



## **Pengaruh Variasi Temperatur Udara Pemanas Terhadap Pengeringan Jagung Secara *Intermittent* Pada Alat *Fluidized Bed***

### ***The Effect of Variations In Air Temperature On Intermittent Drying of Corn In a Fluidized Bed Device***

**A.P. Bisma<sup>1</sup>, S. Syahrul<sup>2</sup>, M. Wirawan<sup>3</sup>**

Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia, Telp. 083147707788

\*E-mail: putrabismaa@gmail.com

---

#### **ARTICLE INFO**

##### *Article History:*

*Received*

*Accepted*

*Available online*

---

##### *Keywords:*

*Corn*

*Drying*

*Temperature*

*Intermittent*

*Moisture content*

*Fluidized bed*

#### **ABSTRACT**

*Grains are agricultural products that often experience post-harvest damage, one of which is corn. Based on the SNI 014483-1998 standard, the quality requirements that must be met by corn are having a moisture content of 14%. The drying method is used to maintain the quality and value of agricultural products. In general, post-harvest drying is only done naturally by drying using heat from solar energy or commonly called conventional drying. In this research, the drying process used a fluidized bed dryer. The purpose of this research was to determine the effect of variations in heating air temperature on intermittent drying time and drying efficiency. Variations of drying temperature used are 55°C, 60°C and 65°C, with an air speed of 6 m/s and the same mass of 0.7 kg. The results showed that temperature variations could affect drying time, where the fastest drying occurred at a temperature of 65°C which was 20 minutes and the longest occurred at a temperature of 55°C which was 30 minutes. Intermittent variations also affect drying time, where drying using the intermittent process at a temperature variation of 65 takes 20 minutes, whereas, at temperatures of 55°C and 60, °C has the longest drying time, namely 25 minutes. The intermittent process can also improve the quality of corn, where intermittent drying produces fewer cracks, namely 5%. Meanwhile, drying without intermittent produced more cracks in corn, namely 11%.*



## 1. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia terletak di garis khatulistiwa dan merupakan salah satu negara tropis. Memiliki lahan yang luas dan didukung oleh iklim tropis, yang memungkinkan Indonesia untuk bercocok tanam sepanjang tahun. Produk pertanian telah menjadi sumber penting bisnis dan perdagangan untuk meningkatkan perekonomian suatu negara. Dengan hasil pertanian yang melimpah dan diolah dengan baik di suatu negara, sangat memungkinkan untuk meningkatkan perekonomian dan meningkatkan taraf hidup masyarakat negara tersebut. Salah satu tanaman yang banyak ditanam di Indonesia adalah jagung. Dewan Jagung Nasional memprediksi produksi jagung nasional tahun ini mencapai 23 juta ton. Pada tahun 2021, produksi jagung dalam negeri diperkirakan mencapai 15,79 juta ton dengan kadar air 14%. Dihasilkan dari luas panen kurang lebih 4,15 hektar (Cnbcindonesia.com, 2022).

Jagung merupakan salah satu tanaman yang ditanam oleh petani Indonesia yang membutuhkan pengeringan pasca panen. Jagung yang berkualitas baik dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan jagung sebagai bahan pangan dan bahan utama industri pakan, sehingga perlu menjamin pasokan jagung dengan mutu yang baik dan berkualitas, akan tetapi jagung pasca panen pada umum memiliki kadar air yang cukup tinggi sekitar 35%-20%. Kadar air yang tinggi pada jagung akan menurunkan mutu dan kualitasnya. Dengan kadar air yang cukup tinggi jagung tidak aman untuk di simpan dalam jangka waktu yang lama karena akan terserang jamur sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap dan cepat rusak. Pemerintah telah menetapkan berdasarkan standar SNI 014483-1998 tentang jagung sebagai bahan pakan, persyaratan mutu kadar air maksimum yang diperbolehkan dalam biji jagung adalah 14% (Departemen Pertanian, 1998).

Pengeringan adalah proses pengurangan kadar air suatu bahan sampai pada batas tertentu dengan menggunakan energi panas dengan tujuan untuk menjaga kualitas bahan. Dasar dari proses pengeringan adalah penguapan air ke udara karena adanya perbedaan kadar uap air antara udara dan bahan yang dikeringkan, kadar air di dalam udara lebih rendah sehingga uap air dari bahan bisa ditampung dalam udara. Dalam proses pengeringan berlangsung terjadi dua proses secara bersamaan yaitu perpindahan panas dari lingkungan ke bahan dan perpindahan massa dari bahan ke lingkungan. Proses perpindahan panas dipengaruhi oleh perubahan suhu pengering dan proses perpindahan massa air dipengaruhi oleh perpindahan panas dan perpindahan momentum. Perpindahan massa air ditandai dengan penurunan massa bahan dan perubahan bentuk fisik (Novrinaldi, 2019).

Pengeringan menggunakan panas matahari merupakan salah satu metode pengeringan alami karena menggunakan panas matahari langsung dan pergerakan udara di sekitarnya. Bahan yang akan dikeringkan biasanya ditaburkan di atas lantai, karpet, atau lantai semen, dimana bahan tersebut menerima energi matahari gelombang pendek pada siang hari dengan sirkulasi udara alami. Sebagian dari energi matahari dipantulkan kembali dan sisanya diserap oleh permukaan bahan. Radiasi yang diserap diubah menjadi energi panas dan suhu bahan mulai naik (Sari, 2021). Untuk mengatasi kelemahan pada pengeringan alami adalah dengan menggunakan alat pengering, selain kualitas produk dihasilkan lebih baik, keberlangsungan pengeringan juga dapat dilakukan setiap saat, terlepas dari sinar matahari dan cuaca. Prinsip pengoprasian alat ini sangat sederhana yaitu mengalirkan udara panas dari ruang bakar ke dalam ruang udara panas di bawah lantai pemisah dan dihembuskan oleh *blower* sehingga udara panas menyebar dan naik ke atas melalui lubang-lubang udara lalu melalui bahan yang sedang dipanaskan dan akhirnya keluar di bagian atas. Pembuatan alat pengering ini didasarkan pada kenyataan bahwa pengeringan dapat dilakukan kapan saja, tidak tergantung pada sinar matahari untuk dapat mempercepat waktu pengeringan dan kualitas yang baik (Mamengko, 2019).

*Fluidized bed* yaitu proses pengeringan dengan sistem terdiri dari *blower*, pemanas, dan rak pengering. Alat ini sering dipakai untuk mengeringkan produk hasil pertanian seperti padi dan jagung. Parameter yang diamati adalah kadar air, kelembaban udara, dan waktu pengeringan. Hasilnya, semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan (Alit, 2020). Mengkombinasikan pengeringan dan tempering disebut sebagai pengeringan *intermittent*. Dengan melakukan pengeringan dan tempering selama waktu tertentu secara bergantian, diharapkan perbedaan kadar air antar bagian di dalam kernel dapat diminimalkan sehingga pengeringan pada suhu tinggi dapat digunakan untuk waktu yang memadai (Maulidin, 2019).

### 1.1 Efisiensi energi pengeringan

Menurut penelitian dari (Faturrahman, 2017), efisiensi pengeringan adalah hasil perbandingan antara panas yang dibutuhkan dengan penggunaan panas yang tersedia dalam pengeringan. Jumlah kalor (panas) yang digunakan untuk pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1)$$

Dimana  $Q_t$  adalah jumlah panas yang digunakan untuk pengeringan (kJ),  $Q_1$  adalah panas sensibel bahan (kJ),  $Q_2$  adalah panas sensibel air (kJ) dan  $Q_3$  adalah panas laten penguapan air (kJ).

$$Q_1 = m_k c_p (T_p - T_i) \quad (2)$$

Dimana  $Q_1$  adalah jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan,  $m_k$  adalah massa kering bahan (kg),  $c_p$  adalah panas jenis bahan (kJ/kg°C),  $T_p$  adalah suhu akhir bahan (°C),  $T_i$  adalah suhu awal bahan (°C).

$$Q_2 = m_a c_{pa} (T_{akb} - T_{awb}) \quad (3)$$

Dimana  $Q_2$  adalah jumlah panas yang digunakan untuk menaikkan suhu air di dalam bahan,  $m_a$  adalah massa air awal bahan (kg),  $c_{pa}$  adalah panas jenis air (kJ/kg°C).

$$Q_3 = m_w h_{fg} \quad (4)$$

Dimana  $Q_3$  adalah jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air bahan,  $m_w$  adalah massa air yang diuapkan (kg),  $h_{fg}$  adalah perbedaan nilai entalpi spesifik zat (kJ/kg).

Panas yang diberikan udara untuk memanaskan bahan dari *bed* pengering ( $q$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$q = \rho_u V c_{pu} (T_m - T_k) \quad (5)$$

Dimana  $\rho_u$  adalah massa jenis udara ( kg/m<sup>3</sup>),  $V$  adalah volume udara masuk *bed* pengering (m<sup>3</sup>),  $c_{pu}$  adalah panas jenis udara (kJ/kg°C),  $T_m$  adalah suhu rata-rata udara masuk *bed* pengering (°C),  $T_k$  adalah suhu rata-rata udara keluar *bed* pengering (°C).

$$V_u = \dot{V} x t \quad (6)$$

Dimana  $\dot{V}$  adalah debit udara masuk *bed* pengering (m<sup>3</sup>/s),  $t$  adalah waktu pengeringan (s).

$$\dot{V} = vA \quad (7)$$

Dimana  $v$  adalah kecepatan aliran udara masuk (m/s),  $A$  adalah luas penampang *bed* pengering (m<sup>2</sup>).

Efisiensi pengeringan terfluidisasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q_t}{q} x 100\% \quad (8)$$

Dimana  $\eta$  adalah Efisiensi pemakaian kalor pada pengeringan (%)

### 1.2 Laju Pengeringan

Laju pengeringan dapat dihitung dengan persamaan (Nurhasanah, 2019):

$$\dot{m}_p = \frac{m_w}{t} \quad (9)$$

dimana  $\dot{m}_p$  adalah laju pengeringan (kg/s),  $m_w$  adalah massa yang diuapkan (kg),  $t$  adalah waktu Pengeringan (s).

### 1.3 Kecepatan minimum fluidisasi

Kecepatan minimum fluidisasi ( $U_{mf}$ ) adalah kecepatan superficial fluida minimum dimana fluidisasi mulai terjadi. Dimana persamaannya didapatkan dengan mengkombinasikan persamaan dari Ergun (1952), dengan persamaan neraca massa pada unggun terfluidisasi, sehingga persamaannya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$U_{mf}^2 = \frac{d_p (\rho_s - \rho_u) g}{1,75 \rho_u} \mathcal{E}_{mf} \quad (10)$$

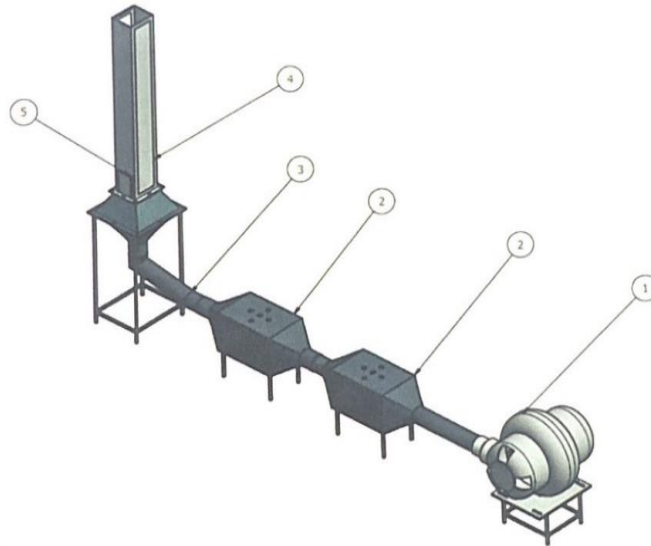
Dimana  $d_p$  adalah diameter partikel (m),  $\rho_s$  adalah massa jenis partikel (kg/m<sup>3</sup>),  $g$  adalah gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>),  $\mathcal{E}_{mf}$  adalah porositas unggun. Untuk mencari porositas unggun ( $\mathcal{E}_{mf}$ ) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\varepsilon_{mf} = \frac{V_u - V_p}{V_u} \quad (11)$$

Dimana  $V_u$  adalah volume unggun ( $m^3$ ),  $V_p$  adalah volume partikel ( $m^3$ ).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan skema alat penelitian seperti yang terlihat pada gambar 1.



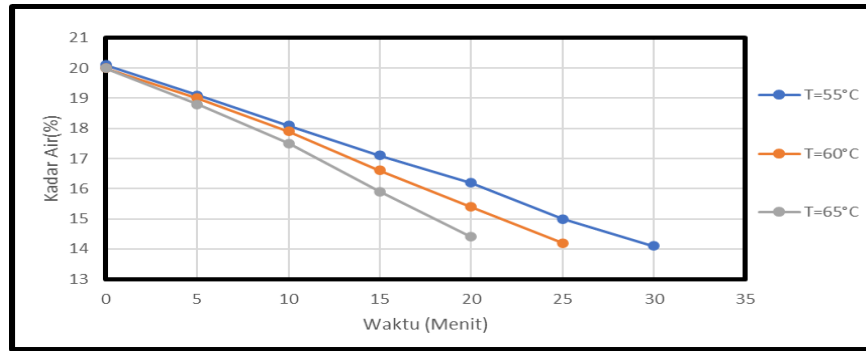
Gambar 1. Skema alat penelitian 1. kipas sentrifugal (*blower*), 2. elemen pemanas (*heater*), 3. pipa saluran pemanas (*plenum*), 4. ruang pengering (*bed*), 5. Tempat memasukan bahan (*hopper*)

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan beberapa persiapan yaitu mempersiapkan alat diantaranya kompor gas, *thermocouple*, *blower*, *anemometer*, *moisture meter*, timbangan digital, *stopwatch* dan penggaris. Kemudian mempersiapkan dan menimbang bahan jagung dengan kadar air awal 20% toleransi 0,5% seberat 0,7 kg.

Setelah biji jagung sudah siap dan sesuai kebutuhan penelitian, dilakukan proses pengeringan dengan menyalakan kompor dan *blower* dengan mengatur temperatur dan kecepatan udara masuk ruang pengering. Variasi temperatur yang digunakan 55°C, 60°C, 65°C serta *intermittent*. Kemudian bahan dimasukan ke dalam ruang pengering dan pengamatan kadar air dilakukan setiap 5 menit sekali sampai mencapai kadar air maksimal 14% toleransi 0,5% secara bersamaan dilakukan pengambilan data temperatur yang terbaca di delapan titik *thermocouple* dan kecepatan udara keluar ruang pengering serta tinggi unggun dari setiap variasi. Dalam penelitian ini dilakukan dua kali pengulangan pada masing-masing variasi temperatur serta *intermittent* yang digunakan.

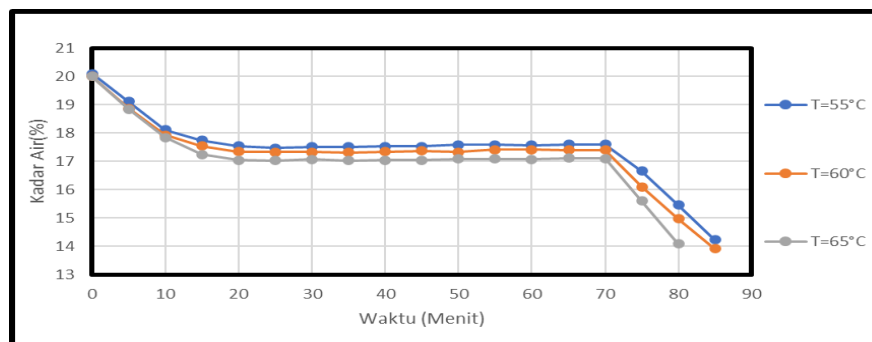
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan waktu pengeringan yang bervariasi sesuai dengan variasi temperatur serta *intermittent* yang digunakan pada proses pengeringan jagung.



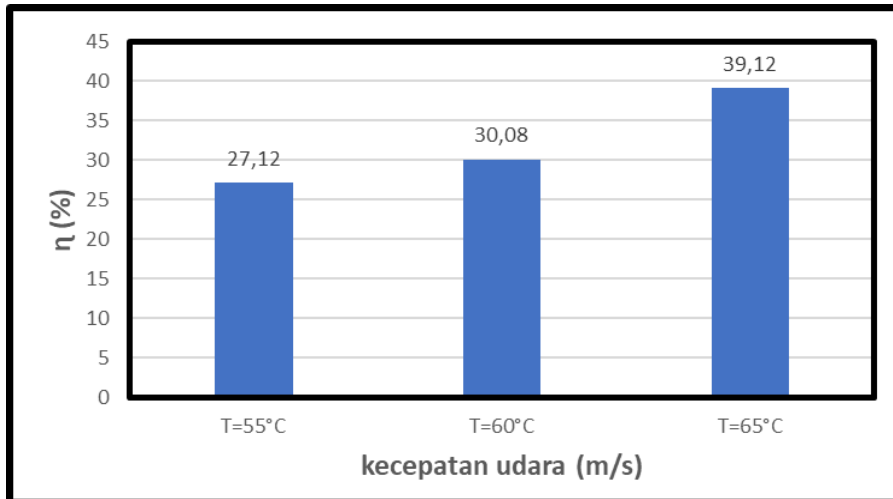
Gambar 2. Grafik hubungan kadar air dengan waktu pengeringan tanpa *intermittent* dan variasi temperatur 55°C, 60°C, dan 65°C.

Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan waktu pengeringan dengan tanpa *intermittent* menunjukkan hasil yang berbeda-beda sesuai dengan variasi temperatur yang digunakan, pada temperatur 55°C membutuhkan waktu selama 30 menit untuk mencapai kadar air 14,1%. Pada temperatur 60°C membutuhkan waktu 25 menit untuk mencapai kadar air 14,2%. Sedangkan pada temperatur 65°C hanya membutuhkan waktu 20 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan. Sedangkan variasi temperatur 55°C memperoleh waktu pengeringan paling lama untuk mencapai kadar air yang diinginkan.



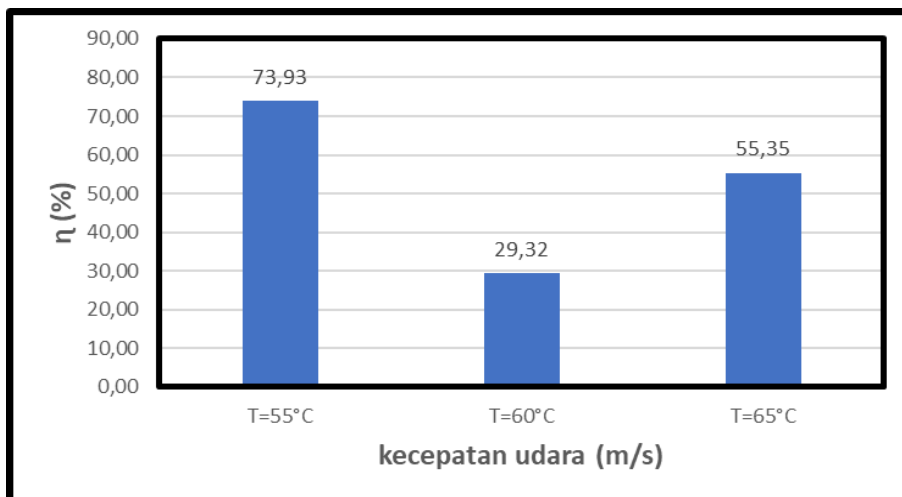
Gambar 3. Grafik hubungan kadar air dengan waktu pengeringan menggunakan *intermittent* dan variasi temperatur 55°C, 60°C, dan 65°C.

Gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan waktu pengeringan dengan menggunakan *intermittent* menunjukkan hasil yang berbeda-beda sesuai dengan variasi temperatur yang digunakan, pada temperatur 55°C membutuhkan waktu selama 85 menit untuk mencapai kadar air 14,2%. Pada temperatur 60°C membutuhkan waktu 85 menit untuk mencapai kadar air 13,9%. Sedangkan pada temperatur 65°C hanya membutuhkan waktu 80 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan. Sedangkan variasi temperatur 55°C dan 60°C memperoleh waktu pengeringan paling lama untuk mencapai kadar air yang diinginkan.



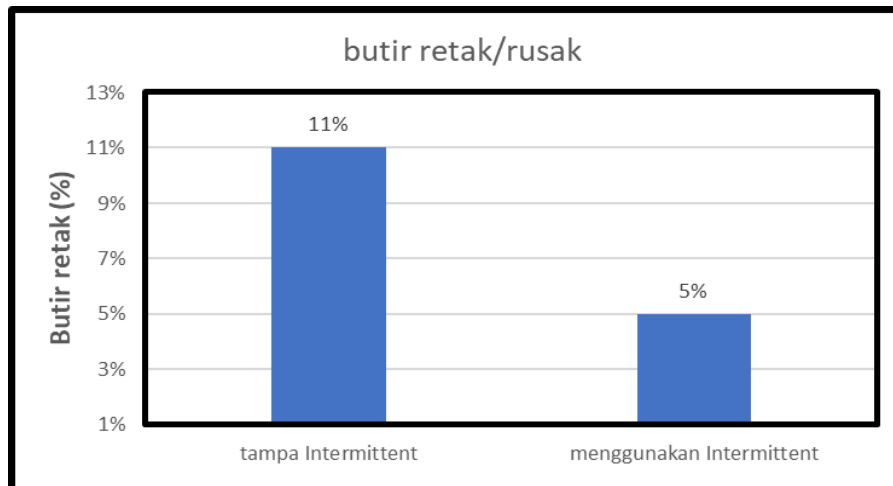
Gambar 4. Grafik nilai efisiensi pada variasi temperatur 55°C, 60°C, dan 65°C tanpa *intermittent*.

Gambar 4 menunjukkan bahwa terlihat perbedaan efisiensi pada pengeringan menggunakan variasi Temperatur, dimana pada temperatur 65°C memiliki efisiensi paling tinggi yaitu 39,12%, lalu pada temperatur 60°C memiliki nilai efisiensi sebesar 30,08%. Sedangkan pada temperatur 55°C memiliki efisiensi paling rendah yaitu 27,12%.



Gambar 5. Grafik Nilai Efisiensi pada variasi *intermittent* dengan temperatur 55°C, 60°C, dan 65°C.

Pada gambar 5 terlihat perbedaan efisiensi pada pengeringan menggunakan variasi Temperatur, dimana pada temperatur 55°C memiliki efisiensi paling tinggi yaitu 73,9%, lalu pada temperatur 65°C memiliki nilai efisiensi sebesar 55,35%. Sedangkan pada temperatur 60°C memiliki efisiensi paling rendah yaitu 29,32%.



Gambar 6. Grafik Perbedaan nilai butir yang retak pada pengeringan dengan *intermittent* dan tanpa *intermittent*.

Gambar 6 menunjukkan bahwa terlihat perbedaan jumlah beras retak yang sudah digiling setelah dikeringkan dengan menggunakan massa 0,7 kg, kecepatan udara 6 m/s, dan temperatur 55°C, menggunakan variasi *intermittent* dan tanpa *intermittent*. Dari grafik yang dihasilkan terlihat bahwa proses *intermittent* dapat mempengaruhi jumlah butir yang retak. Pada variasi tanpa menggunakan *intermittent* menunjukkan jumlah butir yang retak sebanyak 11%. Sedangkan pada pengeringan dengan *intermittent* mempunyai jumlah butir yang retak lebih rendah yaitu 5%.

#### 4. KESIMPULAN

Semakin tinggi temperatur pengeringan yang digunakan, maka waktu pengeringan akan semakin cepat. Pada variasi temperatur 65°C memiliki waktu pengeringan yang paling cepat yaitu 20 menit, sedangkan pada temperatur 55°C memiliki waktu pengeringan yang paling lama yaitu 30 menit. Variasi *intermittent* dapat mempersingkat waktu lebih cepat dengan kadar air yang di inginkan. Pada variasi temperatur 65°C memiliki waktu pengeringan yang paling cepat yaitu 20 menit, sedangkan pada temperatur 55°C dan 60°C memiliki waktu pengeringan yang paling lama yaitu 25 menit. Efisiensi tertinggi dalam pengeringan ini terjadi pada pengeringan dengan variasi temperatur 55°C menggunakan *intermittent*, yaitu sebesar 73,93%. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada variasi temperatur 55°C yaitu sebesar 27,12%. Proses *intermittent* dapat mempengaruhi jumlah keretakan pada jagung. Dimana pengeringan dengan *intermittent* menghasilkan keretakan lebih sedikit, yaitu 5%. Sedangkan pengeringan tanpa *intermittent* menghasilkan lebih banyak keretakan pada jagung yaitu 11%.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk serta jalan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini serta kedua orang tua penulis, Ayah Sholihin dan Ibu Sumarni, yang telah memberi dukungan dan do'a kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini

#### DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas penampang pengering ( $m^2$ )
$c_p$	= Panas jenis bahan ( $kJ/kg^{\circ}C$ )
$c_{pu}$	= Panas jenis udara ( $kJ/kg^{\circ}C$ )
$c_{pa}$	=Panas jenis air ( $kJ/kg^{\circ}C$ )
$d_p$	= Diameter partikel (m)
$g$	= percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$h_{fg}$	= Panas laten penguapan air ( $kJ/kg$ )
$ka$	= Kadar air (%)
$m_{akhir}$	= Massa bahan setelah dikeringkan (Kg)

$m_k$	= Massa kering bahan (kg)
$m_t$	= Massa total bahan (Kg)
$m_a$	= Massa air (kg)
$m_t$	= Massa total bahan (kg)
$m_w$	= Massa yang diuapkan (Kg)
$\dot{m}_p$	= Laju pengeringan (kg/s)
$Q_t$	= Jumlah panas yang digunakan untuk pengeringan (kJ)
$Q_1$	= Panas sensibel bahan (kJ)
$Q_2$	= Panas sensibel (kJ)
$Q_3$	= Panas laten penguapan air (kJ)
$q$	= Panas yang diberikan udara untuk bahan (kJ)
$s$	= Panjang Sisi (m)
$T_i$	= Suhu awal jagung ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_k$	= Suhu rata-rata udara keluar pengering ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_m$	= Suhu rata-rata udara masuk pengering ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_p$	= Suhu akhir jagung ( $^{\circ}\text{C}$ )
$t$	= Waktu Pengeringan (s)
$U_{mf}$	= Kecepatan fluidisasi minimum (m/s)
$V$	= Volume udara ( $\text{m}^3$ )
$V_u$	= Volume unggun ( $\text{m}^3$ )
$V_p$	= Volume partikel ( $\text{m}^3$ )
$v$	= Kecepatan aliran udara masuk (m/s)
$\Delta t$	= Waktu rata-rata pengeringan (s)
$\dot{V}$	= Debit udara masuk ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$\mathcal{E}_{mf}$	= Porositas unggun ( $\text{m}^3$ )
$\rho_s$	= Massa jenis partikel ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\rho_u$	= Massa jenis udara ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\rho_u$	= Massa jenis udara ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\eta$	= Efisiensi pemakaian kalor pada pengeringan (%)

## DAFTAR PUSTAKA

- Alit, I. B., & Susana, I. G. B. (2020). Pengaruh kecepatan udara pada alat pengering jagung dengan mekanisme penukar kalor. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 1, No. 1, p. 77-84.
- Cnbcindonesia.com, (2022) produksi jagung nasional bisa mencapai 23 juta ton tahun ini <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220127102009-4-310849/hati-hati-produksi-jagung-tahun-ini-bisa-terancam>
- Departemen pertanian, (1998). *Standar Nasional Indonesia Jagung Bahan Baku Pakan*, SNI 01-4483-1998, Badan Standarisasi Nasional.
- Ergun, S. (1952). *Fluid Flow Through Packed Columns*. *Chemical Engineering Progress*, 48 (2).
- Fathurrahman, F. (2017). *Analisa Termodinamika Pada Alat Pengering Fluidized Bed Terhadap Laju Pengeringan Jagung*. [Skripsi, Universitas Mataram].
- Mamengko, C. A. (2019). *Uji performansi mesin pengering jagung*. [Skripsi, Politeknik Negeri Manado].
- Maulidin, A. F., Nelwan, L. O., & Hasbullah, R. (2019). *Kajian Pengeringan Bak Gabah Secara Intermittent Terhadap Mutu Beras*. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, Vol. 7, No. 3, p. 171-178.
- Novrinaldi, N., & Putra, S. A. (2019). *Pengaruh kapasitas pengeringan terhadap karakteristik gabah menggunakan Swirling Fluidized Bed Dryer (SFBD)*. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, Vol. 13, No. 2, p. 111-124.
- Sari, W. N. (2021). *Kinetika Pengeringan padi Menggunakan Fluidized Bed Dryer dengan Udara Panas dari Proses Pirolisis* [Skripsi, Universitas Sumatera Utara].