

Kajian Eksperimental Penggunaan Ruang Pengereng Silinder Vertikal dan Horisontal Mesin Pengereng Gabah Tipe *Fluidzed Deep*

Mochammad Arvin Syarifuddin¹, La Ode M Firman²
^{1,2} Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila
Jl. Borobudur No.7, Jakarta Pusat 10320
¹ arvinaero@gmail.com
² button_island@yahoo.com

Dikirimkan: 03, 2018. Diterima: 05, 2018. Dipublikasikan: 05, 2018.

Abstract— This study explored experimentally the use of vertical and horisontal position of cylindrical drying chamber dryer *Fluidzed Deep* against temperature distribution, humidity, drying rate, decreasing grain water level, and decreasing grain mass. The method used in this research is design and experiment. This machine uses a burning furnace as a heat source, sengon/ albasia wood as fuel, flat plate type heat exchanger, cyclone to convert wet vapor to dry vapor, filter to dry vapor cleaner, cylindrical drying chamber, blower to blow air, and Jig to support all components. This experiment was carried out three times for the drying chamber in a vertical position, and three times for the drying chamber in a horisontal position. In one drying time, it takes about 270 minutes. In the drying chamber measured temperature and humidity at 12 points of measurement. The results showed that the horisontal cylinder drying chamber produced higher temperature distribution than the vertical cylinder drying chamber, but the temperature distribution was less even, the vertical cylinder dryer produced lower humidity than the horisontal cylinder drying chamber, but resulted in higher deviation than the horisontal cylinder dryer. Drying rate, decrease in grain water content, average grain decrease on average faster than horisontal cylinder. The process of reducing the grain moisture content from about 20% bb to a moisture content of dry milled grains of about 14% bb occurred for 270 minutes or about 4, 5 hours.

Keyword: Experimental design; *Fluized deep* dryer; dryer efficiency

Abstrak— Penelitian ini mengkaji secara eksperimental penggunaan posisi vertikal dan horisontal ruang pengereng berbentuk silinder mesin pengereng gabah tipe *Fluidzed Deep* terhadap distribusi temperatur, kelembaban, laju pengeringan, penurunan kadar air gabah, dan penurunan massa gabah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah disain dan eksperimen. Mesin ini menggunakan tungku pembakaran sebagai sumber panas, kayu sengon/albasia sebagai bahan bakar, alat penukar kalor tipe pelat datar, *cyclone* untuk merubah uap basah menjadi kering, filter untuk menyaring uap kering menjadi lebih bersih, ruang pengereng berbentuk silinder, *blower* untuk meniup udara, dan Jig untuk menyangga seluruh komponen. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk ruang pengereng dengan posisi vertikal, dan tiga kali untuk ruang pengereng dengan posisi horisontal. Dalam satu kali pengeringan, waktu yang dibutuhkan sekitar 270 menit. Pada ruang pengereng diukur temperatur dan kelembabannya pada 12 titik pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ruang pengereng silinder horisontal menghasilkan distribusi temperatur lebih tinggi dibandingkan ruang pengereng silinder vertikal, tetapi distribusi temperatur kurang merata, ruang pengereng silinder vertikal menghasilkan kelembaban lebih rendah dibandingkan ruang pengereng silinder horisontal, tetapi menghasilkan deviasi lebih tinggi dibandingkan dengan pengereng silinder horisontal. Laju pengeringan, penurunan kadar air gabah, dan penurunan massa gabah rata-rata silinder vertikal lebih cepat dibandingkan silinder horisontal. Proses pengurangan kadar air gabah simpan dari sekitar 20% bb menjadi kadar air gabah kering giling sekitar 14% bb terjadi selama 270 menit atau sekitar 4,5 jam.

Kata kunci: Rancangan eksperimen; Pengereng *Fluized deep*; efisiensi pengereng

I. PENDAHULUAN

Salah satu tantangan utama dalam produksi beras adalah meningkatkan kualitas beras secara keseluruhan untuk memenuhi persyaratan ekspor

dan aman bagi pangsa pasar nasional dan internasional yang merupakan tantangan yang berkelanjutan. Tantangan ini harus segera direspon untuk memperbaiki kualitas beras dan meminimalkan kerugian selama penanganan,

terutama selama proses pengeringan Gabah [1]. Gabah memiliki kadar air yang tinggi pada saat panen, dan jika tidak melalui proses pengeringan yang tepat, maka kualitas beras akan rusak karena pembusukan dan pertumbuhan jamur [2]. Secara umum, ada dua macam metode pengeringan yang biasa digunakan untuk mengeringkan biji-bijian, yaitu pertama adalah metode pengeringan konveksi menggunakan udara ambien atau udara panas dan yang kedua adalah pengeringan radiasi dengan menggunakan radiasi matahari atau inframerah [3].

Pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari bahan dengan menggunakan media pengering, sampai tingkat kadar air kesetimbangan dengan kondisi udara atmosfer atau tingkat kadar air yang setara dengan aktifitas air yang aman dari kerusakan mikrobiologi, enzimatik dan kimiawi [6]. Salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk mengendalikan proses pengeringan adalah mengetahui keberadaan molekul air dalam produk bahan yang akan dikeringkan [9]. Pengeringan bahan hasil pertanian dengan menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45 oC sampai 75 oC [10]. Waktu pengeringan optimum adalah waktu di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan. Suhu optimum pengeringan adalah suhu yang diperoleh saat waktu pengeringan paling singkat [10].

Laju pengeringan adalah angka perbandingan jumlah massa air yang menguap terhadap waktu dalam interval waktu tersebut. Laju pengeringan untuk suatu produk dapat digambarkan sebagai berikut [12]. Laju penguapan sebagian besar tergantung pada keadaan sekeliling bahan, sedangkan pengaruh bahannya sendiri relatif kecil [6]. Laju pengeringan akan menurun seiring dengan penurunan kadar air selama pengeringan. Jumlah air terikat makin lama semakin berkurang. Perubahan dari laju pengeringan tetap menjadi laju pengeringan menurun untuk bahan yang berbeda akan terjadi pada kadar air yang berbeda pula [6]. Laju pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 [7].

$$LP = (M_w - M_{wi}) / (\Delta t) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan,

LP : laju pengeringan (% bk/jam)
 $M_{w.o}$: kadar air awal bahan (% bk)
 $M_{w.i}$: kadar air akhir bahan (% bk)
 Δt : lama waktu pengeringan (jam)

Pengurangan kadar air dapat dihitung menggunakan Persamaan 2 [7].

$$Mw = (mw-md)/(mw) \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan,

M_w : kadar air basis basah (% bb)
 m_w : massa basah (kg)
 m_d : massa kering (kg)

Masalah utama muncul adalah proses pengeringan konvensional dengan sinar matahari banyak terdapat kekurangan seperti keadaan cuaca tidak menentu, membutuhkan waktu yang relatif lebih lama, kadar air produk tidak seragam, kebutuhan area dan biaya operasional yang besar [4]. Oleh karena itu perlu dibuat suatu inovasi teknologi pengeringan yang hemat energy, ramah lingkungan, dan memanfaatkan limbah dari lingkungan pertanian ataupun sejenisnya. Tetapi ada permasalahan yang muncul, untuk posisi ruang pengering yang akan digunakan, khususnya pada ruang pengering silinder yang sebaiknya digunakan, apakah dengan posisi vertikal atau horizontal ? untuk menjawab pertanyaan tersebut, maka pada penelitian ini, akan membahas perbedaan penggunaan ruang pengering silinder posisi vertikal dengan ruang pengering silinder posisi horizontal pada mesin pengering gabah tipe ditumpuk dialiri udara (*Fluidized Deep*) menggunakan energi biomassa kayu albasia sebagai sumber panas terhadap distribusi temperatur, kelembaban, laju pengeringan, penurunan kadar air gabah, dan penurunan massa gabah dengan metoda disain eksperimen. Disain eksperimen adalah suatu rancangan penelitian yang dipergunakan untuk mencari hubungan sebab-akibat dengan adanya keterlibatan penelitian dalam melakukan manipulasi terhadap variabel bebas.

Energi biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sangat penting dan potensial dikembangkan untuk berbagai kebutuhan. Pengembangan sumber energi biomassa seperti kayu albasia sangat tepat dilakukan di negara kita, karena ketersediaan kayu albasia cukup banyak dan mudah didapatkan dari industri pengolahan kayu. Energi biomassa, khususnya kayu bakar, masih merupakan sumber energi dominan bagi masyarakat pedesaan yang pada umumnya berpenghasilan rendah. Diperkirakan 50% penduduk Indonesia menggunakan kayu bakar sebagai sumber energi dengan tingkat konsumsi 1,2 m³/orang/tahun. Selain itu, sekitar 80% sumber energi masyarakat pedesaan diperoleh dari kayu bakar [5]. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk mengeringkan gabah oleh para petani di pedesaan, ketika cuaca mendung atau hujan.

Kualitas kayu sebagai sumber energi dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu jenis spesies. Jenis spesies *hardwood* (kayu keras) dan *softwood*

(kayu lunak) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas kayu sebagai sumber energi[11]. Nilai kalor yang dihasilkan oleh *softwood* cenderung lebih tinggi daripada *hardwood* [13]. Nilai-nilai panas pembakaran ini sedikit hubungannya dengan jenis spesies kayu dan hanya bervariasi paling besar 5 – 8% [14]. Pohon yang tumbuh cepat dan memiliki banyak cabang cenderung memiliki energi yang tinggi. Ciri-ciri ini dapat ditemukan pada *softwood*. Lalu faktor yang selanjutnya adalah sistem silvikultur, umur pemanenan, ekologi hutan tanaman, dan bagian pohon. Sementara itu, salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan kayu sebagai bahan energi adalah kecepatan tumbuh yang besar dengan sifat percabangan yang lebat [15].

Nilai kalor arang kayu albasia adalah 5950 kal/gr [16]. Nilai kalor atau nilai panas adalah ukuran kualitas bahan bakar dan biasanya dinyatakan dalam *British Thermal Unit* (BTU) yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu satu *pound* air sebesar 1°F. Nilai kalor yang dinyatakan dalam kalori berarti jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C. Nilai kalor kayu ditentukan oleh berat jenis kayu, kadar air, dan komposisi kimia kayu khususnya kadar lignin dan kadar ekstraktif. berat jenis kayu adalah perbandingan antara kerapatan kayu yang diukur atas dasar berat kering tanur dan volume pada kandungan air yang telah ditentukan dengan kerapatan air pada suhu 4°C [16]. Berat jenis kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu dimensi serat, letak kayu awal dan kayu akhir, persentase selulosa dan lignin serta kandungan ekstraktif yang ada dalam kayu [17].

Energi untuk menguapkan air dapat dihitung dengan persamaan 3 [18].

$$Q_1 = T \times H_{fg} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan,

H_{fg} : panas laten air (kJ/kgH²O)

T : suhu (°C)

H_{fg} adalah panas laten air, dapat dihitung dengan persamaan 5 [19].

$$H_{fg} = (2,501 - (2,361 \times 10^{-3}) T) \times 1000 \text{ (kJ/kg)} \dots (5)$$

Sedangkan energi untuk memanaskan bahan dihitung dengan persamaan 4 [19].

$$Q_2 = m \times C_p \times \Delta T \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan,

Q_2 : Energi untuk memanaskan

m : Berat bahan yang dikeringkan (kg)

C_p : Panas jenis gabah (1,850 kJ/ kg°C)

ΔT : Perubahan suhu udara pengering dan suhu lingkungan (°C)

Untuk Menghitung Energi panas yang diuapkan (Q_{out}), dapat dihitung menggunakan persamaan 5 [18].

$$Q_{out} = Q_1 + Q_2 \dots \dots \dots (5)$$

Sedangkan Energi Bahan Bakar, dapat dihitung menggunakan persamaan 6 [18].

$$Q_{in} = m_s \times N_{bb} \text{ (kJ)} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan,

Q_{in} : Kalor hasil proses bahan pembakaran (kW)

N_{bb} : Nilai kalor bahan bakar (kJ/ kg)

m_s : Berat bahan bakar (kg)

Untuk menghitung massa air yang diuapkan, dapat menggunakan persamaan 7 [8].

$$\Delta m_w = [m(K_o - K_1)] / [1 - K_1] \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan,

Δm_w : Massa air yang diuapkan (kg)

m : Massa gabah (kg)

K_o : Kadar air awal (%)

K_1 : Kadar air yang diharapkan (%)

Laju udara pengeringan dapat diketahui dengan persamaan 8 [8].

$$M_k = W_k / (H_2 - H_1) \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan,

M_k : Laju massa udara pengering (kg/jam)

W_k : Laju penguapan air (kg/jam)

H_1 : kelembaban mutlak udara keluar (kg/m³)

H_2 : Kelembaban mutlak udara didalam (kg/m³)

Debit aliran udara dapat diketahui dengan persamaan 9 [8].

$$Q = M_k \times v \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan,

Q : Debit aliran udara (m³/jam)

M_k : Laju massa udara pengering (kg/jam)

v : Volume spesifik udara pengering (m³/kg)

Efisiensi pengeringan digunakan sebagai indikator tingkat keberhasilan proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe batch. Efisiensi pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah energi untuk memanaskan dan menguapkan air yang terdapat pada bahan dengan energi yang dihasilkan bahan bakar dalam proses pengeringan. Untuk menghitung efisiensi pengeringan menggunakan persamaan 10 [20].

$$Eff = (Q_{out} / Q_{in}) \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan,

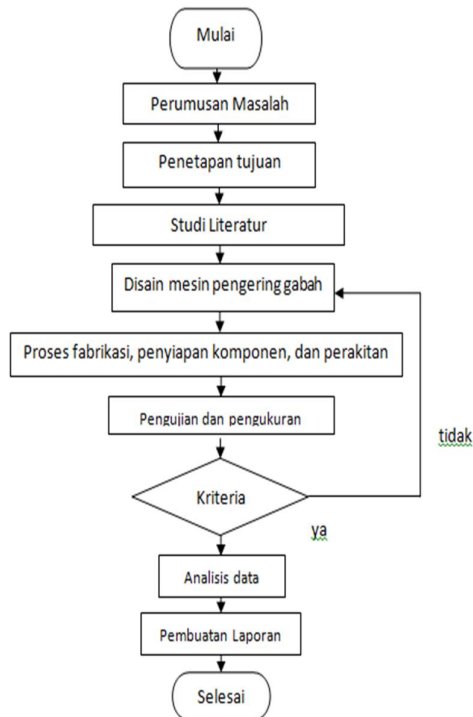
Eff : Efisiensi pengeringan (%)

Q_{out} : Energi yang digunakan (kJ/jam)

Q_{in} : Energi yang masuk (kJ/jam)

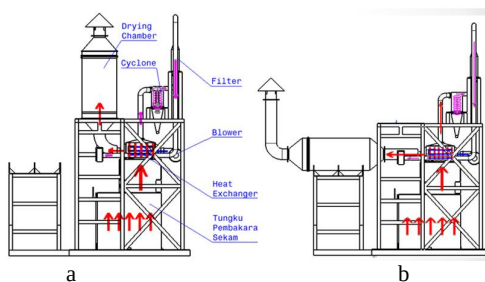
II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Sistematika Penelitian



Gambar 1 Diagram alir

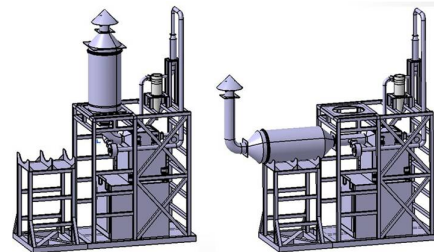
2.2. Konsep dan Desain



Gambar 2. Konsep mesin pengering gabah (a) vertikal, (b)horizontal

Komponen-komponen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tungku, alat penukar kalor tipe pelat datar, ruang pengering silinder vertikal, ruang pengering horisontal, *blower*, *cyclone* & *filter*, dan JIG (rangka penopang komponen). Udara dihisap menggunakan *primary blower*, lalu ditiupkan kedalam alat penukar kalor pelat datar untuk proses perpindahan panas dengan uap panas dari tungku pembakaran. Udara dari *blower* yang melewati alat penukar kalor pelat datar temperaturnya akan naik menjadi panas, dan temperatur udara dari tungku

pembakaran menjadi turun. Udara panas dari *primary blower* akan masuk ke ruang pengering, dan uap dari tungku yang melewati alat penukar kalor akan masuk kedalam *cyclone*. Didalam *cyclone*, uap akan dikonversi dari uap basah menjadi kering. Lalu uap kering akan masuk ke *filter*, agar uap lebih bersih. Setelah melewati *filter*, uap akan dihisap oleh *secondary blower*, lalu ditiupkan kedalam ruang pengering. Sehingga aliran massa udara yang masuk kedalam ruang pengering ada dua. Yang pertama dari *primary blower*, yang kedua dari *secondary blower*.



Gambar 3 Disain mesin pegering gabah (a) vertikal, (b)horizontal

2.3. Bahan

Bahan dalam penelitian ini adalah gabah dari persawahan di kabupaten cianjur sebanyak 96 kg, dan Bahan bakar yang digunakan adalah kayu albasia dari sampah kayu albasia sisa pembangunan gedung *workshop/laboratorium* politeknik sukabumi.

2.4. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan adalah timbangan massa (*analog dan digital*), *digital food thermometer*, *temperature and humidity instrument*, dan *anemometer*.

2.5. Waktu dan Tempat

Waktu penelitian ini direncanakan selama 11 bulan, dari bulan maret 2017 hingga bulan Februari 2018. Tempat dilaksanakannya penelitian ini di laboratorium teknik mesin politeknik sukabumi.

2.6. Pengujian dan Pengukuran

Pengujian pada penelitian ini adalah melakukan uji coba proses pengeringan gabah dengan dua posisi ruang pengering, yaitu posisi vertikal dan horisontal, dengan masing-masing tiga kali pengujian. Sehingga total enam kali pengujian. Dalam satu kali pengujian membutuhkan waktu 270 menit atau 4,5 jam. Sehingga untuk enam kali pengujian, membutuhkan waktu selama 27 jam. Pengujian ini dilakukan selama tiga hari. Dalam satu hari melakukan dua kali pengujian, vertikal dan horisontal.



Gambar .4. Pengujian mesin pengering gabah, (a) tipe vertikal, dan (b) tipe horisontal, (c) massa gabah, (d) kecepatan aliran udara *input*, (e) temperatur *output* alat penukar kalor, (f) temperatur *output cyclone*, (g) *output* ruang pengering, (h) ruang pengering

Pengukuran pada penelitian ini adalah mengukur seluruh parameter, baik sebelum pengujian, maupun setelah pengujian. Sebelum pengujian, pengukuran dilakukan pada massa gabah sebelum dikeringkan, temperatur lingkungan, kelembaban lingkungan, dan kecepatan aliran udara yang masuk ruang pengering. Pada saat proses pengujian, pengukuran dilakukan pada tiga jenis parameter yaitu temperatur, kelembaban, dan kecepatan aliran udara. Temperatur yang diukur adalah

temperatur lingkungan, udara *output* tungku, *output* alat penukar kalor yang masuk ke *cyclone*, *output cyclone*, *output filter*, *input secondary blower*, *output secondary blower* yang masuk ruang pengering, *output* alat penukar kalor yang masuk ke ruang pengering, ruang pengering, dan *output* ruang pengering.

Pada ruang pengering dilakukan pengukuran pada 12 titik pengukuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui distribusi temperatur dan kelembabannya. Selanjutnya pengukuran kelembaban. Kelembaban yang diukur pada saat proses berlangsung adalah kelembaban lingkungan, ruang pengering, dan *output* ruang pengering. Lalu dilakukan pengukuran kecepatan aliran udara. Kecepatan aliran udara yang diukur adalah kecepatan aliran udara *output* ruang pengering. Proses pengukuran ini dilakukan pada setiap 30 menit sekali, selama 270 menit. Yaitu pada awal pengujian di 0 menit, pada menit ke-30, menit ke-60, menit ke-90, menit ke-120, menit ke-150, menit ke-180, menit ke-210, menit ke-240, dan menit ke-270. Pada saat setelah proses pengujian, dilakukan pengukuran massa gabah setelah dikeringkan, untuk mengetahui penurunan massa gabah, dan penurunan kadar air gabah.



Gambar 5. Gabah (a) sebelum pengeringan dan (b) sesudah pengeringan dalam ruang pengering

III. HASIL PENELITIAN

TABEL I
Distribusi Temperatur Ruang Pengering Vertikal Rata-rata Pada Tiga Kali Percobaan

Ruang pengering		Menit ke									
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
posisi	titik	Temperatur oC									
vertikal	1	26.03	38.70	43.70	44.53	44.83	45.33	45.73	45.50	39.17	37.17
	2	26.03	36.47	41.47	42.30	42.60	43.10	43.50	43.27	36.93	34.93
	3	26.03	33.73	38.73	39.57	39.87	40.37	40.77	40.53	34.20	32.20
	4	26.03	38.17	43.17	44.00	44.30	44.80	45.20	44.97	38.63	36.63
	5	26.03	37.27	42.27	43.10	43.40	43.90	44.30	44.07	37.73	35.73
	6	26.03	35.40	40.40	41.23	41.53	42.03	42.43	42.20	35.87	33.87
	7	26.03	37.70	42.70	43.53	43.83	44.33	44.73	44.50	38.17	36.17
	8	26.03	36.47	41.47	42.30	42.60	43.10	43.50	43.27	36.93	34.93
	9	26.03	34.63	39.63	40.47	40.77	41.27	41.67	41.43	35.10	33.10
	10	26.03	38.23	43.23	44.07	44.37	44.87	45.27	45.03	38.70	36.70
	11	26.03	37.30	42.30	43.13	43.43	43.93	44.33	44.10	37.77	35.77
	12	26.03	34.53	39.53	40.37	40.67	41.17	41.57	41.33	35.00	33.00

TABEL II
Distribusi Temperatur Ruang Pengering Horisontal Rata-rata Pada Tiga Kali Percobaan

Ruang pengering		Menit ke									
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
posisi	titik	Temperatur oC									
Horisontal	1	26.00	41.33	46.33	47.47	48.33	48.87	49.33	48.97	42.30	40.30
	2	26.00	38.40	43.40	44.53	45.40	45.93	46.40	46.03	39.37	37.37
	3	26.00	42.50	47.50	48.63	49.50	50.03	50.50	50.13	43.47	41.47
	4	26.00	41.67	46.67	47.80	48.67	49.20	49.67	49.30	42.63	40.63
	5	26.00	34.37	39.37	40.50	41.37	41.90	42.37	42.00	35.33	33.33
	6	26.00	32.47	37.47	38.60	39.47	40.00	40.47	40.10	33.43	31.43
	7	26.00	34.03	39.03	40.17	41.03	41.57	42.03	41.67	35.00	33.00
	8	26.00	34.97	39.97	41.10	41.97	42.50	42.97	42.60	35.93	33.93
	9	26.00	39.17	44.17	45.30	46.17	46.70	47.17	46.80	40.13	38.13
	10	26.00	41.70	46.70	47.83	48.70	49.23	49.70	49.33	42.67	40.67
	11	26.00	34.77	39.77	40.90	41.77	42.30	42.77	42.40	35.73	33.73
	12	26.00	33.33	38.33	39.47	40.33	40.87	41.33	40.97	34.30	32.30

TABEL III
Kelembaban Ruang Pengering Vertikal Rata-rata Pada Tiga Kali Percobaan

Ruang pengering		Menit ke									
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
posisi	titik	Kelembaban (%)									
vertikal	1	80.00	80.00	80.00	80.00	74.67	69.67	59.67	57.67	55.00	53.00
	2	80.00	80.00	80.00	80.00	73.33	68.33	58.33	56.33	53.67	51.67
	3	80.00	80.00	80.00	80.00	70.67	65.67	55.67	53.67	51.00	49.00
	4	80.00	80.00	80.00	80.00	76.33	71.33	61.33	59.33	56.67	54.67
	5	80.00	80.00	80.00	80.00	75.33	70.33	60.33	58.33	55.67	53.67
	6	80.00	80.00	80.00	80.00	74.67	69.67	59.67	57.67	55.00	53.00
	7	80.00	80.00	80.00	80.00	75.67	70.67	60.67	58.67	56.00	54.00
	8	80.00	80.00	80.00	80.00	73.67	68.67	58.67	56.67	54.00	52.00
	9	80.00	80.00	80.00	80.00	73.33	68.33	58.33	56.33	53.67	51.67
	10	80.00	80.00	80.00	80.00	75.00	70.00	60.00	58.00	55.33	53.33
	11	80.00	80.00	80.00	80.00	74.00	69.00	59.00	57.00	54.33	52.33
	12	80.00	80.00	80.00	80.00	74.00	69.00	59.00	57.00	54.33	52.33

TABEL IV
Kelembaban Ruang Pengering Horisontal Rata-rata Pada Tiga Kali Percobaan

Ruang pengering		Menit ke									
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
posisi	titik	Kelembaban (%)									
Horisontal	1	80.00	80.00	80.00	80.00	77.00	75.00	65.00	63.00	60.33	58.33
	2	80.00	80.00	80.00	80.00	78.00	76.00	66.00	64.00	61.33	59.33
	3	80.00	80.00	80.00	80.00	78.67	76.67	66.67	64.67	62.00	60.00
	4	80.00	80.00	80.00	80.00	78.67	76.67	66.67	64.67	62.00	60.00
	5	80.00	80.00	80.00	80.00	77.33	75.33	65.33	63.33	60.67	58.67
	6	80.00	80.00	80.00	80.00	76.67	74.67	64.67	62.67	60.00	58.00
	7	80.00	80.00	80.00	80.00	75.00	73.00	63.00	61.00	58.33	56.33
	8	80.00	80.00	80.00	80.00	74.33	72.33	62.33	60.33	57.67	55.67
	9	80.00	80.00	80.00	80.00	73.67	71.67	61.67	59.67	57.00	55.00
	10	80.00	80.00	80.00	80.00	78.67	76.67	66.67	64.67	62.00	60.00
	11	80.00	80.00	80.00	80.00	77.33	75.33	65.33	63.33	60.67	58.67
	12	80.00	80.00	80.00	80.00	76.67	74.67	64.67	62.67	60.00	58.00

TABEL V
Laju Pengeringan, Kadar Akhir Akhir, Penurunan Massa air, dan Penurunan Massa gabah
Pada Ruang Pengering Vertikal

Posisi	menit ke-	jam ke-	LP 1	LP 2	LP 3	LP rata2	kadar air akhir	penurunan massa air	massa gabah	penurunan massa gabah
			% bk/jam	% bk/jam	% bk/jam	% bk/jam	% bb	gr	kg	gr
vertikal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	3.03	15.16	0.00
	30.00	0.50	15.40	15.80	16.20	15.80	20.00	3.03	15.16	0.00
	60.00	1.00	7.70	7.90	8.10	15.80	20.00	3.03	15.16	0.00
	90.00	1.50	5.13	5.27	5.40	15.80	19.97	3.03	15.16	2.40
	120.00	2.00	3.85	3.95	4.05	3.95	17.99	2.73	14.86	0.60
	150.00	2.50	3.08	3.16	3.24	3.16	16.41	2.49	14.62	0.48
	180.00	3.00	2.57	2.63	2.70	2.63	15.09	2.29	14.42	0.40
	210.00	3.50	2.20	2.26	2.31	2.26	13.97	2.12	14.25	0.34
	240.00	4.00	1.93	1.98	2.03	1.98	12.98	1.97	14.10	0.30
	270.00	4.50	1.71	1.76	1.80	1.76	12.10	1.84	13.97	0.27

TABEL VI
Laju Pengeringan, Kadar Akhir Akhir, Penurunan Massa air, dan Penurunan Massa gabah
Pada Ruang Pengering Horizontal

Posisi	menit ke-	jam ke-	LP 1	LP 2	LP 3	LP rata2	20	penurunan massa air	massa gabah	penurunan massa gabah
			% bk/jam	% bk/jam	% bk/jam	% bk/jam	% bb	gr	kg	gr
horizontal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	2.96	14.82	0.00
	30.00	0.50	13.80	14.20	14.60	14.20	20.00	2.96	14.82	2.10
	60.00	1.00	6.90	7.10	7.30	14.20	20.00	2.96	14.82	2.10
	90.00	1.50	4.60	4.73	4.87	14.20	19.97	2.96	14.81	2.10
	120.00	2.00	3.45	3.55	3.65	3.55	18.19	2.70	14.55	0.53
	150.00	2.50	2.76	2.84	2.92	2.84	16.77	2.49	14.34	0.42
	180.00	3.00	2.30	2.37	2.43	2.37	15.59	2.31	14.16	0.35
	210.00	3.50	1.97	2.03	2.09	2.03	14.58	2.16	14.01	0.30
	240.00	4.00	1.73	1.78	1.83	1.78	13.69	2.03	13.88	0.26
	270.00	4.50	1.53	1.58	1.62	1.58	12.90	1.91	13.76	0.23

IV. PEMBAHASAN

4.1. Distribusi Temperatur Rata-rata Ruang Pengering

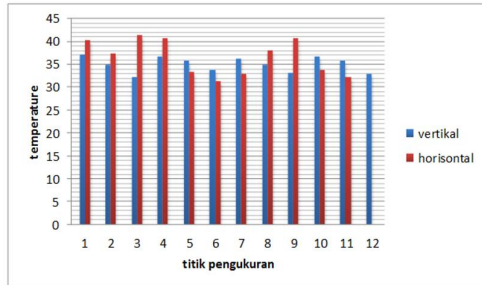
Ruang pengering silinder horizontal menghasilkan distribusi temperatur lebih tinggi dibandingkan ruang pengering silinder vertikal, tetapi distribusi temperatur kurang merata, dengan deviasi tertinggi sebesar 10 °C. Temperatur tertinggi terletak pada titik 3 sebesar 41,5 °C, dan temperatur terendah terletak pada titik 6 sebesar 31,4°C. Ruang pengering silinder

vertikal distribusi temperatur lebih merata dibandingkan ruang pengering silinder horizontal, dengan deviasi tertinggi sebesar 5oC. temperatur tertinggi pada ruang pengering silinder vertikal ini terletak pada titik 1 sebesar 37,2 oC dan temperatur terendah terletak pada titik 3 sebesar 32,2 oC.

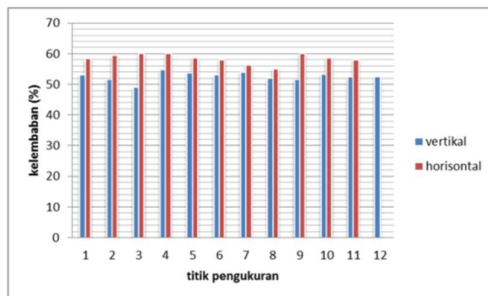
4.2. Kelembaban Rata-rata Ruang Pengering

Ruang pengering silinder vertikal menghasilkan kelembaban lebih rendah dibandingkan ruang pengering silinder horizontal, tetapi menghasilkan deviasi lebih tinggi

dibandingkan dengan pengering silinder horisontal. Deviasi tertinggi sebesar 5,7%. kelembaban tertinggi terletak pada titik 4 sebesar 54,7%, dan kelembaban terendah terletak pada titik 3 sebesar 49%.



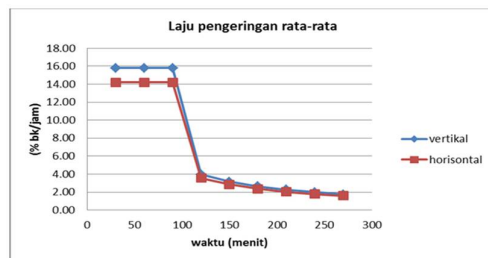
Gambar 5. perbandingan distribusi temperatur rata-rata ruang pengering



Gambar 6. perbandingan kelembaban rata-rata ruang pengering

Ruang pengering silinder horisontal kelembaban lebih tinggi dibandingkan ruang pengering silinder vertikal, dengan deviasi tertinggi sebesar 5%. Kelembaban tertinggi pada ruang pengering silinder horisontal ini terletak pada titik 3, 4, dan 10 sebesar 60% dan kelembaban terendah terletak pada titik 9 sebesar 55%.

4.3. Laju Pengeringan

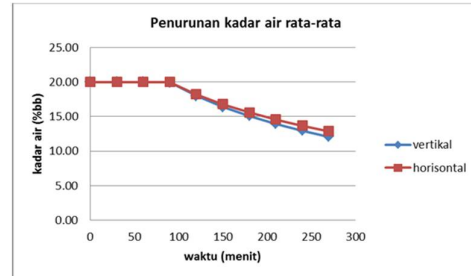


Gambar 7. Perbandingan laju pengeringan rata-rata

Kadar air gabah, pada menit ke-270, pada silinder vertikal menjadi 12,10%, dan silinder horisontal menjadi 12,90%. Semakin lama waktu pengeringan, semakin besar pula selisih dari

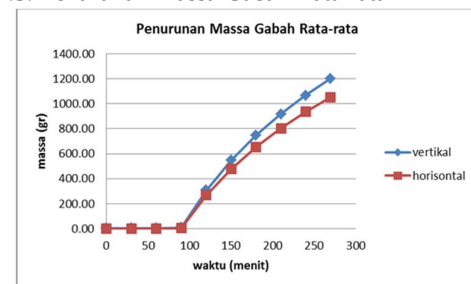
kedua jenis, dan penurunan kadar air yang paling cepat adalah silinder vertikal.

4.4. Penurunan Kadar Air Rata-rata



Gambar 8. Perbandingan penurunan kadar air rata-rata

4.5. Penurunan Massa Gabah Rata-rata

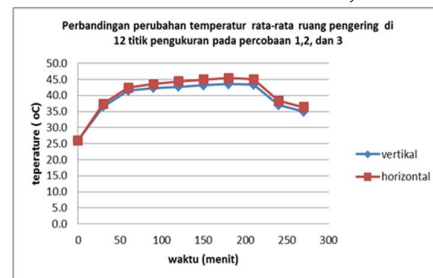


Gambar 9. Penurunan massa gabah rata-rata

Penurunan massa gabah pada silinder vertikal lebih cepat dibandingkan silinder horisontal.

4.6. Perubahan Temperatur Rata-rata Ruang Pengering

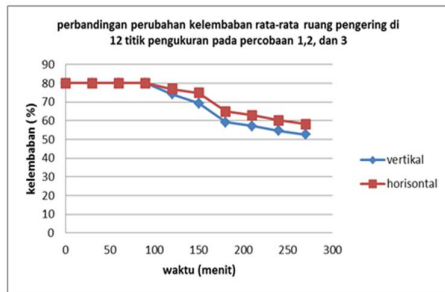
Pada menit ke-270 temperatur rata-rata ruang pengering dari kedua jenis posisi ruang pengering vertikal 35 oC. Silinder horisontal 36,7 oC.



Gambar 10. grafik perbandingan perubahan temperatur rata-rata ruang pengering silinder vertikal dan horisontal

4.7. Perubahan Kelembaban Rata-rata Ruang Pengering

Penurunan kelembaban pada jenis silinder vertikal lebih signifikan dibandingkan jenis silinder horisontal. Pada menit ke-270, untuk silinder vertikal, kelembaban menjadi 52,6%, dan pada silinder horisontal menjadi 58,2%.



Gambar 11. Grafik perbandingan perubahan kelembaban rata-rata ruang pengering

V. KESIMPULAN

1. Ruang pengering silinder horizontal menghasilkan distribusi temperatur lebih tinggi dibandingkan ruang pengering silinder vertikal, tetapi distribusi temperatur kurang merata.
2. Ruang pengering silinder vertikal distribusi temperatur lebih merata dibandingkan ruang pengering silinder horizontal.
3. Ruang pengering silinder vertikal menghasilkan kelembaban lebih rendah dibandingkan ruang pengering silinder horizontal, tetapi menghasilkan deviasi lebih tinggi dibandingkan dengan pengering silinder horizontal.
4. Ruang pengering silinder horizontal kelembaban lebih tinggi dibandingkan ruang pengering silinder vertikal,
5. Semakin lama waktu pengeringan, semakin besar pula selisih dari kedua jenis, dan penurunan kadar air yang paling cepat adalah silinder vertikal
6. Penurunan massa gabah pada silinder vertikal lebih cepat dibandingkan silinder horizontal.
7. Penurunan kelembaban pada jenis silinder vertikal lebih signifikan dibandingkan jenis silinder horizontal.
8. Dari seluruh kesimpulan yang didapat, maka penggunaan ruang pengering silinder vertikal lebih direkomendasikan untuk mesin pengering gabah tipe *fluidized deep*.

REFERENSI

- [1] Khir, R. 2008. *Rough rice drying by infrared radiation (PhD thesis)*. Egypt: Faculty of Agriculture, Suez Canal University.
- [2] Duangkhamchan, W., Ronsse, F., Siriamornpun, S., & Pieters, J. G. 2015. *Numerical study of air humidity and temperature distribution in a top-spray fluidised bed coating process*. Journal of Food Engineering,.
- [3] Ramadan A. ElGamal, Sameh S. Kishk, Gamal M. ElMasry.. 2017. *Validation of CFD models for the deep-bed drying of rice using thermal imaging*. Egypt: Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Suez Canal University..
- [4] Athajariyakul, S and Leephakreeda, T. 2006. *Fluidized Bed Paddy Drying in Optimal Conditions Via Adaptive Fuzzy Logic Control*. Bangkok: Journal of Food
- [5] Departemen ESDM. 2005. *Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2025*. Jakarta.
- [6] Henderson,S.M. and Perry R.L. 1976. *Agricultural Process Engineering 3rd Edition*. New York : AVI Publishing Co.
- [7] Tamaria Panggabean, Arjuna Neni Triana, Ari Hayati. 2017. *Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak dengan Energi Surya, Biomassa, dan Kombinasi*. Ogan Ilir: Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- [8] Nusyirwan. 2014. *Kajian pengering gabah dengan wadah pengering berbentuk silinder dan mekanisme pengaduk putar*. Padang: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- [9] Irma Indriani, Nur Hanifah.N, Aji Hendra.S, Khilyatin Nurul.A. 2009. *Pembuatan fluidized bed dryer untuk pengeringan benih pertanian secara semi batch*. Surakarta: Jurusan teknik kimia, Universitas Sebelas Maret.
- [10] Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., & Hall, C. W. 1992. 2015. *Drying and storage of grain and oil seeds*. New York: AVI Book, 450.
- [11] Suranto, Y. 2006. *Bahan Ajar Kuliah Energi Biomassa*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- [12] Anonymous. 2004. "Wood Biomass for Energy". Techline. Forest Products Laboratory. <http://www.fpl.fs.fed.us>. Diakses pada 20 – 08 – 2017.
- [13] Baker, A. J. 1983. "Wood Fuel Properties and Fuel Products From Woods". In: Fuelwood management and utilization seminar: Proceedings. East Lansing. East Lansing, MI: Michigan State University. <http://www.fpl.fs.fed.us>. Diakses pada 28 – 9 – 2009.
- [14] Prawirohatmodjo, S. 2004. *Sifat-sifat Fisika Kayu*. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- [15] Prayitno, T. A. 2007. *Pertumbuhan Pohon dan Kualitas Kayu KTT 667*. Program Studi Ilmu Kehutanan. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- [16] Jati, B. M. E dan A. B Santoso. 2005. "Penentuan Kalor Bakar Arang dari Sejumlah Jenis Kayu dan Lama Pirolisis". Jurnal Fisika Indonesia. 9 (28) : 165 – 174. <http://i-lib.ugm.ac.id>. Diakses pada 20 – 11 – 2009.
- [17] Haygreen, J. G., J. L. Bowyer, and R. Schmulsky. 2003. *Forest Product and Wood Sciences an Intoduction*. Ames : IOWA State University Press.
- [18] Sri Rezeky Meylani Nainggolan1, Tamrin, Warji, Budianto Lanya. 2013. *Uji kinerja alat pengering tipe batch skala lab untuk pengeringan gabah dengan menggunakan bahan bakar sekam padi*. Lampung.: Jurusan Teknik Pertanian,Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- [19] Muhammad, A. 2011. *Uji Kinerja AlatvPengering Hybrid Tipe Rak pada Proses Pengeringan Jagung Bertongkol*. Lampung: Skripsi, UNILA.
- [20] Sofia, L. 2010. *Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak*. Lampung.: Skripsi. UNILA.