

Uji Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Pengering Rotari Berbahan Bakar Sekam Padi

Paddy Drying Performance Test Using Rotary Dryer Fueled by Rice Husk

Tamaria Panggabean*, Ari Hayati, Arjuna Neni Triana

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia

*email: tamariapanggabean@unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kelemahan pengeringan gabah menggunakan sinar matahari atau penjemuran. Kelemahan pengeringan menggunakan sinar matahari antara lain memerlukan waktu sehari-hari dan tempat yang luas. Penelitian ini bertujuan untuk menguji mesin pengering rotari yang sudah dirancang untuk mengeringkan gabah. Metode penelitian ini adalah eksperimental yang meliputi tahap pendekatan rancangan, rancangan struktural dan rancangan fungsional, setelah itu dilakukan pengujian kinerja pengering rotari. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah alat pengering rotari yang telah dirancang dan dikonstruksi telah dapat mengeringkan gabah sebanyak 20 kg dari kadar air awal 18 % menjadi $\pm 14,27-14,73$ % bb selama 5 jam, laju pengeringan yang dihasilkan sebesar 0,65-0,75 %/jam dan energi biomassa untuk pengeringan sebesar 22680 – 23040 kal serta massa 1 kg sekam padi dapat mengeringkan 2,5 kg gabah.

Kata kunci: gabah, laju pengeringan, pengering rotari, sekam, uji kinerja

Abstract

This research is based on the limitation of drying paddy using sun drying. The weakness of sun drying, among others, takes days and a large space. This study aims to test rotary dryers that have been designed. The method of this research was experimental which consisted of design approach, structural design and functional design, followed by the performance test. The results obtained in this study were: rotary dryers that have been designed and constructed have been able to dry paddy as much as 20 kg from the initial water content of 18 % to 14.27-14.73 % bb for 5 hours, drying rate of 0.65-0.75 %/hour and the biomass energy required for drying of 22680 - 23040 cal, and the mass of 1 kg of rice husk was able to dry 2.5 kg of paddy.

Keywords: drying rate, paddy, performance test, rotary dryer, rice husk

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan cara pengawetan makanan dengan biaya rendah. Tujuan pengeringan adalah menghilangkan air, mencegah fermentasi atau pertumbuhan jamur dan memperlambat perubahan kimia pada makanan (Gunasekaran *et al.*, 2012). Selama pengeringan dua proses terjadi secara simultan seperti pindah panas ke produk dari sumber pemanasan dan perpindahan massa uap air dari bagian dalam produk ke permukaan dan dari permukaan ke udara sekitar. Esensi dasar dari pengeringan adalah mengurangi kadar air dari produk agar aman dari kerusakan dalam jangka waktu tertentu, yang biasa diistilahkan dengan periode penyimpanan aman (Rajkumar *et al.*, 2007).

Pada umumnya pengeringan gabah di Indonesia masih dilakukan dengan cara yang relatif sederhana, yaitu dengan dipanaskan pada terik matahari atau

dijemur. Hal ini kurang efisien karena memerlukan waktu sehari-hari dan tempat yang luas. Disamping itu masalah utama pengeringan dengan matahari adalah perubahan cuaca. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alat yang dapat menghasilkan pengeringan yang lebih baik dan mudah dioperasikan. Pengeringan yang baik akan menjadikan gabah tidak cepat rusak dan kandungan mineral tetap terjaga (Rahamat *et al.*, 2019). Apabila gabah disimpan tanpa proses pengeringan terlebih dahulu maka mutu gabah akan mengalami penurunan dan berakibat pada mutu beras yang dihasilkan. Pengering merupakan proses pemindahan kandungan air pada suatu bahan sampai mencapai kandungan air tertentu yang bertujuan menghambat/memperlambat kecepatan kerusakan terhadap bahan (Ginting *et al.*, 2017).

Proses pengeringan gabah dapat dilakukan dengan pengering buatan dan pengering alami/penjemuran.

Energi untuk pengering buatan dapat berupa bahan bakar biomassa dan bahan bakar minyak (BBM). Pengeringan buatan berbahan bakar sekam merupakan sebuah terobosan, dikarenakan sekam merupakan sumber bio-energi alternatif yang dapat menghasilkan energi panas untuk pengeringan gabah. Penggunaan pengering buatan diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada usaha penggilingan padi (Kusumawati *et al.*, 2012). Salah satu alat pengering buatan yang dapat digunakan adalah pengering rotari.

Pengering rotari (*rotary dryer*) merupakan salah satu pengeringan kontinyu yang sangat luas penggunaannya dalam industri kimia, farmasi, makanan dan makanan ternak. Beberapa aplikasi penggunaan *rotary dryer* dalam industri adalah untuk pengeringan produk-produk olahan kacang kedelai pada industri kacang kedelai (Luz *et al.*, 2010). Tumbel *et al.* (2016) telah melakukan rekayasa alat pengering jagung sistem rotari dan hasilnya alat pengering jagung sudah dapat mengeringkan 50 kg jagung selama 10 jam dari kadar air awal 30,37 % menjadi 16,13 %.

Jumari dan Purwanto (2005) menyatakan *rotary dryer* memiliki beberapa keunggulan, antara lain adalah 1. Dapat dioperasikan dengan mudah dan aman, 2. Hasil pengeringan yang lebih baik dan dengan waktu pengeringan yang singkat, 3. Kapasitas pengeringan dapat ditingkatkan dengan memodifikasi *burner* untuk pembakaran bahan bakar. Prinsip kerja alat pengering tipe rotari ini adalah mengeringkan produk yang umumnya berbentuk granular atau padatan di dalam silinder horisontal berputar yang dialiri udara panas untuk menguapkan air produk. Penggunaan silinder horisontal berputar dimaksudkan untuk memungkinkan aliran udara mengalir secara merata melalui permukaan produk yang dikeringkan (Effendy *et al.*, 2018). Maka dari itu perlu dilakukan perancangan mesin pengering rotari. Tujuan penelitian ini merancang dan menguji kinerja mesin pengering rotari untuk mengeringkan gabah.

METODE

Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mesin dan Perbengkelan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dari bulan Mei–Desember 2017.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan pada pengujian pengering rotari (*rotary dryer*) adalah gabah sedangkan bahan yang digunakan sebagai bahan bakar tungku adalah sekam padi. Alat yang digunakan untuk pengujian

kinerja pengering rotari adalah termokopel Type K TASI8620 untuk mengukur suhu tungku, plenum, silinder pengering, cerobong, gabah. Termometer air raksa digunakan untuk mengukur suhu lingkungan. Termohygro Dekko FM7903 digunakan untuk mengukur kelembaban relatif. Moisture tester LDS-1G digunakan untuk mengukur kadar air, timbangan analitis untuk mengukur jumlah gabah dan sekam yang digunakan. Timbangan digital untuk mengukur sampel bahan yang akan diukur kadar airnya. Krisbow KW06562 digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara.

Pendekatan rancangan

Perancangan pengering rotari berbahan bakar biomassa sekam padi digunakan untuk pengeringan biji-bijian diharapkan nantinya dapat menghasilkan kadar air biji-bijian yang dikeringkan di dalam silinder pengering yang seragam. Hal ini dikarenakan pada pengering rotari, silinder pengering berputar secara kontinyu sehingga terjadi pergerakan dan pencampuran bahan. Penggunaan energi biomassa dalam hal ini sekam padi diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan sekaligus memanfaatkan penggunaan limbah sisa hasil pertanian. Penggunaan energi biomassa mempunyai keuntungan pengeringan dapat dilakukan pada musim hujan.

Rancangan struktural

Rancangan struktural dari pengering rotari berbahan bakar biomassa untuk biji-bijian meliputi: ruang pengering berupa sebuah silinder pengering yang terbuat dari baja dengan ukuran diameter 58 cm dan panjang 113,3 cm. Silinder pengering diletakkan di atas rangka alat yang terbuat dari besi *hollow* ukuran 7 cm x 5 cm, panjang dan lebar rangka alat dibuat sesuai dengan ukuran panjang dan lebar ruang pengering, yaitu panjang 150 cm dan lebar 80 cm, sedangkan tinggi rangka alat adalah 88,5 cm. Di dinding silinder bagian atas dan bawah dibuat pintu pemasukan dan pengeluaran bahan berbentuk persegi terbuat dari baja dengan ukuran 49 cm x 45,5 cm. Di sisi kanan silinder pengering dihubungkan dengan penukar panas yang terintegrasi dengan tungku pembakaran. Alat penukar panas berbentuk balok dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 41,5 cm di dalamnya terdiri dari pipa-pipa besi dengan diameter 2,25 inchi (5,7 cm) dan panjang 80 cm yang dipasang melewati tungku pembakaran. Tungku pembakaran letaknya tepat di bawah penukar panas dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 29,5 cm dengan rangka kaki tungku menggunakan besi *hollow* 5 cm x 5 cm dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 60 cm dan tinggi 25,5 cm. Di dalam tungku pembakaran terdapat wadah pembakaran berbentuk persegi panjang dengan

ukuran panjang 65,5 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 25,5 cm dengan sistem sorokan. Pada bagian ruang pembakaran dibuat berlubang bawah agar abu dapat turun ke bawah. Tungku memiliki cerobong berdiameter 4 inchi (10,16 cm) dengan tinggi 15 cm dan lubang blower menggunakan pipa dengan diameter 2,25 inchi dengan panjang 20 cm. Peralatan penunjang silinder pengering terdiri dari: blower yang digunakan berdaya 260 Watt. Motor bakar bensin berdaya 5,5 hp dengan kecepatan putar 1700 rpm. *Reducer* yang digunakan berupa *reducer* dengan perbandingan 1:30.

Rancangan fungsional

Rancangan fungsional dilakukan untuk mengetahui fungsi dari bagian alat yang dibuat. Rancangan fungsional meliputi semua komponen yang ada pada mesin *rotary dryer*, meliputi: rangka alat berguna untuk menyanggah ruang pengering yang berbentuk silinder dan keseluruhan beban supaya mesin dapat berdiri tegak, ruang pengering (silinder pengering) merupakan ruang untuk meletakkan bahan yang berupa biji-bijian yang akan dikeringkan dan tempat berlangsungnya proses pengeringan, pintu pemasukan berfungsi sebagai tempat pemasukan dan pengeluaran bahan yang akan dikeringkan, Tungku pembakaran berfungsi untuk tempat pembakaran biomassa yang akan menghasilkan sumber panas pengering serta membuat proses pengeringan berlangsung kontinyu, penukar panas digunakan untuk mengambil panas yang dihasilkan tungku pembakaran tanpa memasukan udara hasil pembakaran ke dalam ruang pengering dan selanjutnya akan dialirkan ke ruang pengering, Blower berfungsi untuk menghembuskan udara panas yang disalurkan dari tungku pembakaran, motor bakar bensin berfungsi sebagai tenaga penggerak

silinder pengering, *reducer* berfungsi sebagai penurun kecepatan putar mesin sehingga menghasilkan kecepatan putar yang diinginkan.

Uji pengering rotari dengan beban

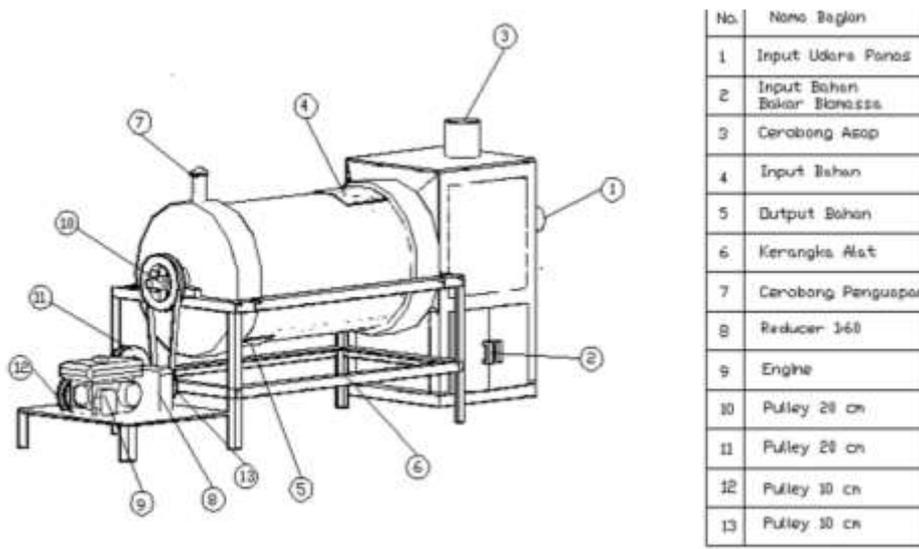
Pengujian pengering rotari dengan beban dilakukan untuk melihat apakah pengering rotari sudah sesuai dengan rancangan dan dapat berfungsi. Pengujian pengering rotari dilakukan dengan mengoperasikan pengering rotari dalam keadaan dengan beban selama 5 jam. Adapun cara kerja pengeringan dengan beban adalah:

1. Gabah basah sebanyak 20 kg dengan kadar air awal $\pm 18\%$ dimasukan ke dalam silinder pengering
2. Bahan bakar biomassa sekam sebanyak 8 kg dimasukan ke dalam tungku bakar secara bertahap lalu dinyalakan.
3. Blower dioperasikan menuju ruang penukar panas.
4. Mesin pengering dioperasikan selama 5 jam.
5. Selama mesin pengering rotari beroperasi dilakukan pengukuran suhu, kelembaban relatif, kecepatan aliran udara dan pengukuran kadar air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pengering rotari hasil rancangan

Perancangan mesin pengering rotari diawali dengan menggambar bagian-bagian mesin pengering rotari dengan aplikasi auto cad. Ukuran gambar diperoleh dari perhitungan mesin pengering rotari sebelumnya. Setelah bagian-bagian mesin digambar dengan ukuran yang sudah ditentukan barulah dilakukan pembuatan bagian-bagian mesin. Perspektif mesin pengering rotari hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Perspektif mesin pengering rotari



Gambar 2. Foto mesin pengering rotari hasil rancangan

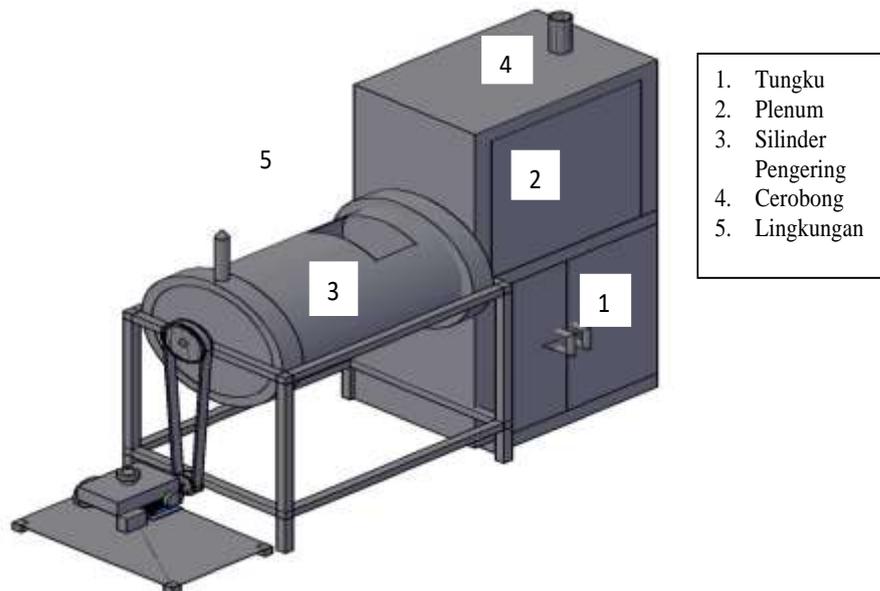
Pengujian pengering rotari dengan beban

Pengujian dilakukan untuk melihat kinerja pengering rotari yang dirancang. Pengujian dilakukan 2 kali percobaan dimana setiap percobaan menggunakan gabah basah sebanyak 20 kg dengan kadar air awal \pm 18 %.

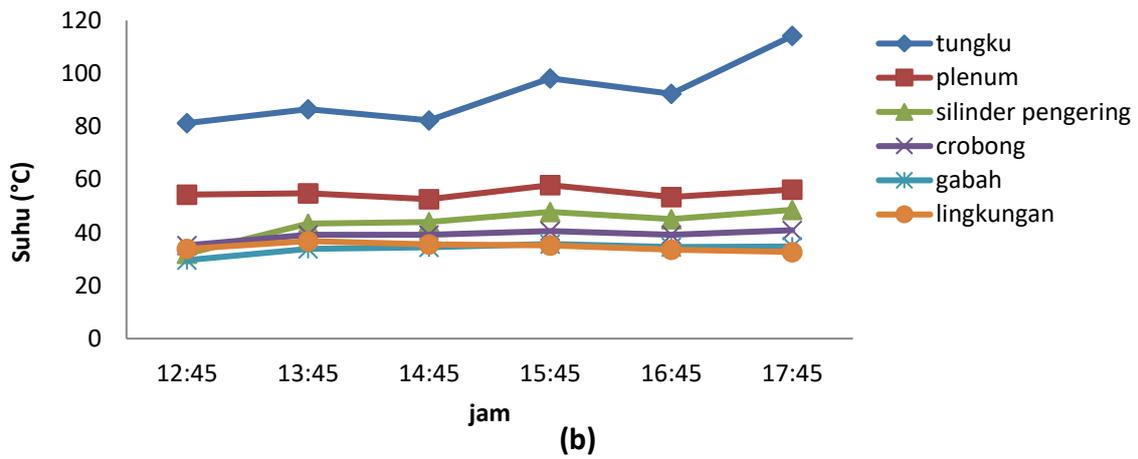
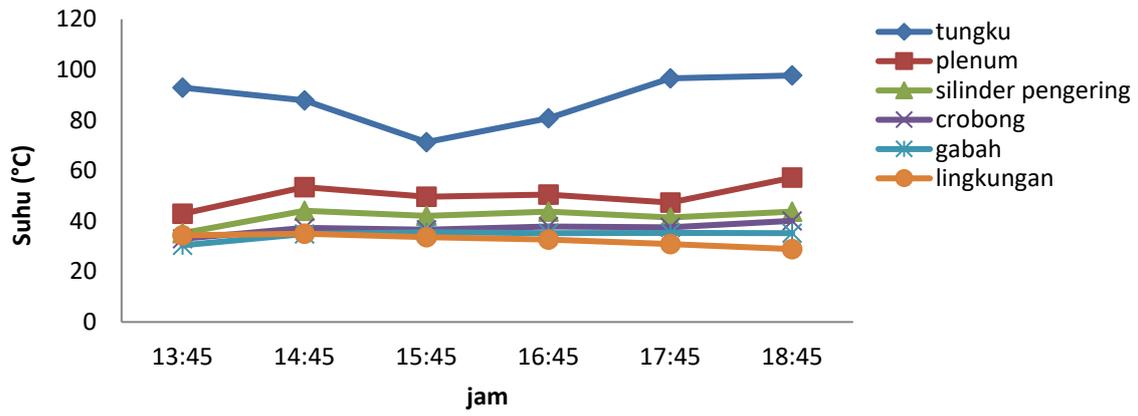
Sebaran suhu dan kelembaban pada pengering rotari

Sebaran suhu pada pengering rotari dilakukan di beberapa titik, antara lain: tungku, plenum, silinder

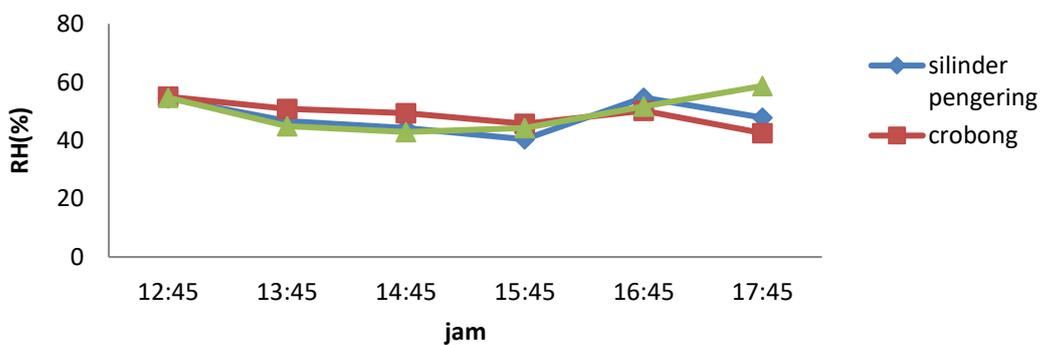
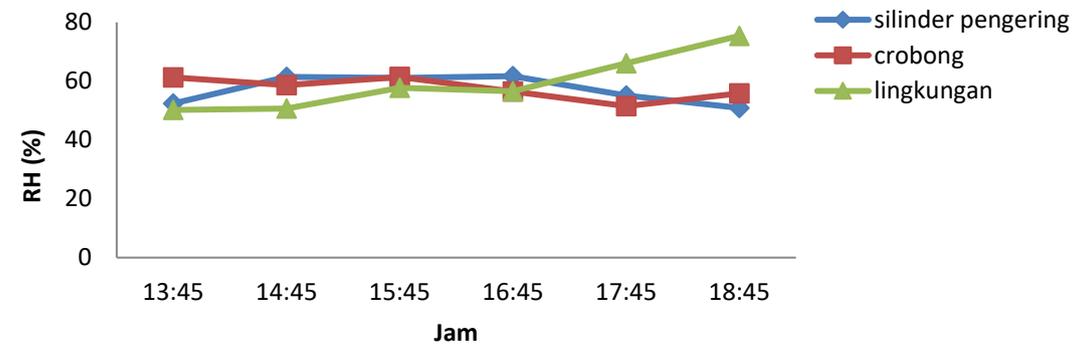
pengering, cerobong, dan lingkungan. Titik peletakan termokopel dapat dilihat pada Gambar 3. Pengeringan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban relatif dan kecepatan aliran udara. Sebaran suhu di kedua pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. Kelembaban relatif merupakan rasio tekanan uap air aktual terhadap tekanan uap air jenuh pada tekanan tertentu. Pengukuran kelembaban relatif dilakukan pada titik berikut: silinder pengering, cerobong dan lingkungan. Sebaran kelembaban relatif di kedua percobaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Titik peletakan termokopel



Gambar 4. Sebaran Suhu Pengeringan pada (a) percobaan ke-1 dan (b) percobaan ke-2



Gambar 5. Sebaran RH Pengeringan pada (a) percobaan ke-1 dan (b) percobaan ke-2

Gambar 4 menunjukkan pola sebaran suhu yang sama. Tetapi suhu rata-rata titik pengukuran di kedua percobaan berbeda. Hal ini disebabkan perbedaan suhu di tungku pembakaran antara kedua percobaan, pada percobaan 1 menghasilkan suhu 87,5 °C dan pada percobaan 2 menghasilkan suhu 92,48 °C. Perbedaan suhu ini menyebabkan suhu di ruang pengering pada percobaan 2 lebih tinggi dari pada percobaan 1. Suhu yang digunakan untuk menghasilkan gabah yang berkualitas berkisar antara 48-60 °C (Hamarung dan Kadang, 2016). Pada penelitian ini suhu pengering yang dihasilkan berkisar 41,37-43,48 °C. Menurut Asmara dan Warji (2016) pengukuran suhu sangat perlu dilakukan karena suhu adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh untuk karakteristik pengeringan. Suhu berbanding lurus dengan lama pengeringan, semakin tinggi suhu maka proses pengeringan akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya semakin rendah suhu maka pengeringan akan semakin lambat.

Gambar 5 menunjukkan pola sebaran kelembaban relatif yang sama. Kelembaban relatif di ruang pengering tertinggi pada percobaan ke-1 yaitu 57,1 % dan terendah pada percobaan ke-2 yaitu 48,05 %. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka tekanan uap air di luar dan di dalam bahan menjadi kecil sehingga menghambat perpindahan uap air dari dalam bahan ke luar. Kelembaban relatif memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan suhu, dimana semakin tinggi kelembaban relatif maka semakin rendah suhu.

Kinerja pengering rotari

Pengeringan menggunakan pengering rotari pada kedua percobaan menghasilkan nilai parameter yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan kadar air akhir gabah pada kedua percobaan berbeda, meskipun kadar air

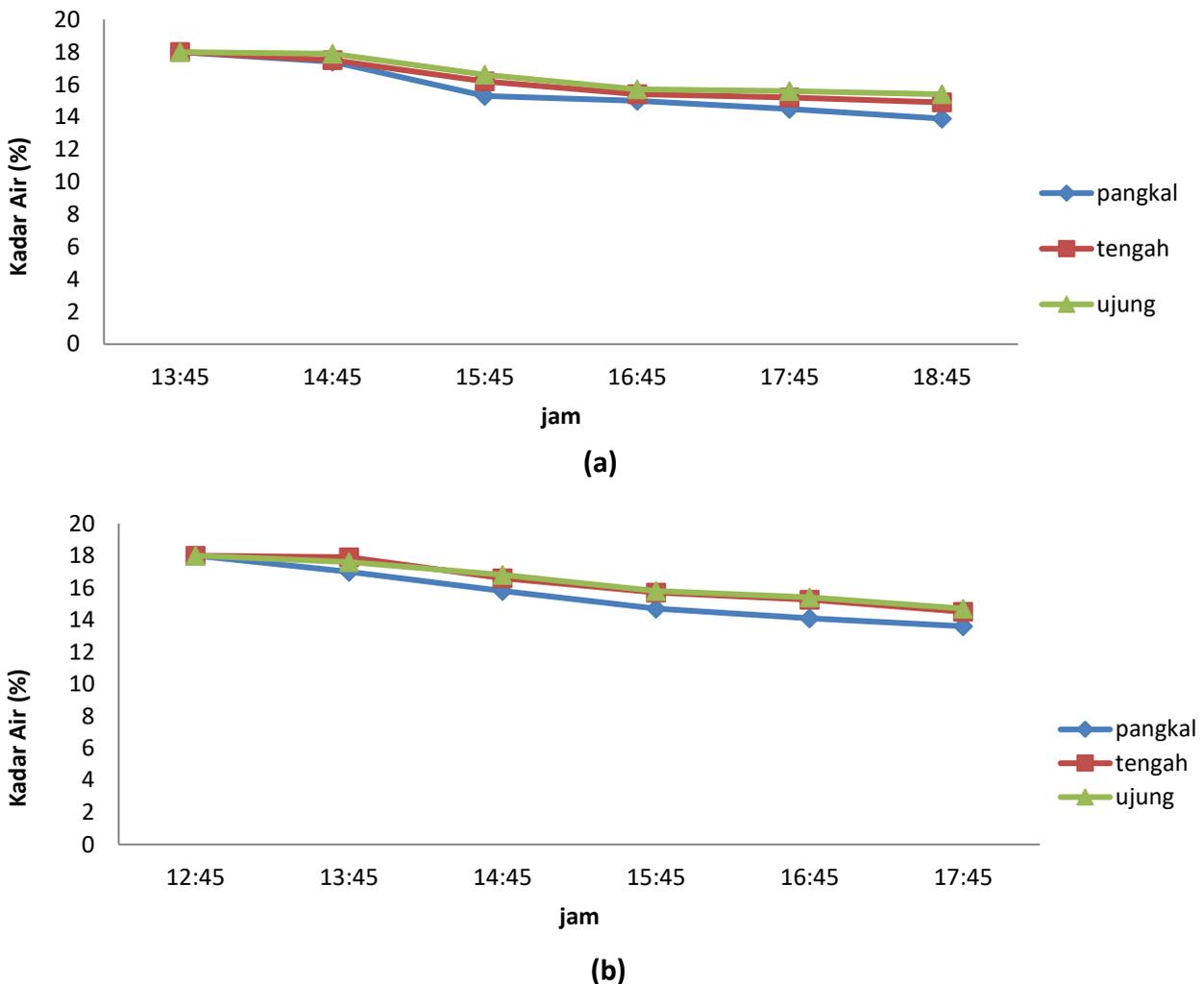
Tabel 1. Kinerja pengering rotari berbahan bakar sekam padi

Parameter	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2
Beban pengering (kg) (m)	20	20
Kadar air awal (%bb) (Mo)	18	18
Kadar air akhir (%bb)	14,73	14,27
Waktu pengeringan (jam) (t)	5	5
Suhu rerata tungku (°C)	87,5	92,48
Suhu rerata plenum (°C)	50,18	54,87
Suhu rerata silinder pengering (°C)	41,73	43,48
Suhu rerata cerobong (°C)	37,05	39,05
Suhu rerata gabah (°C)	39,5	35,77
Suhu rerata lingkungan (°C)	31,44	34,63
RH silinder pengering (%)	57,1	48,05
RH cerobong (%)	57,52	48,93
RH lingkungan (%)	59,45	49,53
Laju pengeringan (%/Jam)	0,65	0,75
Energi pengeringan (kal)	22680	23040

awal yang digunakan sama yaitu ± 18 % dan waktu pengering yang sama yaitu 5 jam. Kadar air rata-rata tertinggi diperoleh pada percobaan 1 yaitu 14,73 % dan terendah diperoleh pada percobaan 2 yaitu 14,27 %. Hal ini disebabkan suhu pengering pada percobaan 1 lebih rendah dari pada percobaan 2 dan kelembaban relatif pada percobaan 1 lebih tinggi dari pada percobaan 2. Penurunan kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.

Kadar air merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan mutu beras selama penggilingan (Fahroji, 2016). Kadar air yang diperoleh pada penelitian ini sudah hampir mendekati syarat mutu SNI 01-0224-1987 yaitu 14 %. Hal ini sesuai dengan Novrinaldi dan Putra (2019) yang menyatakan gabah selepas panen harus segera dikeringkan dengan menurunkan kadar air gabah dari 20-23 % basis kering pada musim kering atau 24-27 % basis basah pada musim hujan menjadi 14 %. Laju pengeringan gabah yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 0,65-0,75 %/jam. Laju pengeringan ini sudah mampu menurunkan kadar air gabah sampai batas kering giling. Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu, kecepatan aliran udara (Rihi *et al.*, 2016), tekanan udara, kelembaban udara, luas permukaan dan jumlah energi (Azhar, 2018).

Hasil pengering menggunakan pengeringan rotari 2 kali percobaan menunjukkan hasil seragam, hal ini sesuai dengan Yerizam *et al.* (2019) yang menyatakan pengering rotari dibandingkan dengan jenis pengering lainnya dapat digunakan untuk mengeringkan baik lapisan luar ataupun dalam dari suatu padatan, proses pencampuran yang baik dan memastikan bahwa terjadinya proses pengeringan bahan yang seragam atau merata.



Gambar 6. Penurunan kadar air a) percobaan ke-1 dan b) percobaan ke-2

Gambar 6 menunjukkan tren penurunan kadar air yang sama, walaupun nilai akhir kadar berbeda. Laju pengeringan tertinggi diperoleh pada percobaan 2 yaitu 0,75 %/jam dan terendah pada percobaan 1 yaitu 0,65 %/jam. Hal ini disebabkan oleh suhu di ruang pengering yang lebih tinggi dan kelembaban relatif yang lebih rendah pada percobaan 2. Laju pengeringan juga dipengaruhi oleh kadar air. Semakin besar perbedaan kadar air awal dan kadar akhir maka semakin besar laju pengeringan yang dihasilkan. Energi biomassa sekam padi yang dihasilkan pada kedua percobaan berbeda. Energi biomassa sekam padi tertinggi terdapat pada percobaan 2 yaitu 23040 kal sedangkan terendah pada percobaan 1 yaitu 22680 kal, hal ini dikarenakan jumlah biomassa sekam padi yang digunakan lebih banyak pada percobaan 2. Pada saat pengujian dari 8 kg biomassa sekam yang digunakan pada percobaan 1 dan percobaan 2 menghasilkan abu sebesar 1,7 dan 1,6 kg berturut-turut.

KESIMPULAN

Alat pengering rotari yang telah dirancang dan dikonstruksi telah dapat mengeringkan gabah sebanyak 20 kg dari kadar air awal 18 % menjadi $\pm 14,27$ sampai $14,73$ % bb selama 5 jam. Kadar air akhir yang dihasilkan sebesar $\pm 14,27$ - $14,73$ % bb, laju pengeringan yang dihasilkan sebesar 0,65-0,75 %/jam dan energi biomassa untuk pengeringan sebesar 22680–23040 kal. Massa 1 kg sekam padi dapat mengeringkan 2,5 kg gabah.

Daftar Pustaka

- Asmara, S. dan Warji. 2010. Kinerja Pengeringan Chip Ubi Kayu. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol 24(2). Hal: 75-80.
- Azhar, M. 2018. Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. Vol 1(4). Hal: 398-412.

- Effendy, S., Syarif, A., Zulkarnain, Setiady, R.R. dan Kholik, M.A.A. 2018. Kajian Prototipe Rotary Dryer Berdasarkan Kecepatan Putaran Silinder Pengereng dan Laju Alir Udara Terhadap Efisiensi Thermal Pengereng Biji Jagung. *Jurnal Kinetika*. Vol 9(2): Hal 43 – 49.
- Fahroji, H. 2016. Kinerja Beberapa Tipe Moisture Meter dalam Penentuan Kadar Air Padi, *Jurnal Lahan Suboptimal*. Vol 5(61): Hal 62-70.
- Ginting, T., Sitorus, T.B., Napitupulu F.H., Taufiq B.N. dan Gultom, S. 2017. Analisa Pengujian Performansi Mesin Pengereng Gabah Dengan Pengaduk Berotari Kapasitas 11 kg. *Jurnal Dinamis*, Vol 5(4): Hal 72–77.
- Gunasekaran, K., Shanmugan, V. and Suresh, P. 2012. Modelling and Analytical Experimental Study of Hybrid Solar Dryer Integrated with Biomass Dryer for Drying Coleus Forskohlii Stems. *IPCSIT*. Vol 28: Hal 28-32.
- Hamarung, M.A. dan Kadang, Y. 2016. Rancang Bangun Prototype Mesin Pengereng Padi Berbahan Bakar Sekam dengan Pengaduk Horizontal. *Prosiding Seminar Nasional*. Vol 04: Hal: 16–25.
- Jumari, A. dan Purwanto, A. 2005. Design of Rotary Dryer for Improving the Quality of Product of Semi Organic Phosphate Fertilizer. *Ekuilibrium*. Vol 4(2): Hal 45-51.
- Kusumawati, W.D., Susrusa, B.K. dan Wulandira, A. 2012. Studi Perbandingan Kinerja Penggilingan Padi (*Rice Milling Unit*) dengan dan Tanpa Pengereng Buatan Berbahan Bakar Sekam di Kabupaten Tabanan. *E-Journal Agribisnis dan Agrowisata*. Vol 1 (1).
- Luz, R., Santos, G., Jorge, W.A.D., Praraiso, L.M.M. and Andrade, C.M.G. 2010. Dynamic Modelling and Control of Soybean Meal Drying in a Direct Rotary Dryer. *Journal of Food and Bioproducts Processing*.
- Novrinaldi dan Putra, S.A. 2019. Pengaruh Kapasitas Pengereng Terhadap Karakteristik Gabah Menggunakan Swirling Fluized Bed Dryer (SFBD). *Jurnal Rise*. Vol 13(2): Hal 111–124.
- Rahmat, M., Patang, P. and Rais M. 2019. Uji Pengereng Biji Jagung (*Zea mays Sp*) Menggunakan Alat Pengereng Biji-Bijian Tipe Rak (*Tray Dryer*). *Jurnal Teknik Teknologi Pertanian*. Vol 1(1): Hal 222-229.
- Rajkumar, P. and Kulanthaisami, S. 2007. Vacuum Assisted Solar Drying of Tomatoes Slices. *ASABE Annual International Meeting*, Portland, Oregon.
- Rihi, M.K., Muhamad, J.B.V.T. and Erick, U.K.M. 2016. Pengaruh Kecepatan Angin Blower dan Jumlah Pipa Pemanas terhadap Laju Pengereng pada Alat Pengereng Padi Tipe Bed Dryer Berbahan Bakar Sekam Padi. *LJTMU*. Vol. 03(02). Hal:31-36.
- Tumbel, N., Pojoh, B. dan Manurung, S. 2016. Rekayasa Alat Pengereng Jagung Sistem Rotari. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. Vol 8 (2): Hal 107-116.
- Yerizam, M., Aneasari, Purnamasari, I., Fadarina, Dillah, V.F. dan Pakpahan, C. 2019. Kinerja Rotary Dryer Pada Pengereng Chips Manihot esculenta dalam Pembuatan Mocaf Berdasarkan Variasi Waktu, Temperatur dan Laju Pengereng. *Jurnal Kinetika*. Vol 10 (2): Hal 24-28.