



## Pengaruh kecepatan udara dan massa gabah terhadap kecepatan pengeringan gabah menggunakan pengering terfluidisasi

Syahrul\*, Mirmanto, S. Ramdoni

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62 Mataram, NTB, 83125, Indonesia. \*Email: syahrul\_husain@yahoo.com

### ARTICLE INFO

*Article History:*  
Received 28 December 2016  
Accepted 2 April 2017  
Available online 30 June 2017

*Keywords:*  
Grain  
Fluidization  
Air velocity  
Mass of grain

### ABSTRACT

*Grain processing does not meet the actual grain harvests. This is due to the unsuitable drying process. Milling grain entrepreneurs and farmers in Indonesia are currently conducting a drying process under the sun. Based on the National Standards Body (BSN), grain moisture content must be at 14% to maintain the grain at high qualities. The purpose of this study is to determine the effect of velocity and grain mass variations on drying times. The grain used in this study contains an initial moisture content of  $22\% \pm 0.5\%$ . The grain is dried by inserting it into the drying chamber and varying the air velocities and grain mass. The air velocities used are 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s and the variations of the grain mass are 1 kg, 2 kg and 3 kg. The results show that increasing the air velocity decreases the drying time. On the other hand, when the grain mass is increased, the drying time elevates. The air velocity and mass of the grain that results in the fastest drying time are 6 m/s and 2 kg. The time required for achieving the water content of 13.6% is 30 menit. At the air velocity of 4 m/s, and the grain masses of 1 kg, 2 kg, and 3 kg, to achieve moisture contents of 13.4%, 13.5% and 13.4% the drying time needs 50 minutes.*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertanian. Salah satunya adalah padi, bahkan Indonesia menempati urutan ke-tiga dengan jumlah produksi sebesar 70,8 juta ton/tahun. Hal ini karena Indonesia memiliki luas daratan sepertiga dari luas keseluruhan wilayahnya. Namun, hasil pengolahan padi seringkali tidak sebanding dengan hasil panen yang sebenarnya. Ini karena pengolahan pasca panen yang kurang optimal dari para petani dan

pengusaha penggilingan gabah. Dengan kondisi hasil pertanian yang berlimpah tersebut dibutuhkan penanganan pasca panen yang tepat agar hasil panen awet atau tidak cepat rusak. Salah satu cara yang dapat dilakukan petani atau pengusaha penggilingan gabah dalam menangani hasil panen tersebut yaitu dengan cara pengeringan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang tersimpan di dalam bahan.

Pengusaha penggilingan gabah dan petani di Indonesia saat ini melakukan proses pengeringan dengan memanfaatkan cahaya matahari. Cara ini masih tergolong sangat konvensional dan tidak efisien. Metode ini sangat bergantung pada cuaca dan membutuhkan lahan yang luas serta waktu yang lama. Pada musim penghujan, proses pengeringan terhambat karena intensitas cahaya matahari yang sangat rendah. Oleh sebab itu kualitas hasil panen bisa menurun dan rusak. Kualitas hasil panen yang menurun membuat harga jual menjadi lebih murah.

Secara umum setelah dipanen, padi mempunyai kadar air cukup tinggi sekitar 20-23% basis basah pada musim kemarau dan pada musim hujan sekitar 24-27% basis basah (Yahya, 2015). Pada tingkat kadar air tersebut padi tidak aman disimpan karena sangat mudah terserang jamur atau mudah rusak. Agar aman disimpan dalam jangka waktu lama, padi perlu dikeringkan hingga kadar air sekitar 14% basis basah (BSN, 1987). Pengeringan gabah merupakan proses untuk mengurangi kadar air dengan tujuan menghasilkan beras yang berkualitas. Metode pengeringan gabah ada dua metode yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Pengeringan alami dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan cahaya matahari seperti dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Selain itu, proses pengeringan alami membutuhkan waktu 1-3 hari dan membutuhkan lahan yang luas. Pengeringan gabah dengan metode konvensional saat ini sudah tidak relevan untuk digunakan. Namun demikian, metode ini masih menjadi pilihan utama dari petani karena biaya operasionalnya lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan pengeringan jenis lain. Metode lain yang dapat digunakan adalah menggunakan oven, Herawan (1992), namun metode ini disinyalir masih terlalu banyak menggunakan energi. Pengeringan yang murah yaitu menggunakan panas limbah yang dialirkan melalui radiator paralel ke dalam ruangan pengering, Mirmanto dkk. (2016, 2017). Tetapi metode ini tidak dapat digunakan jika dilokasi tempat pengeringan tidak ada limbah panas.

Kebutuhan beras yang terus meningkat setiap tahun menjadi faktor utama untuk dilakukannya inovasi terhadap sistem pengeringan yang sudah ada. Salah satu alternatif pengeringan gabah adalah dengan alat pengering mekanis. Dengan alat pengering mekanis, proses pengeringan dapat lebih cepat dan distribusi gabah dapat berlangsung secara terus menerus, Hidayati dkk. (2013)

Terdapat beberapa teknologi pengeringan buatan yaitu, pengering oven, pengering semprot (*spray dryer*), *fluidized bed dryer*, dan *rotary*

*dryer*. Pengeringan menggunakan proses fluidisasi (*fluidized bed*) dapat dipertimbangkan karena mutu produk yang didapat relatif baik (seragam), keberlangsungan produksi terjamin, dapat dioperasikan siang dan malam serta dapat dilakukan pemantauan kadar air akhir dalam gabah (Widjanarko dkk, 2012). Oleh sebab itu, pengering dengan menggunakan prinsip fluidisasi dapat menjadi pilihan. Pengering fluidisasi mempunyai beberapa kelebihan yaitu laju perpindahan panas dan massa cukup tinggi karena kontak antara udara panas pengering dengan bahan yang dikeringkan cukup baik, temperatur dan kadar air seragam, konstruksi sederhana, kapasitas pengeringan tinggi (Yahya, 2015).

Alat pengering terfluidisasi ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan berbentuk butiran dan tepung. Pada alat ini udara panas dipaksakan naik ke atas melewati wadah yang berlubang-lubang kemudian menembus bahan. Udara panas berfungsi sebagai media pengering. Kecepatan aliran udara panas diatur sedemikian rupa sehingga mengakibatkan bahan melayang-layang dan terjadi terfluidisasi. Akan tetapi penggunaan alat ini memerlukan biaya investasi yang cukup tinggi untuk pengoperasian dan perawatan serta penggunaannya terbatas pada bahan-bahan tertentu (Taufiq, 2004).

Menurut Hidayati dkk (2013), penambahan zeolit 3A dapat meningkatkan efisiensi pengeringan gabah, suhu yang semakin tinggi dengan *flowrate* konstan dapat mempersingkat waktu proses pengeringan gabah. *Flowrate* yang semakin besar dengan suhu konstan dapat mempersingkat waktu proses pengeringan gabah.

Menurut Indriani dkk. (2009), pengeringan bahan hasil pertanian dengan menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45°C-75°C. Pengeringan pada suhu di bawah 45°C, mikroba dan jamur masih hidup, sehingga daya awet dan mutu produk rendah. Namun, suhu udara pengering di atas 75°C menyebabkan struktur kimiawi dan fisik produk rusak.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dirasa sangat perlu untuk menggunakan peralatan pengering mekanis dengan prinsip fluidisasi. Pada penelitian kali ini kecepatan udara pengering dan jumlah massa gabah yang dikeringkan divariasikan.

## METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pengering fluidisasi (*fluidized bed*), *thermocouple*, *blower*, kompor, *anemometer*, *moisture meter*, timbangan digital,

gas lpg 3 kg, stopwatch, dan penggaris. Bahan yang digunakan adalah gabah dan udara panas.

Anemometer diletakkan di dasar saringan untuk mengukur kecepatan udara masuk sebelum pemanas dinyalakan dan sebelum bahan dimasukkan. Termocouple dipasang di 4 titik pada bagian ruang pemanas dan dihubungkan ke data logger. Termometer bola basah dan bola kering diletakkan di dalam ruang pengering, di lingkungan sekitar dan dibawah ruang pengering. Setelah itu dilakukan pengecekan satu persatu pada alat yang digunakan untuk mengetahui apakah ada kerusakan pada alat-alat tersebut sehingga bisa dilakukan tindakan untuk mengatasi permasalahan agar penelitian berjalan lancar dan mendapatkan data yang akurat. Sebelum dimasukan ke dalam alat pengering, gabah ditimbang dan diukur kadar airnya lebih dulu. Kadar air gabah yang digunakan pada penelitian ini adalah  $22\% \pm 0,5\%$ . Setelah gabah siap dan sesuai standar penelitian, dilakukan proses pengeringan pada alat *fluidized bed*. Blower dinyalakan dan kecepatan udara yang masuk ke ruang pengering diatur yaitu 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s. Langkah selanjutnya adalah menyalakan pemanas dan diatur supaya suhunya konstan sekitar  $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Kemudian gabah dimasukkan dengan variasi massa 1 kg, 2 kg, dan 3 kg. Dalam penelitian ini, dilakukan 3 kali pengulangan. Pengambilan data pada masing-masing variasi kecepatan udara dan massa bahan yang digunakan. Pengambilan data awal dilakukan sebelum melakukan proses pengeringan.



Gambar 1. Alat pengering terfluidisasi, (*fluidized bed*)

Kadar air pada penelitian ini diukur dengan menggunakan alat ukur *moisture tester*. Namun kadar air gabah juga dapat dihitung baik berdasarkan basis kering ataupun basis basah. Perhitungan kadar air di paper ini berdasarkan basis basah,

$$KA = \frac{m_t - m_k}{m_t} \times 100\% \quad (1)$$

dimana  $KA$  adalah kadar air dalam %,  $m_t$  adalah masa total bahan (kg), dan  $m_k$  adalah massa kering bahan. Massa kering bahan konstan sepanjang proses pengeringan. Contoh pada massa awal gabah 1 kg dengan kadar air 22%, maka diperoleh massa air sebesar 0,22 kg dan massa kering 0,78 kg. Massa kering 0,78 kg ini tidak akan berubah selama proses pengeringan hingga mencapai kadar air antara 13-14%. Untuk kadar air 13,7% misalnya, massa total pada nilai kadar air tersebut dapat dihitung yaitu:

$$13,7\% = \frac{m_t - 0,78}{m_t} \times 100\%$$

$$0,137m_t = m_t - 0,78$$

$$m_t = \frac{0,78}{1 - 0,137} = 0,904 \text{ kg}$$

Energi yang dipakai pada sistem pengeringan adalah dapat diestimasi sebagai berikut:

1. Energi untuk menaikkan suhu gabah dapat dicari menggunakan persamaan yang dapat diperoleh di Holman (1994).

$$E_1 = m_k c_p (T_{pf} - T_{pi}) \quad (2)$$

dimana  $E_1$  adalah energi yang digunakan untuk memanaskan bahan atau gabah (J),  $c_p$  adalah panas jenis dari bahan ( $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ ),  $T_{pf}$  menyatakan suhu akhir gabah/ bahan ( $^{\circ}\text{C}$ ), dan  $T_{pi}$  adalah suhu awal dari gabah atau bahan ( $^{\circ}\text{C}$ ).

2. Energi untuk memanaskan air dalam gabah/ bahan. Karena massa air berubah dari waktu ke waktu, maka diasumsikan massa air yang dipanaskan adalah massa air mula-mula.

$$E_2 = m_{wi} c_{pw} (T_{pf} - T_{pi}) \quad (3)$$

dimana  $m_{wi}$  merupakan massa air awal (kg), dan suhu awal serta akhir akan sama dengan suhu awal dan akhir gabah/ bahan.

3. Energi yang digunakan untuk menguapkan sejumlah massa air. Untuk penguapan ini, massa air awal dan akhir harus diketahui.

$$m_w = m_{wi} - m_{wf} \quad (4)$$

$$E_3 = m_w h_{fg} \quad (5)$$

dimana  $m_w$  adalah massa air yang teruapkan (kg),  $m_{wf}$  adalah massa akhir air (kg).  $E_3$  adalah energi untuk menguapkan air (J), dan  $h_{fg}$  adalah energi penguapan atau energi laten (J/kg).

Energi total yang diberikan oleh udara panas kepada sistem, yang juga dapat diperoleh di Holman (1994) atau Incropera dkk. (2006) adalah:

$$E_u = \rho_u \dot{V}_u c_{pu} (T_{ui} - T_{uo}) \quad (6)$$

dimana  $\rho_u$  merupakan densitas dari udara ( $\text{kg/m}^3$ ),  $\dot{V}_u$  adalah volume udara selama proses pengeringan ( $\text{m}^3$ ),  $c_{pu}$  menyatakan panas jenis udara ( $\text{J/kg}^\circ\text{C}$ ),  $T_{ui}$  dan  $T_{uo}$  adalah suhu udara masuk dan keluar sistem ( $^\circ\text{C}$ ).  $\rho_u$  dan  $c_{pu}$  didapat berdasarkan suhu rata-rata  $T_{ui}$  dan  $T_{uo}$ . Sedangkan volume udara dapat dihitung dengan:

$$\dot{V}_u = \dot{V}_u \Delta t \quad (7)$$

$$\dot{V}_u = VA = V \frac{\pi D^2}{4} \quad (8)$$

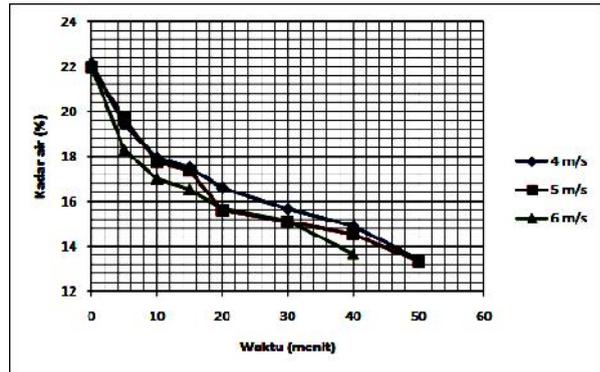
dimana  $\dot{V}_u$  debit aliran udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $\Delta t$  adalah waktu proses pengeringan (s).  $V$  adalah kecepatan aliran udara (m/s) dan  $D$  adalah diameter tabung fluidized bed (m).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

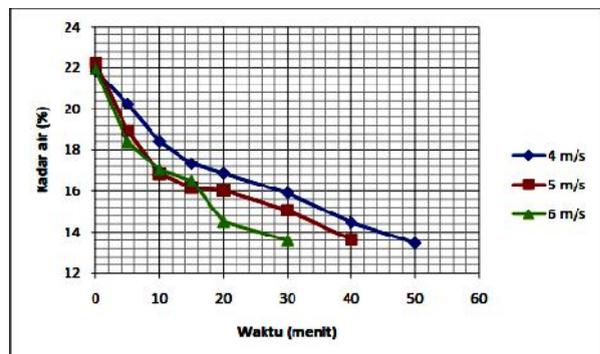
Hasil penelitian pengaruh variasi kecepatan udara dan massa gabah terhadap waktu pengeringan gabah pada alat pengering terfluidisasi (*fluidized bed dryer*), didapatkan hasil yang berbeda-beda. Hasil penelitian menunjukkan waktu pengeringan yang bervariasi sesuai dengan variasi kecepatan udara pengering dan variasi massa gabah yang dikeringkan. Dalam penelitian ini waktu yang paling cepat dalam proses pengeringan yaitu pada kecepatan udara pengering 6 m/s dan massa gabah 2 kg yaitu 30 menit. Pada kecepatan 4 m/s dengan massa 1 kg, 2 kg dan 3 kg memiliki rata-rata waktu pengeringan 50 menit.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 4 m/s membutuhkan waktu 50

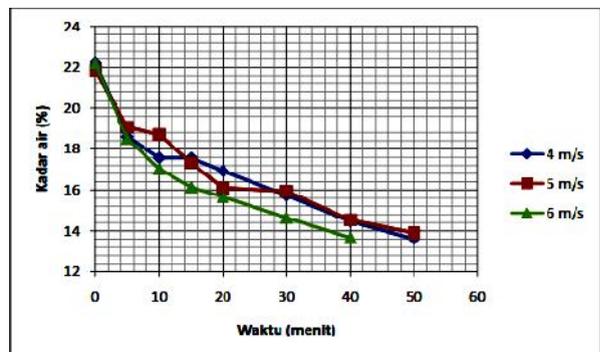
menit untuk mencapai kadar air 13,4 %. Pada kecepatan udara 5 m/s waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air 13,3% juga 50 menit. Sedangkan pada kecepatan udara 6 m/s, untuk mencapai kadar air 13,7% diperlukan waktu pengeringan 40 menit. Proses pengeringan paling cepat untuk gambar 2 adalah proses pengeringan pada kecepatan udara 6 m/s. Hal ini disebabkan karena gabah pada kecepatan di bawah 6 m/s belum terfluidisasi dengan maksimal sehingga membutuhkan waktu yang lama.



Gambar 2. Pengaruh kecepatan terhadap waktu pengeringan dan kadar air pada massa 1 kg.

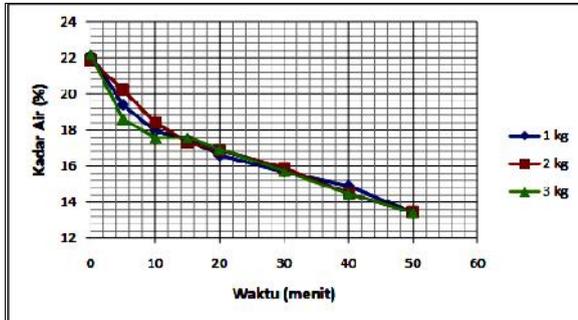


Gambar 3. Pengaruh kecepatan terhadap waktu pengeringan dan kadar air pada massa massa 2 kg.

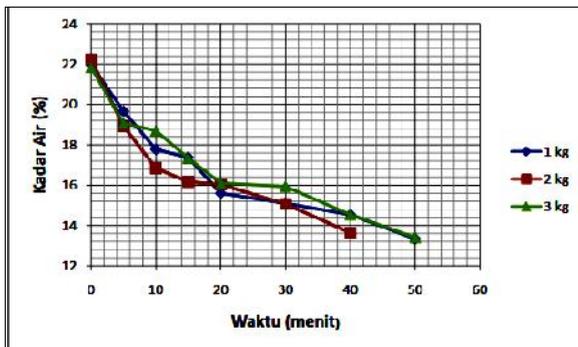


Gambar 4. Pengaruh kecepatan terhadap waktu pengeringan dan kadar air pada massa 3 kg.

Sama halnya dengan gambar 2 dan 3, yaitu proses pengeringan tercepat didapat dengan menggunakan kecepatan udara 6 m/s. Hasil ini sesuai dengan Wijanarko dkk. (2012), Hidayati dkk. (2013), serta Mulyono dan Runanda (2013).



Gambar 5. Hubungan waktu pengeringan dengan kadar air pada kecepatan 4 m/s dengan variasi massa gabah.



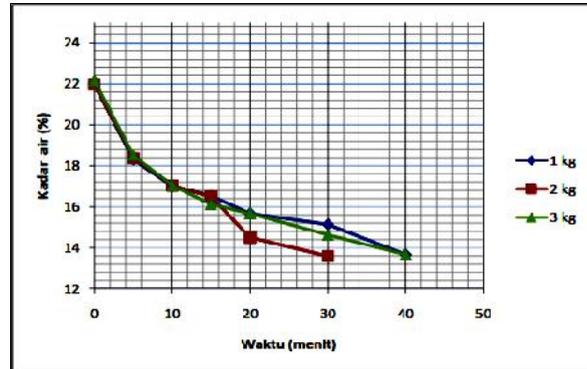
Gambar 6. Hubungan waktu pengeringan dengan kadar air pada kecepatan 5 m/s dengan variasi massa gabah.

Gambar 5 menunjukkan pada kecepatan 4 m/s, massa gabah kurang berpengaruh terhadap kecepatan proses pengeringan. Semua massa gabah dikeringkan untuk mencapai kadar air antara 13%-14% membutuhkan waktu sekitar 50 menit. Hal ini terjadi karena pada kecepatan 4 m/s gabah tidak terfluidisasi dengan baik, sehingga berapapun massa yang dikeringkan tetap membutuhkan waktu yang lama yaitu 50 menit.

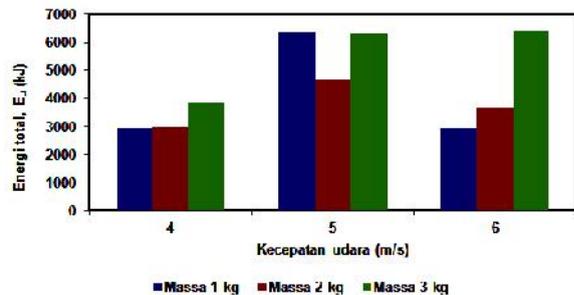
Gambar 6 menunjukkan bahwa pada kecepatan 5 m/s, massa gabah 2 kg nampaknya merupakan massa yang sesuai dengan kecepatan udara tersebut, sehingga proses pengeringannya paling cepat.

Seperti halnya dengan gambar 6, gambar 7 juga menunjukkan bahwa massa yang sesuai adalah 2 kg untuk kecepatan udara 6 m/s, sehingga kecepatan proses pengeringannya paling tinggi atau tercepat.

Prediksi energi yang diberikan oleh udara kepada sistem pengering dihitung berdasarkan persamaan (6) ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 7. Hubungan waktu pengeringan dengan kadar air pada kecepatan 6 m/s dengan variasi massa gabah.



Gambar 8. Energi total yang diberikan oleh udara ke sistem.

Gambar 8 menunjukkan bahwa besarnya energi total yang diberikan oleh udara ke dalam sistem bervariasi dan tidak memberikan pola yang teratur. Sebagai contoh, energi naik dari kecepatan 4 m/s ke 5 m/s, tetapi energi turun dari kecepatan 5 m/s ke 6 m/s untuk massa 1 kg dan 2 kg, sedangkan untuk massa 3 kg, energi pada kecepatan 5 m/s dan 6 m/s tetap. Kemungkinan terjadinya fenomena tersebut adalah untuk massa 1 kg dan 2 kg pada kecepatan 6 m/s, udara belum sempat memberikan panasnya ke sistem tetapi sudah keluar dari sistem. Sedangkan pada kecepatan yang sama 6 m/s tetapi massanya 3 kg, kecepatan udara dapat dihalangi oleh massa gabah sehingga kesempatan untuk memberikan panas ke sistem lebih banyak, konsekuensinya panas yang diberikan ke sistem lebih besar. Namun demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kecepatan 6 m/s dengan massa yang lebih besar misalnya 4 kg, 5 kg dan 6 kg.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi kecepatan udara dan massa gabah berpengaruh terhadap waktu pengeringan gabah.
2. Variasi massa gabah tidak berpengaruh terhadap kecepatan proses pengeringan untuk kecepatan 4 m/s.
3. Massa gabah 2 kg merupakan massa yang sesuai untuk dikeringkan dengan kecepatan 5 m/s dan 6 m/s.
4. Semakin tinggi kecepatan udara semakin cepat proses pengeringannya.
5. Energi total yang diberikan ke sistem sangat bervariasi dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kecepatan 6 m/s dengan massa yang lebih besar.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristekdikti atas dana penelitian melalui skema penelitian Stranas 2017. Disamping itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua orang yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu jalannya penelitian dan pembuatan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSN, 1987, Gabah standar mutu, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Herawan D., 1992, Uji percontohan (pilot testing) pengering cabe merah (*capsicum annum L*) tipe konveksi bebas untuk pengusaha tingkat pedesaan, Skripsi, FTP, IPB, Bogor.
- Hidayati N., Diah U.P., Ratnawati, Suherman, 2013, Penerapan teknologi fluidized bed dryer dengan penambahan zeolit 3a untuk meningkatkan efisiensi pengering gabah, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No.4, 65-71.
- Holman J.P., 1994, Perpindahan kalor, Erlangga, Jakarta.
- Incropera F P., Dewit D.P., Bergman T.L., Lavine A.S., 2006, *Fundamental of Heat and Mass Transfer*, Sixth Editions, John Wiley and Sons, USA
- Indriani I., Novi N.H., Sarosa A.H., Aini H.N., 2009, Pembuatan fluidized bed dryer untuk

pengeringan benih pertanian secara semi batch, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Mirmanto, Sulistyowati E.D., Okariawan IDK., Effect of radiator position and mass flux on the dryer room heat transfer rate, Results in Physics, Vol. 6, 139-144.
- Mirmanto, Sulistyowati E.D., Okariawan IDK., Effect of inlet temperature and ventilation on heat transfer rate and water content removal of red chillies, Journal of Mechanical Science and Tecknology, Vol. 31, No. 3, 1531-1537.
- Mulyono D., Runanda J.C., 2013, Pengering gabah menggunakan zeolit 3a pada alat ungun terfluidisasi, Jurnal Teknik Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 2, 40-45.
- Taufiq M., 2004, Pengaruh temperatur terhadap laju pengeringan jagung pada pengering konvensional dan *fluidized bed*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Widjanarko A., Ridwan M., Djaini M., Ratnawati, 2012, Penggunaan zeolit sintetis dalam pengeringan gabah dengan proses *fluidisasi indirect contact*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 2, 103-110.
- Yahya M., 2015, Kajian karakteristik pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa untuk pengeringan padi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 5, No. 2, 65-71.