

Analisis Prestasi Pengering Padi Jenis Fluidisasi Terintegrasi Dengan Tungku Biomassa Dua Tingkat

M. Yahya, Hendriwan Fahmi, Syafrul Hadi, Edison

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang

Korespondensi : yahya_err@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan dengan analisis prestasi kepada alat pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat untuk mengeringkan padi. Pengering ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu tungku biomassa dua tingkat, kolom pengering (fluidized bed), siklon dan blower. Padi telah dikeringkan dari 14 kg dengan kadar air 24 % (basis basah) kepada kadar air 14% (basis basah) selama 45 menit, dengan temperatur dan kelembapan relatif rata-rata, masing-masing adalah 59,6°C dan 18.8%. Laju penguapan air spesifik (SMER) rata-rata didapati sekitar 0,310 kg/kWh. Konsumsi energi spesifik (SEC), konsumsi energi listrik spesifik (SEEC) dan konsumsi energi termal spesifik (STEC) rata-rata, masing-masing didapati sebanyak 3,50 kWh/kg, 1,996 kWh/kg dan 1,532 kWh/kg. Sementara itu efisiensi termal sistem pengering rata-rata didapati sebesar 20,78%.

Kata kunci: Padi, Pengering fluidisasi, Prestasi, Tungku biomassa dua tingkat

ABSTRACT

This study is focused with performance analyses on fluidized bed dryer integrated with two stage biomass furnace for drying of paddy. This dryer consist of several main components such as: two stage biomass furnace, fluidized bed, cyclone and blower. The paddy were dried from 14 kg with moisture content of 24 % (wet basis) to moisture content of 14% (wet basis) within 45 minutes, with the average of temperature and relative humidity of 59.6°C and 18.8%, respectively. Average of specific moisture extraction rate (SMER) was found of about 0.310 kg/kWh. Average of specific energy consumption (SEC), specific electrical energy consumption (SEEC) and specific thermal energy consumption (STEC) were found of about 3.50 kWh/kg, 1.996 kWh/kg and 1.532 kWh/kg, respectively. Meanwhile, average of the thermal efficiency of drying system was found of 20,78%.

Key words: Paddy, fluidized bed dryer, performance, two stage biomass furnace.

1. PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L) adalah tanaman penghasil beras yang merupakan bahan makanan pokok dari hampir 90% penduduk Indonesia, dan juga merupakan sumber ekonomi lebih dari 30 juta petani [1]. Padi setelah dipanen (gabah) secara umum mempunyai kadar air cukup tinggi sekitar 24-27% basis basah [2]. Pada tingkat kadar air tersebut, padi mudah rusak atau tidak aman disimpan karena sangat mudah terserang jamur. Sehingga agar aman disimpan dalam jangka waktu lama atau sebelum dipasarkan, padi perlu dikeringkan sesegera mungkin hingga mencapai kadar air sekitar 14% basis basah. Nugraha et al., [3], menyatakan, keterlambatan pengeringan sampai 3 hari menimbulkan kerusakan gabah 2,6%. Sementara itu, Iswari [4] melakukan penelitian mengenai pengaruh lama penumpukan padi terhadap mutu beras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penumpukan padi hingga tujuh hari meningkatkan beras patah dari 18% menjadi 32,4% dan menurunkan persentase beras kepala dari 72,27% menjadi 66,8%, serta meningkatkan butir kuning dari 0,5% menjadi 10,2%.

Metoda pengeringan yang biasa digunakan oleh petani untuk mengeringkan padi adalah metoda tradisional (sun drying) dan menggunakan pengering buatan (artificial dryer). Kajian mengenai pengeringan padi menggunakan metode tradisional telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain: Nugraha et al., [5], mendapatkan kehilangan hasil padi selama proses pengeringan menggunakan metode tradisional mencapai 2,98% karena tercecer, dimakan burung, dan ayam. Wijaya [6], meneliti mengenai mutu beras dan waktu pengeringan dengan mengeringkan padi menggunakan metode tradisional, dari hasil penelitian diperoleh kadar beras patah dan susut bobot lebih tinggi serta waktu yang dibutuhkan lebih lama. Wongpornchai et al., [7] untuk mendapatkan gabah dengan kadar air 14,12% diperlukan waktu penjemuran 54 jam. Setyono et al., [8] melakukan evaluasi terhadap mutu beras di beberapa wilayah sentra produksi di Provinsi Jawa Barat. Dari hasil evaluasi ditemui banyaknya beras pecah saat digiling, hal ini disebabkan padi

terlalu kering (kadar air terlalu rendah), dengan kadar air dibawah 13% didapati kadar beras pecah lebih dari 36%.

Kajian mengenai pengeringan padi menggunakan pengering tumpukan datar (flat bed dryer) telah dilakukan oleh Tahrir [9] mengenai perbedaan mutu beras (kualitas beras) pada lapisan atas dan lapisan bawah tumpukan padi ketebalan pengeringan 50 cm. Dari penelitian didapatkan kadar beras pecah pada lapisan atas sebanyak 7,35% sedangkan pada lapisan bawah 13,80%.

Alat pengering jenis fluidisasi salah satu alternatif kepada metode pengeringan tradisional dan pengering tumpukan datar karena kualitas pengeringan baik hal ini disebabkan laju perpindahan panas dan massa cukup tinggi karena kontak antara udara panas pengering dengan bahan yang dikeringkan cukup baik, temperatur dan kadar air seragam. Dan juga konstruksi sederhana serta kapasitas pengeringan tinggi.

Kajian mengenai pengeringan padi menggunakan alat pengering buatan yaitu alat pengering fluidisasi tipe horizontal sistem terbuka telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain: Karbassi and Mehdizadeh [10]; Prachayawarakorn et al., [11]; Sarker et al., [12]; Ibrahim et al., [13]; Sivakumar et al., [14]; Yahya et al., [2], dari penelitian diperoleh bahwa kualitas hasil pengeringan sangat baik dan waktu pengeringan singkat.

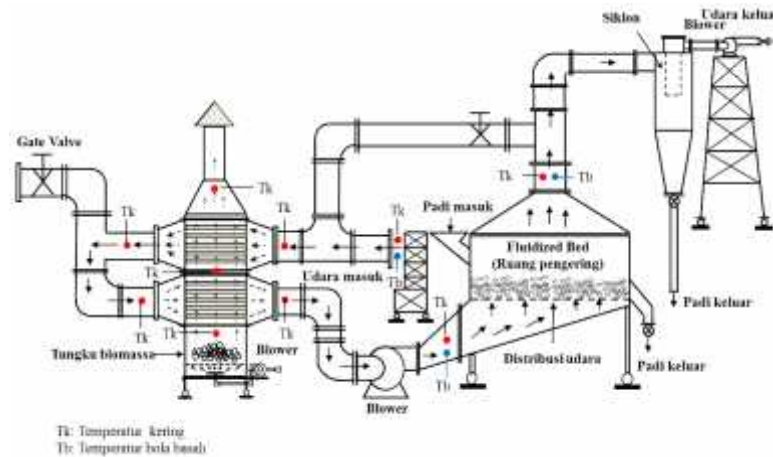
Pada alat pengering jenis fluidisasi energi yang digunakan untuk memanaskan udara pengeringan secara umumnya menggunakan energi biomassa dengan menggunakan tungku biomassa [2]. Namun tungku biomassa yang digunakan masih satu tingkat, hal ini mempunyai kelemahan yaitu masih tinggi energi panas hasil pembakaran bahan bakar yang keluar (hilang) melalui cerobong tungku biomassa. Maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis prestasi alat pengering jenis fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat untuk mengeringkan padi.

2. METODE PENELITIAN

Photo dan skema alat pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat ditunjukkan pada Gambar (1-2). Alat pengering ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu tungku biomassa, kolom pengering (fluidized bed), siklon, dan blower. Tungku biomassa terdiri dari ruang bakar, dua tingkat pemanas udara yaitu tingkat pertama pemanas udara utama (PU) dan tingkat kedua pemanas udara mula (PM), dan cerobong asap. Blower digunakan jenis sentrifugal sebanyak 3 unit, satu unit dengan daya 3,7kW dan dua unit dengan daya 0,15kW.



Gambar 1. Photo alat pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat



Gambar 2. Skema alat pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat

Penelitian dilakukan di Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat. Padi dibeli kepada petani yang baru dipanen di Padang, kemudian sebanyak 14 kg dimasukkan ke dalam kolom pengering untuk proses pengeringan. Temperatur udara masuk dan keluar tungku biomassa dan kolom pengering diukur menggunakan termokopel tipe T dengan akurasi $\pm 0.1^\circ\text{C}$, kecepatan aliran udara diukur menggunakan anemometer (HT-383) dengan range $0-30 \text{ ms}^{-1}$, akurasi 0.2 ms^{-1} . Perubahan berat padi diukur menggunakan timbangan (TKB-0.15) dengan kemampuan $0-15 \text{ kg}$, akurasi $\pm 0,05 \text{ kg}$. Bahan ditimbang dan temperatur diukur setiap 5 menit. Temperatur udara dicatat menggunakan data logger (AH4000) dengan akurasi pembacaan $\pm 0.1^\circ\text{C}$. Kadar air padi dianalisis menggunakan metoda gravimetri.

Kadar air padi basis basah ditentukan dengan persamaan berikut:

$$M_C = \frac{m_w}{m_w + m_d} \quad (1)$$

di mana M_C adalah kadar air basis basah (%), m_w adalah massa air (kg) dan m_d adalah massa padatan (kg).

Laju ekstraksi panas dari tungku biomassa atau energi panas (termal) yang digunakan untuk proses pengeringan ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$E_{Ubb} = \dot{m}_{udara} C_{P_{udara}} (T_o - T_i) \quad (2)$$

di mana \dot{m}_{udara} adalah laju aliran massa udara (kg/s), $C_{P_{udara}}$ adalah panas spesifik udara ($\text{J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$), dan T_i dan T_o adalah masing-masing temperatur masuk dan keluar tungku biomassa ($^\circ\text{C}$).

Laju pengeringan adalah massa air yang diuapkan dari bahan per waktu ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$\dot{m}_{air} = \frac{m_{air}}{t} \quad (3)$$

di mana m_{air} adalah massa air yang diuapkan (kg) dan t adalah waktu pengeringan (detik).

Massa air yang diuapkan dari bahan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$m_{\text{air}} = \frac{m_p (M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \quad (4)$$

di mana m_p adalah massa awal bahan (kg), M_i adalah kadar air awal bahan basis basah (%) dan M_f adalah kadar air akhir bahan basis basah (%).

Konsumsi energi termal spesifik (STEC) didefinisikan sebagai perbandingan antara input energi bahan bakar (kW) dengan air yang diuapkan dari dalam bahan (kg/jam), dan ditentukan menggunakan persamaan berikut [15]:

$$\text{STEC} = \frac{E_{\text{bb}}}{\dot{m}_{\text{air}}} \quad (5)$$

Energi termal bahan bakar dapat ditentukan seperti berikut:

$$E_{\text{bb}} = \dot{m}_{\text{bb}} \text{CV}_{\text{bb}} \quad (6)$$

di mana \dot{m}_{bb} adalah laju konsumsi bahan bakar (arang tempurung kelapa) (kg/s) dan CV_{bb} adalah nilai kalor bahan bakar (kcal/kg). Nilai kalor arang tempurung kelapa 7600 kcal/kg [2].

Konsumsi energi listrik spesifik (SEEC) didefinisikan sebagai perbandingan antara input energi listrik (kW) untuk menggerakkan blower dengan air yang diuapkan dari dalam bahan (kg/jam), dan ditentukan menggunakan persamaan berikut [15]:

$$\text{SEEC} = \frac{E_{\text{bfb}} + E_{\text{btb}} + E_{\text{bs}}}{\dot{m}_{\text{air}}} \quad (7)$$

di mana E_{bfb} , E_{btb} dan E_{bs} adalah konsumsi energi listrik oleh blower adalah masing-masing pada kolom pengering, tungku biomassa dan siklon.

Konsumsi energi listrik oleh blower dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$E_{\text{bfb}} = \sqrt{3} V I \text{Cos}\phi \quad (3 \text{ phase}) \quad (8)$$

$$E_{\text{btb}} \text{ dan } E_{\text{bs}} = V I \text{Cos}\phi \quad (1 \text{ phase}) \quad (9)$$

di mana V adalah tegangan (Volt), I adalah arus listrik (Amp) dan $\text{Cos}\phi$ adalah faktor daya.

Konsumsi energi spesifik (SEC) didefinisikan sebagai perbandingan antara total input energi pada sistem pengering (kW) dengan air yang diuapkan dari dalam bahan (kg/jam), dan ditentukan menggunakan persamaan berikut [16]:

$$\text{SEC} = \frac{E_{\text{bfb}} + E_{\text{bfb}} + E_{\text{btb}} + E_{\text{bs}}}{\dot{m}_{\text{air}}} \quad (10)$$

Efisiensi termal sistem pengering merupakan nisbah energi yang digunakan untuk menguapkan air dalam bahan (kW) dengan total input energi pada sistem pengering (kW), dan ditentukan menggunakan persamaan berikut:

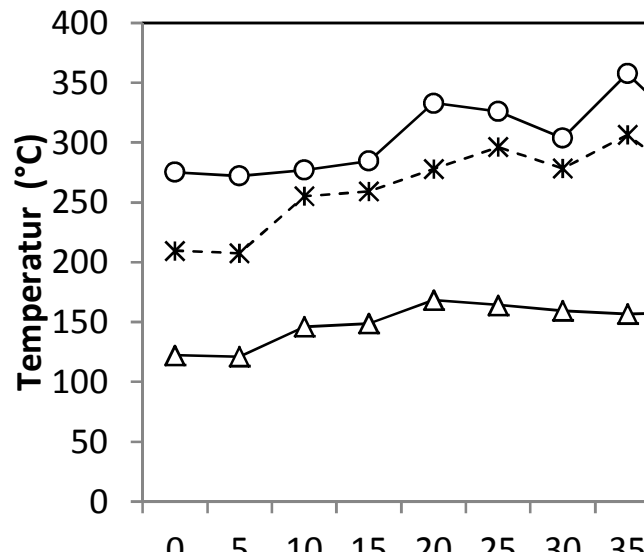
$$\eta_{\text{th}} = \frac{\dot{m}_{\text{air}} H_{\text{fg}}}{E_{\text{bfb}} + E_{\text{bfb}} + E_{\text{btb}} + E_{\text{bs}}} \quad (11)$$

di mana H_{fg} adalah panas laten penguapan (kJ/kg).

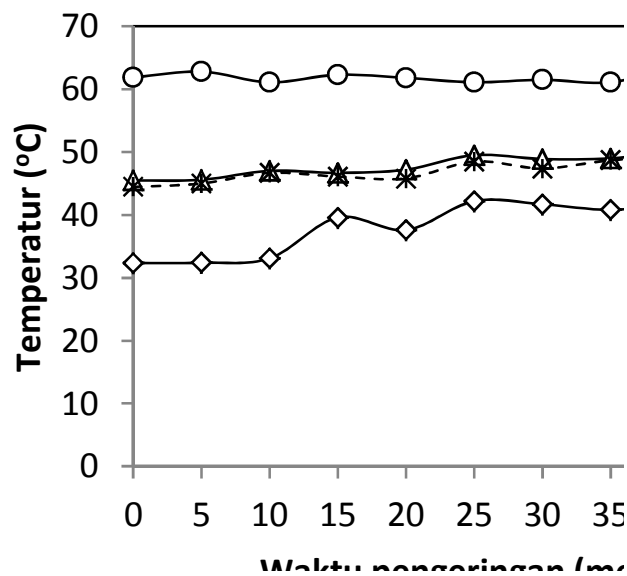
3. HASIL DAN ANALISIS

Pengujian sebuah alat pengering jenis fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat mengeringkan padi telah dilakukan. Padi dikeringkan sebanyak 14 kg dengan laju aliran massa udara 0,126 kg/s. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 sampai 8.

Gambar 3 merupakan hubungan antara temperatur rata-rata gas pembakaran bahan bakar pada tungku biomassa terhadap waktu pengeringan. Temperatur rata-rata gas pembakaran bahan bakar pada ruang bakar (pada bagian bawah pemanas utama udara), temperatur gas pembakaran antara pemanas utama udara (PU) dan pemanas mula udara (PM) dan temperatur gas pembakaran pada bagian atas pemanas mula (PM) atau keluar cerobong asap, masing-masing adalah: 317°C, 269°C dan 154°C.



Gambar 3. Temperatur gas pembakaran vs waktu pengeringan.

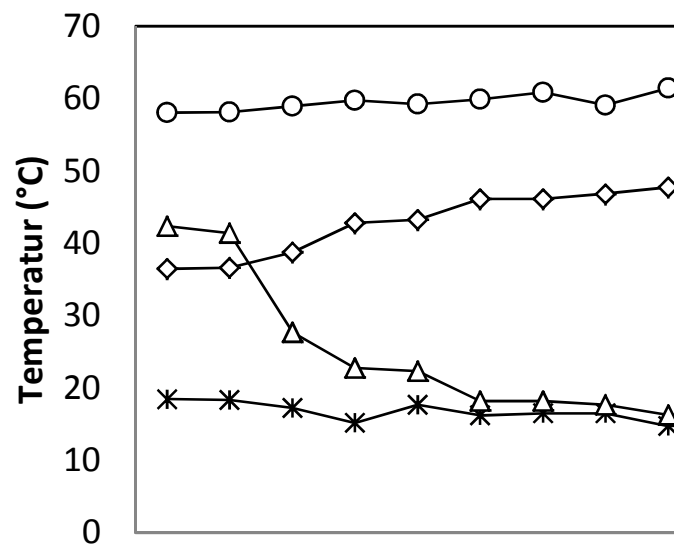


Gambar 4. Temperatur udara pemanas mula dan utama tungku biomassa vs waktu pengeringan.

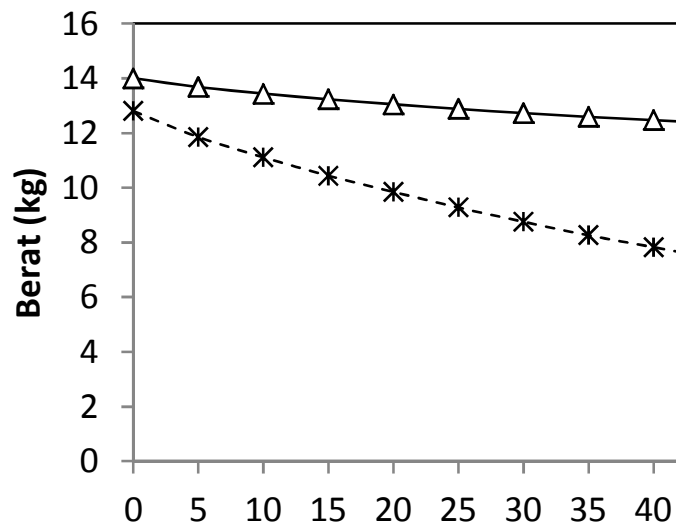
Gambar 4 merupakan hubungan antara temperatur udara masuk dan keluar pemanas mula (PM) dan pemanas utama (PU) udara tungku biomassa terhadap waktu pengeringan. Temperatur rata-rata udara masuk

dan keluar pemanas mula (PM) dan pemanas utama (PU) tungku biomassa, masing-masing adalah: 38,28°C dan 48,29°C; 47,35°C dan 61,8°C.

Gambar 5 menunjukkan hubungan temperatur dan kelembapan relatif udara masuk dan keluar kolom (ruang) pengering. Temperatur dan kelembapan relatif rata-rata udara masuk dan keluar kolom pengering didapati, masing-masing 59,6°C dan 18,8%; 43,8°C dan 26,9%. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa temperatur udara keluar kolom pengering makin lama makin meningkat, hal ini disebabkan oleh laju perpindahan pamanas makin berkurang. Dan begitu juga kelembapan relatif udara keluar kolom pengering makin lama makin menurun, hal ini disebabkan oleh laju perpindahan massa makin menurun juga.



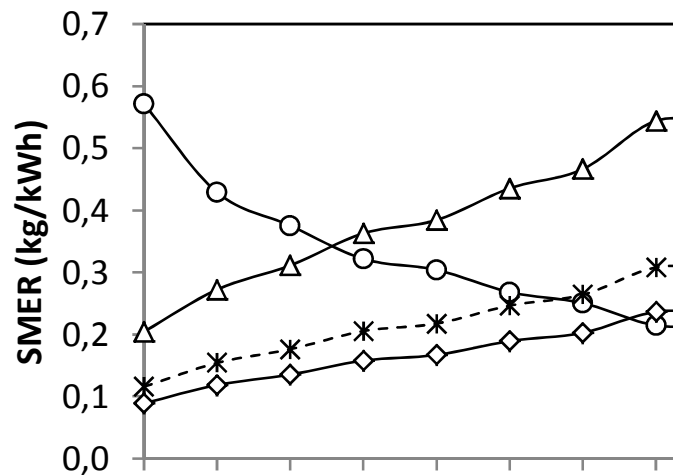
Gambar 5. Temperatur dan kelembapan relatif vs waktu pengeringan.



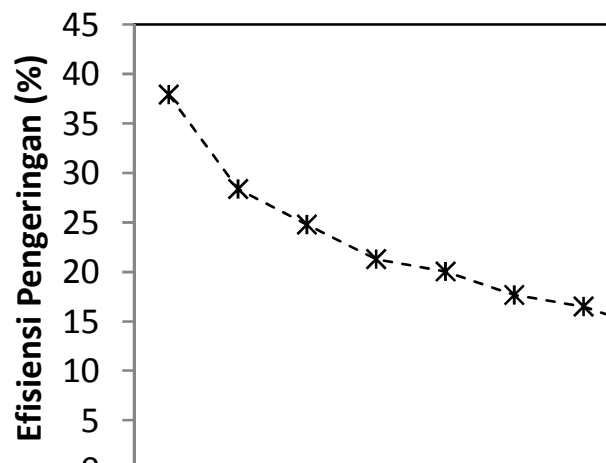
Gambar 6. Berat dan kadar air vs waktu pengeringan.

Gambar 6 menunjukkan perubahan berat dan kadar air padi selama proses pengeringan menggunakan alat pengering jenis fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat dengan temperatur dan kelembapan relatif rata-rata 59,6°C dan 18,8%, pengering ini mampu mengurangi berat padi dari 14 kg dengan kadar air 24% (basis basah) kepada 12,35 kg dengan kadar air akhir 14 % selama 45 menit.

Gambar 7, menunjukkan laju penguapan air spesifik (SMER), konsumsi energi spesifik (SEC), konsumsi energi listrik spesifik (SEEC) dan konsumsi energi termal spesifik (STEC). Laju penguapan air spesifik (SMER) bervariasi dari 0,197 kg/kWh kepada 0,572 kg/kWh, dan rata-rata 0,310 kg/kWh. Konsumsi energi spesifik (SEC), konsumsi energi listrik spesifik (SEEC) dan konsumsi energi termal spesifik (STEC) minimum, maksimum dan rata-rata, masing-masing diperoleh: 1,749 kWh/kg, 0,99 kWh/kg dan 0,76 kWh/kg; 5,076 kWh/kg, 2,872 kWh/kg dan 2,204 kWh/kg; 3,50 kWh/kg, 1,996 kWh/kg dan 1,532 kWh/kg. Pada Gambar 7 terlihat bahwa SMER menurun selama proses pengeringan dan SEC, SEEC dan STEC meningkat selama proses pengeringan, hal ini disebabkan oleh air yang diuapkan dari bahan yang dikeringkan (padi) berkurang selama pengeringan sedangkan energi input sistem pengering dapat dikatakan tetap.



Gambar 7. SMER, SEC, SEEC dan STEC vs waktu pengeringan.



Gambar 8. Efisiensi pengeringan vs waktu pengeringan.

Gambar 8. Menunjukkan efisiensi thermal alat pengering terhadap waktu pengeringan. Efisiensi minimum, maksimum dan rata-rata alat pengering didapati masing-masing sekitar 12,9%, 37,3% dan 20,78%.

4. KESIMPULAN

Sebuah alat pengering fluidisasi terintegrasi dengan tungku biomassa dua tingkat telah diuji. Padi dikeringkan sebanyak 14 kg dengan kadar air awal 24% (basis basah) kepada kadar air 14% (basis basah) selama 45 menit, dengan temperatur dan kelembapan relatif rata-rata, masing-masing sekitar 59,6°C dan 18.8%. Laju penguapan air spesifik (SMER) rata-rata didapati sekitar 0,310 kg/kWh. Konsumsi energi spesifik (SEC), konsumsi energi listrik spesifik (SEEC) dan konsumsi energi termal spesifik (STEC) rata-rata, masing-masing didapati sebanyak 3,50 kWh/kg, 1,996 kWh/kg and 1,532 kWh/kg. Sementara itu efisiensi termal sistem pengering rata-rata didapati sebesar 20,78%. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat pengering ini sesuai digunakan untuk pengeringan padi karena memiliki efisiensi thermal cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia Beras Giling, SNI 6128:2008. *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta. 9 hlm.
- [2] Yahya, M. 2016. Performance analysis of solar assisted fluidized bed dryer integrated biomass furnace with and without heat pump for drying of paddy. *International Journal of Photoenergy* 2016, 1-17. an Ketahanan Pangan, Bogor.
- [3] Nugraha, S., A. Setyono, dan D.S. Damardjati. 1990. *Pengaruh keterlambatan perontokan padi terhadap kehilangan dan mutu*. Kompilasi Hasil Penelitian 1988/1989, Pascapanen. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- [4] Iswari, K. 2011. *Survei mutu beras di Sumatera Barat*. Kerja sama Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat dengan Dinas Sosial Provinsi Sumatera Barat.
- [5] Nugraha, S., R. Tharir, dan Sudaryono. 2007. Keragaman kehilangan hasil pascapanen padi pada 3 (tiga) agroekosistem. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 3(10): 42-49.
- [6] Wijaya. 2005. Pengaruh kadar air gabah terhadap mutu fisik beras giling. Universitas Swadaya Gunung Jati: *Laporan Penelitian*.
- [7] Wongpornchai, S., K. Dumri, Jongkaewwattana, S, dan B. Siri. 2003. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza Sativa* L) Cv. Khao Dawk Mali 105. *Journal of food Chemistry*. Volume 87, Issue 3:407-414.
- [8] Setyono, A., B. Kusbiantoro, Jumali, P. Wibowo, dan A. Guswara. 2008. Evaluasi mutu beras di beberapa wilayah sentral produksi padi.hlm 1429-1449. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan*, Buku 4. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi
- [9] Thahir, R. 2000. Pengaruh aliran udara dan ketebalan pengeringan terhadap mutu gabah keringannya. *Buletin Enjiniring Pertanian VII (1&2):1-5*.
- [10] Karbassi, A., Mehdizadeh., 2008. Drying rough rice in a fluidized bed dryer. *J. Agric. Sci. Technol.* 14, 233-241.
- [11] Prachayawarakorn, S., Jaiboon, P., Devahastin, S., Soponronnarit, S., 2009. Effects of fluidized bed drying temperature and tempering time on quality waxy rice. *J. Food Eng.* 95, 517-524.
- [12] Sarker, M.S.H., Ibrahim, M.N., Aziz, N.Ab., Punan, M.S., 2015. Energy and exergy analysis of industrial fluidized bed drying of paddy. *Energy* 1-8.
- [13] Ibrahim, M.N., Sarker, M.S.H., Aziz, N. Ab., Salleh, M., 2015. Drying performances and milling quality of rice during industrial fluidized bed drying of paddy in Malaysia. *Pertanika J. Sci & Technol.* 23 (2), 297-309.
- [14] Sivakumar, R., Saravanan, R., Perumal, A.E., Iniyan, S., 2016. Fluidized bed drying of some agro products-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 61, 280-301.
- [15] Ibrahim, M.M., Sarker, M.S.H., N. Aziz, AB. And P.Salleh, M. 2014. Drying performance and overall energy requisite of industrial inclined bed paddy drying in Malaysia. *Journal of Engineering Science and Technology*. Vol.9(4): 398-409.
- [16] Fatouh, M., Metwally, M.N., Helali, A.B. and Shedid, M.H. 2006. Herb drying using heat pump dryer. *Energy Conversion & Management*. 47: 2629-2643.