang terbatas seperti lahan, tenaga kerja, dan input lainnya, hal ini dilakukan dengan harapan dapat memproduksi bahan pangan yang lebih banyak serta dapat meningkatkan pendapatan rumah tangga para petani (Mantau, 2016). Dalam rangka swasembada karbohidrat di Indonesia, jagung adalah tanaman yang memegang peranan penting kedua setelah padi sebagai bahan baku makanan, jagung mempunyai nilai gizi tidak kalah jika dibandingkan dengan beras, kehilangan produksi selama penanganan pasca panen di Indonesia masih sangat besar dikarenakan penanganan pasca panen itu sendiri yang tidak tepat, salah satu aspek penanganan pasca panen yaitu pengeringan yang dimaksudkan agar jagung yang dikonsumsi oleh manusia dapat disimpan dalam waktu lama (Tulliza dan Mursalim, 2011).

Penanganan pasca panen yaitu pengeringan merupakan tahap yang penting untuk menjaga kualitas jagung selama masa penyimpanan, pada saat ini pengeringan jagung dijalankan dengan dua cara yaitu dengan sinar matahari langsung pemanas buatan. Pengeringan pada model yang pertama terkendala dengan ketergantungan pada musim, dimana pengeringan hanya dapat dijalankan jika intensitas sinar matahari cukup dan hari tidak hujan, selain itu hasil proses pengeringan memiliki kandungan air yang tidak seragam tergantung dari kelembaban relatif udara sekitar pada saat proses pengeringan, adapun pengeringan buatan terkendala dengan rendahnya efisiensi yang masih di bawah 60%, dan terdegradasinya kandungan protein pada jagung terutama jika suhu udara untuk proses pengeringan lebih dari 60°C (Rahmat dkk, 2019). Jagung mempunyai harga jual tinggi apabila kadar air didalam biji jagung sesuai standar yang diinginkan di pasaran, standar nasional Indonesia (SNI 01-03920-1995) kadar air pada jagung yakni 13-14% (Suprianto dkk, 2021).

Dengan sistem pengeringan buatan diperlukan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah tersebut, berbagai macam bentuk mesin pengering beredar di masyarakat saat ini, mesin pengering tipe rak (Tray Dryer) adalah salah satu tipe pengering yang sering digunakan dalam proses pengeringan, pengeringan dengan menggunakan mesin pengering Tray Dryer adalah salah satu cara pengeringan yang efektif, proses pengeringan dengan Tray Dryer dapat dilakukan kapan saja atau tidak tergantung cuaca dan ruang. Selain itu pengeringan dengan tipe rak tidak membutuhkan banyak tenaga kerja yang dipakai, berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah dikemukakan, memberikan pemikiran untuk mengkaji metode pengeringan menggunakan mesin pengering Tray Dryer, yang diduga akan sangat membantu masyarakat petani untuk mengeringkan jagung hasil panennya, dalam tahap ini dipelajari karakteristik pengeringan jagung dengan berbagai kondisi operasi pengeringan yaitu pada berbagai suhu dan kecepatan udara yang telah ditentukan serta dilakukan analisis distribusi suhu dan menguji performansi alat pengering dengan menggunakan mesin pengering tipe rak (Rahmat dkk, 2019)

Syahrul dkk meneliti bahwa waktu pengeringan yang cepat didapat pada temperatur udara yang tinggi, sebaliknya waktu pengeringan yang lama didapatkan pada temperatur udara yang rendah. Pada penelitian tersebut digunakan variasi temperatur udara 55°C, 60°C dan 65°C mendapatkan hasil bahwa pada temperatur udara 65°C menghasilkan waktu pengeringan yang paling cepat dibandingkan pengeringan pada temperatur 55°C dan 60°C. Sedangkan waktu pengeringan yang paling lama didapatkan pada temperatur udara 55°C (Syahrul dkk). Dan waktu pengeringan yang cepat didapatkan pada kecepatan udara tinggi, sebaliknya waktu pengeringan yang lama didapatkan pada kecepatan udara rendah, dalam penelitian tersebut digunakan variasi kecepatan udara 5 m/s, 6 m/s, dan 7 m/s mendapatkan hasil bahwa pada kecepatan udara 7 m/s menghasilkan waktu pengeringan yang lebih cepat jika dibandingkan pengeringan pada kecepatan udara 5 m/s dan 6 m/s, sedangkan waktu pengeringan yang lama didapatkan pada kecepatan udara 5 m/s (syahrul dkk, 2016)

Berdasarkan pemaparan di atas serta berbagai jurnal pendukung pada penelitian-penelitian mengenai mesin pengering bahwasanya didapatkan kesimpulan untuk mengurangi biaya pada pengeringan jagung. Judul yang diangkat yakni "Pengaruh Temperatur Dan Kecepatan Udara Terhadap Laju Pengerinan Jagung Menggunakan Elemen Pemanas (Heater) Dengan Pengerinan Tipe Rak (Tray Dryer)", tentu penelitian ini bermaksud untuk mengetahui biaya dan laju pengeringan jagung dengan adanya variasi temperatur dan kecepatan udara pada alat yang akan diuji.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengeringan merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam menentukan mutu dari biji jagung, di samping proses pemanenannya. Mutu biji jagung ditentukan oleh kadar airnya. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air dalam biji jagung sampai pada kondisi dimana kadar air dalam biji jagung tidak dapat menurunkan kualitas biji jagung dan biji jagung tidak ditumbuhi jamur. Berdasarkan sumber energinya, pengeringan pada jagung dapat dibedakan menjadi pengeringan alami dan pengeringan buatan (Mardani, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oneh (Rahmat dkk, 2019) pada Uji Pengeringan Biji Jagung (*Zea Mays. Sp*) Menggunakan Alat Pengering Biji Bijian Tipe Rak (Tray Dryer) didapatkan bahwa pengeringan biji jagung menggunakan alat pengering biji bijian tipe rak (Tray dryer) berpengaruh terhadap laju pengeringan dan terjadinya perubahan kadar air pada biji jagung atau menyebabkan kadar air menurun. Semakin tinggi suhu dan lama proses pengeringan akan menyebabkan laju pengeringan yang semakin cepat serta penurunan kadar air semakin kecil atau melambat.

Pada penelitian yang berjudul Performansi Mesin Pengering Jagung Tipe Vertikal Kontinyu (*Continuous Dryer*) Dengan Aliran Udara Panas Berlawanan Skala Pilot yang dilakukan oleh Marzona (2014). Dengan hasil semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pengeringan *Continuous Dryer* maka penguapan kadar air akan semakin besar.

Syahrul dkk, (2016) dalam penelitiannya tentang Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Dan Massa Bahan Terhadap Waktu Pengeringan Jagung Pada Alat *Fluidized Bed* mendapatkan hasil bahwa semakin tinggi kecepatan udara, waktu pengeringan jagung semakin cepat, dalam penelitian tersebut, menggunakan kecepatan udara pengering 7 m/s menghasilkan waktu pengeringan paling cepat sedangkan kecepatan udara 5 m/s mendapatkan waktu pengeringan paling lama.

3. DASAR TEORI

Pengeringan didefinisikan sebagai suatu cara untuk mengeluarkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan cara menguapkan sebagian air yang terkandung di dalamnya, melalui pemberian energi panas yang akan melibatkan kenaikan temperatur yang bertujuan untuk mendapatkan laju pengeringan yang tinggi. Prinsip pengeringan melibatkan dua fenomena yakni peristiwa perpindahan panas dan perpindahan massa. Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dari pada suhu udara yang dialirkan di sekelilingnya. Ini berkaitan dengan diberikannya panas pada bahan yang akan dikeringkan. Sedangkan proses perpindahan massa berkaitan dengan dikeluarkannya sejumlah cairan dari bahan ke lingkungan. Panas dari udara pengering akan menaikkan suhu bahan yang menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara (Mardani, 2018).

Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air hingga mencapai kadar air kesetimbangan sehingga mencegah tumbuhnya mikriorganisme pembusuk. Mutu standar jagung-bahan baku pakan meliputi kandungan zat makanan dan kandungan bahan berbahaya/racun serta kemurnian. Berdasarkan SNI.01-4483-1998 Departemen pertanian, (1998) persyaratan mutu standar jagung bahan baku pakan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Kadar air (maksimum) 14%
2. Kadar Protein Kasar (minimum) 7,5%
3. Kadar Serat Kasar (maksimum) 3,0%
4. Kadar Abu (maksimum) 2,0%
5. Kadar Lemak (minimum) 3,0%
6. Mikotoksin:
 - a. Aflatoksin (maksimum) 50 ppb
 - b. Okratoksin (maksimum) 5,0 ppb
7. Butir Pecah (maksimum) 5,0%
8. Warna Lain (maksimum) 5,0%
9. Benda Asing (maksimum) 2,0%
10. Kepadatan (minimum) 700 kg/cm³

Simmonds *et al.* dalam (Taufiq, 2004) menyatakan bahwa kadar air kritis adalah kadar air terendah saat mana laju air bebas dari dalam bahan ke permukaan sama dengan laju pengambilan uap air maksimum dari bahan. Pada biji-bijian umumnya kadar air ketika pengeringan dimulai lebih kecil dari kadar air kritis. Dengan demikian pengeringan yang terjadi adalah pengeringan dengan laju pengeringan menurun. Perubahan dari laju pengeringan tetap ke laju pengeringan menurun terjadi pada berbagai tingkatan kadar air yang berbeda untuk setiap bahan.

Laju pengeringan dapat dihitung dengan persamaan (Alit dan Susana, 2020)

$$\dot{m}_p = \frac{m_w}{t}$$

Keterangan:

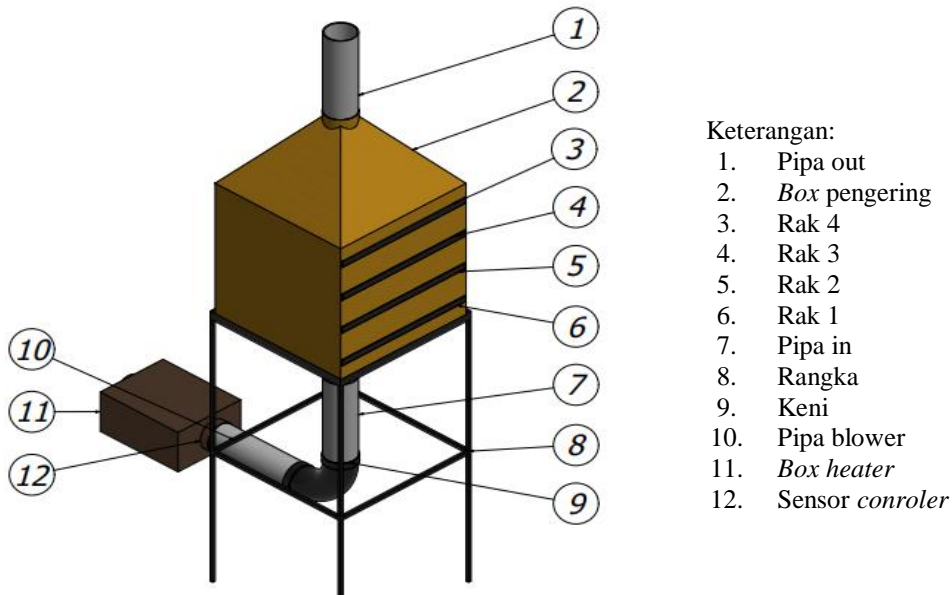
\dot{m}_p = Laju pengeringan (kg/s)

m_w = Massa yang diuapkan (kg)

t = Waktu Pengeringan (s)

4. METODE PENELITIAN

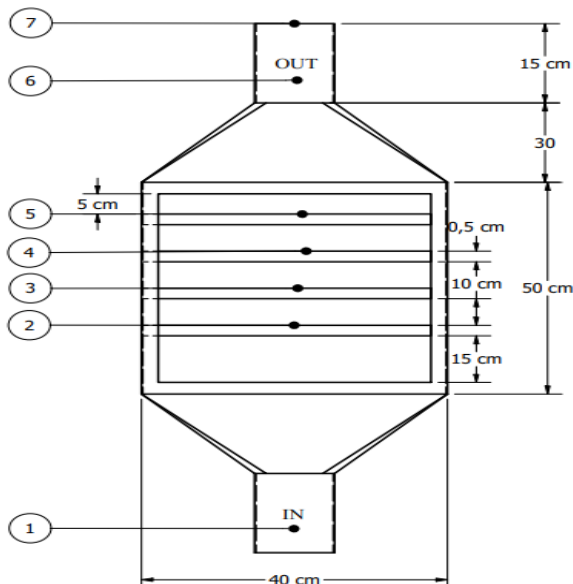
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan skema seperti terlihat pada gambar berikut.



Keterangan:

1. Pipa out
2. Box pengering
3. Rak 4
4. Rak 3
5. Rak 2
6. Rak 1
7. Pipa in
8. Rangka
9. Keni
10. Pipa blower
11. Box heater
12. Sensor conroler

Gambar 1. Skema Alat Pengering.



Keterangan:

1. Tin (°C)
2. T1 (°C)
3. T2 (°C)
4. T3 (°C)
5. T4 (°C)
6. Tout (°C)
7. Kecepatan Udara (m/s)

Gambar 2. Box Pengering dengan tata letak alat ukur

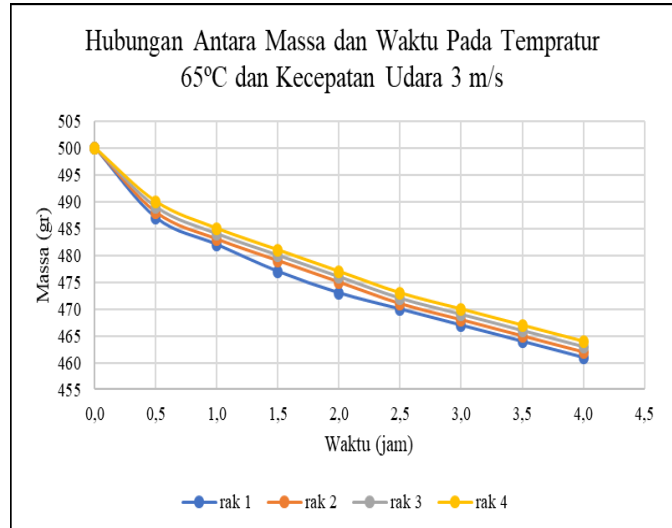
Pada penelitian ini digunakan dua macam variabel yakni variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel lainnya seperti daya yang digunakan, dengan menganalisa variabel terikat, diharapkan dapat ditemukan jawaban atau penjelasan mengenai masalah yang diuji. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mendapatkan kapasitas maksimum pada alat pengering, laju pengeringan dan biaya pengeringan dengan alat. Variabel bebas merupakan variabel yang dapat diatur dan ditentukan sesuai kebutuhan pengujian. Adapun variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yakni variasi kecepatan udara 2 m/s, 3 m/s, dan 4 m/s, dan variasi temperatur pemanas 65°C, 70 °C, dan 75 °C pada waktu pengeringan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan penelitian pengambilan data diambil setiap setengah jam sekali setelah dimasukkan jagung ke dalam alat pengering, kemudian ditunggu setengah jam lagi untuk membiarkan jagung di keringkan oleh mesin pengering, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Massa dengan waktu pada temperatur 65°C dan kecepatan udara 3 m/s

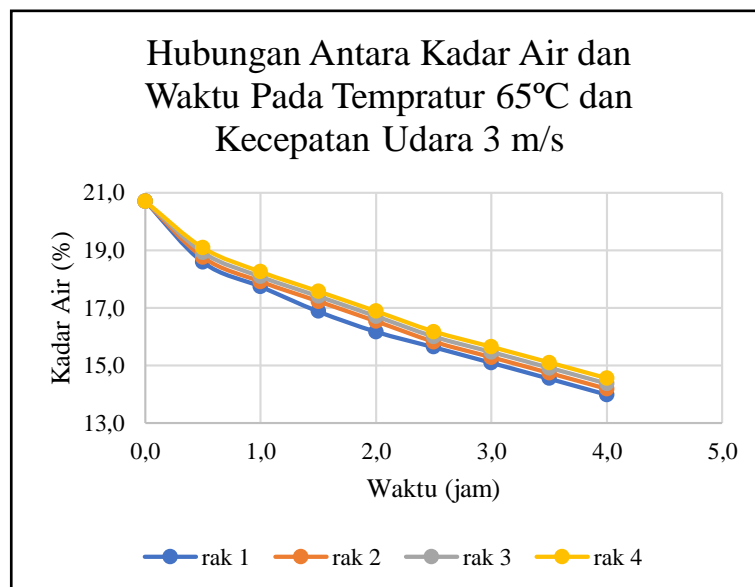
No	Waktu (jam)	Massa Bahan (gr)			
		M1	M2	M3	M4
1	0,0	500	500	500	500
2	0,5	487	488	489	490
3	1,0	482	483	484	485
4	1,5	477	479	480	481
5	2,0	473	475	476	477
6	2,5	470	471	472	473
7	3,0	467	468	469	470
8	3,5	464	465	466	467
9	4,0	461	462	463	464
10					



Gambar 3. Grafik hubungan massa dengan waktu pada Temperatur 65°C dan Kecepatan Udara 3 m/s

Berdasarkan grafik hubungan antara massa dengan waktu di atas maka diperoleh massa jagung yang dikeringkan berbanding lurus dengan waktu yang digunakan untuk mengeringkan jagung itu sendiri, semakin lama waktu yang digunakan untuk proses pengeringan biji jagung maka semakin sedikit massa yang ada pada jagung yang dikeringkan dengan alat pengering tipe rak. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu pengeringan, maka kadar air pada jagung semakin sedikit dan akibatnya air pada jagung semakin susah untuk diuapkan (Alit dan Susana, 2020), dan semakin sedikit waktu yang digunakan untuk mengeringkan jagung maka semakin sedikit massa biji jagung yang bisa dikeringkan menggunakan mesin pengering tipe rak.

Dari grafik di atas juga dapat dilihat bahwa perbedaan tata letak rak juga dapat berpengaruh terhadap massa atau kadar air pada jagung yang dikeringkan menggunakan pengering tipe rak, semakin bawah tata letak rak pada proses pengeringan jagung dengan alat pengering tipe rak maka jagung yang dikeringkan juga akan semakin cepat untuk mengering, begitu juga sebaliknya jika semakin atas tempat rak jagung pada proses pengeringan jagung tipe rak maka akan semakin lama waktu proses pengeringan jagung yang dibutuhkan. Untuk grafik dan tabel hasil perhitungan yang sama dengan variasi yang berbeda dapat di lihat pada lampiran.

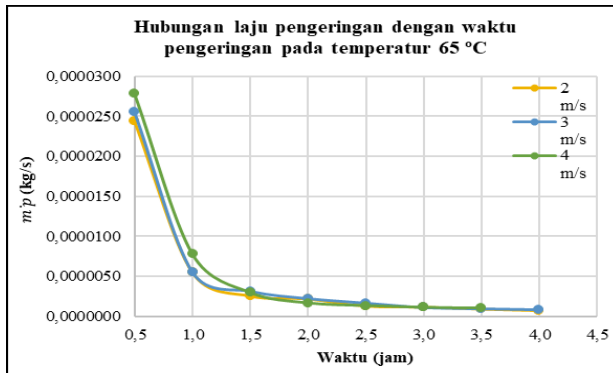


Gambar 4. Grafik hubungan waktu dengan kadar air pada temperatur 65°C dan kecepatan udara 3 m/s

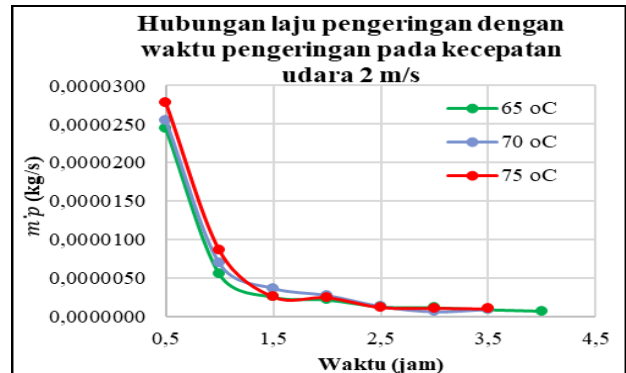
Berdasarkan grafik hubungan antara kadar air dengan waktu di atas maka diperoleh bahwa kadar air jagung yang dikeringkan berbanding lurus dengan waktu yang digunakan untuk mengeringkan jagung itu sendiri, semakin

lama waktu yang digunakan untuk proses pengeringan biji jagung maka semakin sedikit kadar air yang ada pada biji jagung yang dikeringkan dengan alat pengering tipe rak, dan semakin sedikit waktu yang digunakan untuk mengeringkan biji jagung maka semakin sedikit kadar air biji jagung yang bisa dikeringkan menggunakan mesin pengering tipe rak. Semakin lama waktu pengeringan maka semakin sukar air yang dihilangkan dalam biji jagung (mulyanto dkk, 2019) karena kandungan air pada jagung yang dikeringkan akan semakin berkurang seiring dengan berjalannya waktu pengeringan.

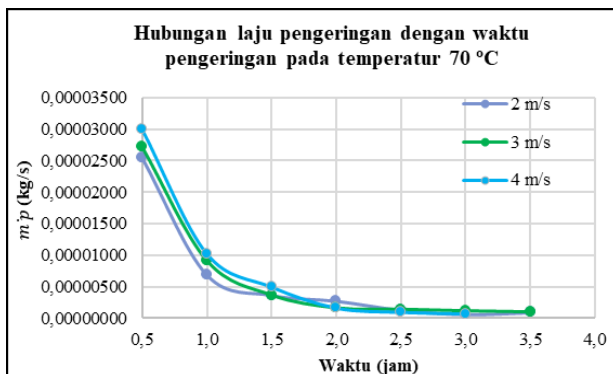
Dari grafik di atas juga dapat dilihat bahwa perbedaan tata letak rak juga dapat berpengaruh terhadap kadar air pada jagung yang dikeringkan menggunakan pengering tipe rak, semakin bawah tata letak rak pada proses pengeringan jagung dengan alat pengering tipe rak maka kadar air jagung yang dikeringkan juga akan semakin cepat untuk mengering, begitu sebaliknya jika semakin atas tempat rak jagung pada proses pengeringan jagung tipe rak maka akan semakin lama juga kadar air jagung akan mengecil pada proses pengeringan jagung.



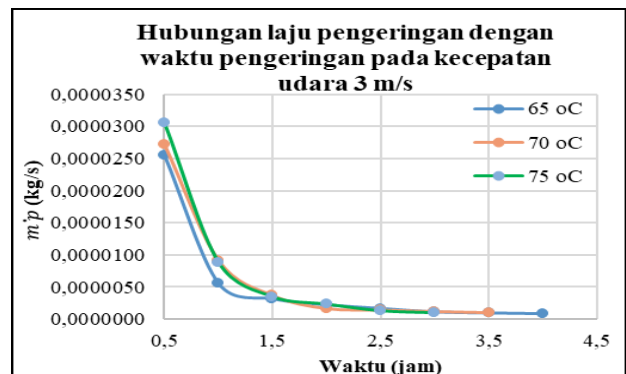
Gambar 5. Hubungan laju pengeringan, waktu dan kecepatan udara pada temperatur 65°C



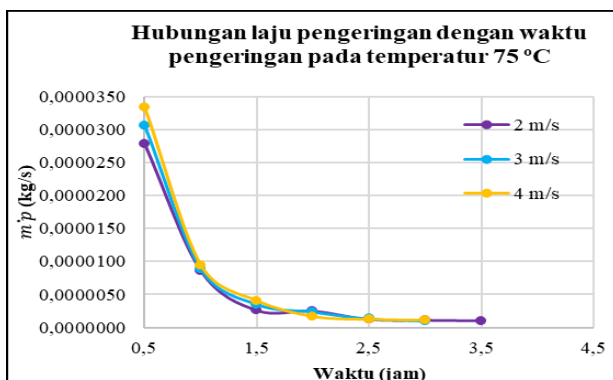
Gambar 6. Hubungan laju pengeringan, waktu dan temperatur pada kecepatan udara 2 m/s



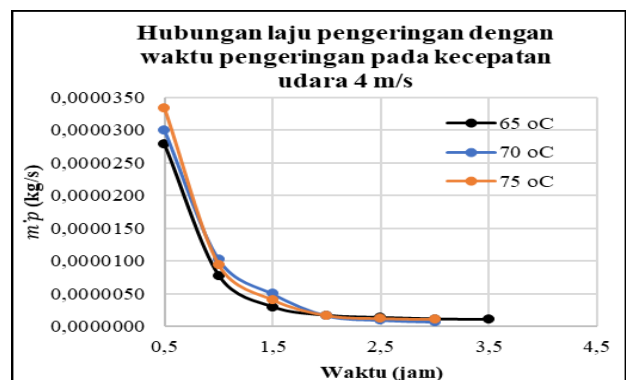
Gambar 7. Hubungan laju pengeringan, waktu dan kecepatan udara pada temperatur 70°C



Gambar 8. Hubungan laju pengeringan, waktu dan temperatur pada kecepatan udara 3 m/s



Gambar 9. Hubungan laju pengeringan, waktu dan kecepatan udara pada temperatur 75°C



Gambar 10. Hubungan laju pengeringan, waktu dan temperatur pada kecepatan udara 4 m/s

Dari grafik di atas didapatkan semakin besar temperatur yang digunakan untuk mengeringkan jagung maka semakin besar juga laju pengeringan pada proses pengeringan ini. Hal ini telah sesuai dengan pernyataan Taufiq (2004) Semakin besar temperatur pengeringan maka laju pengeringan semakin meningkat. Hal tersebut senada dengan penelitian yang mengatakan bahwa semakin besar suhu maka laju pengeringan juga semakin besar Hargono (2012). Hal ini dikarenakan makin tinggi suhu udara pengering maka makin tinggi energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan. Dengan adanya kenaikan suhu maka akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara.

Berdasarkan hasil dari grafik tersebut maka hasilnya sesuai dengan penelitian Sahrul dkk, (2016) yang mendapatkan hasil bahwa semakin tinggi kecepatan udara, waktu pengeringan jagung semakin cepat, jadi kecepatan udara sangatlah berpengaruh terhadap laju pengeringan.

Dari grafik di atas juga dapat dilihat bahwa semakin lama proses pengeringan maka laju pengeringan semakin mengecil dan semakin malandai seiring dengan kadar air di dalam jagung mengecil juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari, dkk dalam penelitiannya mengenai Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Pengeringan Rebung Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Kurz) (n.d) mengatakan bahwa laju pengeringan menjadi semakin rendah bila kadar air bahan mendekati kadar air saat massa bahan konstan. Maka dari itu grafik semakin lama semakin malandai dikarenakan kadar air yang ada pada jagung semakin mengecil, pada ketiga grafik tersebut bahwa penurunan kadar air pada jagung dimulai pada jam kesatu jam setengah saat di mulainya pengeringan sampai jagung yang dikeringkan menjadi kering.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data proses pengeringan dengan kecepatan udara 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, dan temperatur 65°C 70°C 75°C dapat disimpulkan bahwa kemampuan yang didapatkan oleh alat pengering yang dirancang. Semakin besar temperatur dan kecepatan udara yang digunakan untuk mengeringkan biji jagung maka laju pengeringan semakin besar, pada penelitian ini mendapatkan laju pengeringan terbesar pada temperatur 75°C dan kecepatan udara 4 m/s sebesar 0,0000333 kg/s pada waktu 30 menit pertama sedangkan laju pengeringan terkecil pada temperatur 70°C dan kecepatan udara 2 m/s pada waktu 3 jam sebesar 0,00000648 kg/s.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram atas fasilitas yang diberikan untuk digunakan sehingga penelitian dan paper ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alit, I. B., And Susana, I. B. (2020). Pengaruh Kecepatan Udara Pada Alat Pengering Jagung Dengan Mekanisme Penukar Kalor. *Rekayasa Mesin Eissn 2477-6041 Artikel 9, Pp, 77 – 84.*
- Badan Standardisasi Nasional – BSN. (1998), *Jagung Bahan Baku Pakan*, SNI 01-4483-1998.
- Hargono, Djaeni, M., And Buchori, L. (2012). Karakterisasi Proses Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi. *Reaktor, Vol. 14 No. 1*, 33-38.
- Lestari, A. P., Kencana, P. D., And Wijaya, I. A. (n.d.). Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Pengeringan Rebung Bambu Tabah (*Gigantochloa Nigrociliata* Kurz).
- Mantau, Z. (2016). Daya Saing Komoditas Jagung Indonesia Menghadapi Era Masyarakat Ekonomi Asean. *Jurnal Litbang Pertanian Vol. 35 No. 2*, 89-97.
- Mardani, J. (2018). Pengaruh Variasi Temperatur Udara Dan Massa Jagung Pada Alat Fluidized Bed Dengan Pipa Penukar Kalor Terhadap Waktu Pengeringan Jagung (Skripsi, Universitas Mataram).
- Marzona, E.M., C. C., And Murad. (2014). Performansi Mesin Pengering Jagung Tipe Vertikal Kontinyu (Continuous Dryer) Dengan Aliran Udara Panas Berlawanan Skala Pilot. *Artikel Ilmiah.*
- Mulyanto, A., Mirmanto, Susana, I. G., Alit, I. B., And Nuarsa, I. M. (2019). Pengeringan Biji Jagung Menggunakan Pengkondisi Udara. *Dinamika Teknik Mesin 9(1)*, 65-70.
- Rahmat, M., Patang, And Rais, M. (2019). Uji Pengeringan Biji Jagung (*Zea Mays. Sp*) Menggunakan Alat Pengering Biji Bijian Tipe Rak (Tray Dryer). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Volume 5 April Suplemen*, 222-229.
- Suprianto, B., Haryudo, S. I., And Baskoro, F. (2021). Pengering Jagung Dengan Elemen Pemanas Menggunakan Sensor Dht11 Dan Sersor Kadar Air Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 10 Nomer 01*, 163-171.

- Syahrul, S., Mardani, J., And Sayoga, M. (n.d.). Pengaruh Variasi Temperatur Udara Dan Massa Jagung Pada Alat Fluidized Bed Dengan Pipa Penukar Kalor Terhadap Waktu Pengeringan Jagung. 119-126.
- Syahrul, S., Romdhani, R., And Mirmanto, M. (2016). Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Dan Massa Bahan Terhadap Waktu Pengeringan Jagung Pada Alat Fluidized Bed. *Dinamika Teknik Mesin* 6, 119-126.
- Taufiq, M. (2004). Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengering Konvensional Dan Fluidized Bed (Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta).
- Tulliza, I., And Mursalim. (2011). Pengeringan Lapis Tipis Biji Jagung Dengan Alat Pengering Sistem Fluidasi. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Vol. 25 No. 1*, 69-72.