

# TUGAS AKHIR

## PENGARUH KOMBINASI BAHAN BAKAR ALTERNATIF SEKAM PADI DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS PANAS PADA *RICE DRYING BOX*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**BAYU ARI KRISNA**  
**2007230084**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Ari Krisna  
NPM : 2007230084  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kombinasi Bahan Bakar Alternatif  
Sekam Padi dan Tempurung Kelapa Terhadap  
Kualitas Panas Pada Rice Drying Box  
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juni 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Muharnif M., S.T., M.Sc.

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar, S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T.

## ABSTRAK

Sekam padi dan tempurung kelapa merupakan limbah pertanian yang banyak tersedia. Sekam memiliki kerapatan jenis *bulk density*  $125\text{kg/m}^3$ , dengan nilai kalori 1 kg sekam padi sebesar 3300 kkal. Ditinjau dari komposisi kimiawi, sekam mengandung karbon 1,33%(C), hidrogen 1,54% (H), oksigen 1,54% (O) dan silika 16,98% ( $\text{SiO}_2$ ). Nilai kalor tempurung kelapa yaitu 7283 kkal, lebih tinggi dibandingkan dengan sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh kombinasi penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa terhadap kualitas panas yang dihasilkan pada proses pengeringan padi menggunakan *rice drying box*. Pengujian alat dilakukan di desa Tanjung Gusti Dusun 3 Kecamatan Galang dengan gabah padi sebanyak 80 kg. Waktu pengeringan 60 menit, dengan suhu tertinggi tungku mencapai  $106^\circ\text{C}$  dan suhu ruangan  $60^\circ\text{C}$ . Penggunaan kombinasi 50 : 50 terbukti lebih efektif dalam mengeringkan padi karena mampu mempertahankan suhu optimal tanpa pemborosan bahan bakar. Kombinasi sekam padi dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar lebih efisien digunakan dengan perbandingan antara sekam padi dan tempurung kelapa sebesar 25 : 75 dimana dapat mencapai suhu ruang pemanas  $60^\circ\text{C}$  hanya dalam jangka waktu 10 menit. Kecepatan pengeringan gabah menggunakan *rice drying box* lebih cepat dilakukan dengan pemanasan menggunakan pembakaran sekam padi dan tempurung dengan perbandingan 25:75 dimana hanya membutuhkan waktu 70 menit dimulai dari awal pembakaran hingga gabah padi kering. Penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa dengan perbandingan 25:75 lebih efektif karena dapat mempertahankan panas hasil pembakaran selama 55 menit. Dibutuhkan sekitar 80 menit atau 1 jam 20 menit agar suhu gabah naik dari  $32^\circ\text{C}$  ke  $48^\circ\text{C}$  dengan konveksi alami tanpa blower.

Kata kunci : Gabah, padi, sekam padi, tempurung kelapa, suhu, waktu

#### ABSTRACT

*Rice husks and coconut shells are agricultural wastes that are widely available. Rice husks have a bulk density of 125 kg / m<sup>3</sup>, with a calorific value of 1 kg of rice husks of 3300 kcal. In terms of chemical composition, rice husks contain 1.33% carbon (C), 1.54% hydrogen (H), 1.54% oxygen (O) and 16.98% silica (SiO<sub>2</sub>). The calorific value of coconut shells is 7283 kcal, higher than rice husks. This study aims to see how the effect of the combination of the use of rice husks and coconut shells on the quality of heat produced in the rice drying process using a rice drying box. The tool testing was carried out in Tanjung Gusti Village, Hamlet 3, Galang District with 80 kg of rice grain. The drying time is 60 minutes, with the highest furnace temperature reaching 106°C and room temperature 60°C. The use of a 50:50 combination has proven to be more effective in drying rice because it is able to maintain optimal temperatures without wasting fuel. The combination of rice husk and coconut shell as fuel is more efficient when used with a ratio of 25:75 between rice husk and coconut shell which can reach a heating room temperature of 60°C in just 10 minutes. The drying speed of rice husk using a rice drying box is faster when heated using rice husk and coconut shell combustion with a ratio of 25:75 which only takes 70 minutes from the start of combustion to dry rice husk. The use of rice husk and coconut shell with a ratio of 25:75 is more effective because it can maintain the heat from combustion for 55 minutes. It takes about 80 minutes or 1 hour 20 minutes for the temperature of the rice husk to rise from 32°C to 48°C with natural convection without a blower.*

*Keywords: Grain, rice, rice husk, coconut shell, temperature, period*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “PENGARUH KOMBINASI SEKAM PADI DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS PANAS PADA *RICE DRYING BOX*”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Arya Rudi Nasution ST, MT., selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansyuri Siregar S.T., M.T., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Kedua orang tua penulis yang telah berjasa besar dalam membesarkan dan membiayai segala kebutuhan serta studi penulis di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dan atas doa dan semangat yang diberikan penulis bisa menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Khususnya mahasiswa stambuk 2020 Kelas A2 Siang Teknik Mesin dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran

berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 4 Juli 2025

Bayu Ari Krisna

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Bayu Ari Krisna  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 24 Oktober 2002  
NPM : 2007230084  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

“PENGARUH KOMBINASI BAHAN BAKAR ALTERNATIF SEKAM PADI DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS PANAS PADA *RICE DRYING BOX*”..

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain atau hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya pribadi, karena hubungan material dan non-material ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan keserjanaan saya.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juli 2025

Saya Yang Menyatakan,



Bayu Ari Krisna

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>ABSTRAK</b>	ii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>BAB 1</b>	1
<b>PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Proses Pengeringan Gabah	7
2.3 Alat Pengering	8
2.4 Gabah	13
2.5 Sekam Padi	14
2.6 Tempurung Kelapa	16
2.7 Kualitas Panas	17
2.7.1 Kualitas Panas Pada Stabilitas Gabah	17
2.8 Perpindahan Panas Pada Box Pengering	19
2.8.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi	19
2.8.2 Perpindahan Kalor Secara konveksi	20
2.8.3 Perpindahan Kalor Secara Radiasi	22
2.9 Teori Pengeringan	22
2.10 Metode Pengeringan	23
2.11 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Panas Pada Pengeringan Padi	24
2.12 Pengeringan menggunakan energi Biomassa	24
2.13 Alat Pengering Padi	25
2.14 Komponen Utama Pada <i>Rice Drying Box</i>	26
2.15 Parameter Perhitungan	29
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	30
3.1 Tempat dan Waktu	30
3.1.1 Tempat	30
3.1.2 Waktu Penelitian	30
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	30
3.1.3 Bahan	30
3.1.4 Alat Penelitian	33
3.3 Diagram Alir Penelitian	35
3.4 Rancangan Alat Penelitian	36
3.5 Prosedur Penelitian	37
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	38

4.1	Alat Box Pengeringan Padi	38
4.2	Hasil penelitian	39
4.2.1	Temperatur Pengeringan	40
4.3	Pembahasan	44
4.3.1	Kombinasi bahan bakar pada <i>Rice Drying Box</i>	44
4.3.2	Suhu Pada Gabah padi dalam waktu 60 menit	46
4.3.3	Waktu Pembakaran Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60°C	48
4.3.4	Waktu Pengeringan	49
4.3.5	Ketahanan Panas Bahan Bakar.	51
4.3.6	Perhitungan perpindahan panas pada box pengering padi	52
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		57
<b>LAMPIRAN</b>		62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai kalor berbagai jenis Biomassa	25
Tabel 3. 1 Waktu Kegiatan Penelitian	29
Tabel 4. 1 Suhu gabah padi dalam waktu 60 menit	46
Tabel 4. 2 Kecepatan Pembakaran Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60 °C	48
Tabel 4. 3 Proses Pengeringan Gabah	50
Tabel 4. 4 Ketahanan Waktu Pembakaran	51
Tabel 4. 5 Perbandingan Bahan Bakar	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pengeringan Gabah	7
Gambar 2. 2 Gambar Gabah Padi	13
Gambar 2. 3 Struktur Gabah Padi	14
Gambar 2. 4 Sekam Padi	15
Gambar 2. 5 Tempurung Kelapa	16
Gambar 2. 6 Perpindahan panas konduksi pada dinding	20
Gambar 2. 7 Proses Perpindahan Panas	21
Gambar 2. 8 Perpindahan Panas Konveksi	21
Gambar 2. 9 Perpindahan Panas Secara Radiasi	22
Gambar 2. 10 Pengeringan Alami	23
Gambar 2. 11 Pengeringan buatan manusia	24
Gambar 2. 12 Thermokopel	26
Gambar 2. 13 Kipas (Fan)	27
Gambar 2. 14 Ruang Pembakaran	28
Gambar 2. 15 Motor AC	28
Gambar 3. 1 Sekam Padi	31
Gambar 3. 2 Tempurung Kelapa	31
Gambar 3. 3 Minyak Solar	32
Gambar 3. 4 Gabah	32
Gambar 3. 5 Kotak Pengering Padi	33
Gambar 3. 6 Termokopel	33
Gambar 3. 7 Thermometer	34
Gambar 3. 8 Timbangan	34
Gambar 3. 9 Diagram Alir	35
Gambar 3. 10 Rancangan Alat Penelitian	36
Gambar 4. 1 Rangka Alat Pengering Padi	38
Gambar 4. 2 Dimensi bak penampung gabah	38
Gambar 4. 3 Tungku Pembakaran	39
Gambar 4. 4 Pengujian Pengeringan Gabah	39
Gambar 4. 5 Sebelum dilakukan Pembakaran	41
Gambar 4. 6 Ilustrasi Perpindahan Panas Dari Tungku	43
Gambar 4. 7 temperatur akhir gabah	44
Gambar 4. 8 Temperatur akhir gabah	44
Gambar 4. 9 Suhu gabah pada perbandingan 50:50	44
Gambar 4. 10 suhu pada perbandingan tempurung 25:sekam 75	45
Gambar 4. 11 suhu pada perbandingan sekam 25:tempurung75	46
Gambar 4. 12 Suhu pada gabah dalam waktu 60 menit	47
Gambar 4. 13 Grafik Pembakaran Untuk Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60°C	49
Gambar 4. 14 Waktu Proses Pengeringan	50
Gambar 4. 15 Ketahanan Waktu Pembakaran	52

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Laju Perpindahan Panas	Watt (W)
H	Koefisien perpindahan panas	W/m <sup>2</sup> .K
A	Luas Permukaan	(m <sup>2</sup> )
M	Massa Gabah	(Kg)
C <sub>p</sub>	Kalor Jenis Gabah	(J/Kg.K)
ΔT	Perubahan suhu gabah	(K/°C)
T	Waktu	(Detik)
Q	Energi Panas	(Joule,J)



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Di sektor pertanian, pengeringan padi merupakan langkah penting untuk menjaga dan mengurangi kadar air sebelum disimpan. Proses pengeringan yang tepat dapat memengaruhi kualitas biji-bijian dan mencegah kerusakan akibat kelembapan yang berlebihan. Kebutuhan beras di Indonesia terus meningkat, tetapi belum tercukupi oleh produksi dalam negeri. Hal ini dapat mengancam ketahanan pangan bangsa Indonesia. Adanya perubahan iklim dan cuaca, menjadi kendala oleh para petani sejak dalam tahap penanaman hingga pasca panen. Namun, hal yang terpenting setelah padi dipanen adalah proses pengeringan gabah padi (Ariyanto N et al., 2019).

Proses pengeringan gabah padi dapat dilakukan dengan pengering buatan dan pengering alami/penjemuran. Energi untuk pengering buatan dapat berupa bahan bakar biomassa dan bahan bakar minyak (BBM) (Rezky Meylani Nainggolan et al., 2013). Teknologi pengeringan padi dikembangkan untuk meminimalkan kerusakan gabah padi yang disimpan dan meningkatkan kualitas tanaman pasca panen pada musim hujan. Dengan demikian, mesin pengering lebih sesuai dengan kebutuhan petani dan lebih efektif. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut teknologi pengeringan gabah padi yang dapat diterapkan pada berbagai aspek pertanian modern.

Penggunaan bahan bakar saat ini masih bersumber dari bahan bakar fosil yaitu bahan bakar minyak, batubara dan gas. Bahan bakar tersebut tidak terbarukan dan relatif lebih mahal, sehingga dibutuhkan sumber bahan bakar lainnya yang lebih mudah dan banyak tersedia di alam yang dapat terbarukan. Sebagai negara yang terletak di daerah tropis, Indonesia kaya akan sumber energi biomassa.(Alfi A et al., 2023) Semakin meningkatnya harga BBM, dan mahalnya gas maka perlu dicari bahan bakar alternatif, penggunaan bahan bakar biomassa lebih efektif, limbah sekam padi dan tempurung kelapa mempunyai peluang yang cukup besar untuk dimanfaatkan bagi petani dikarenakan memungkinkan pengurangan

emisi gas rumah kaca dan polusi udara karena sifatnya yang dapat terurai secara alami.

Sekam padi merupakan limbah pertanian yang banyak tersedia sebagai hasil dari proses penggilingan padi. Sekam padi memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi dan sering dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya yang murah, sekam memiliki kerapatan jenis *bulk density*  $125\text{kg/m}^3$ , dengan nilai kalori 1 kg sekam padi sebesar 3300 kkal. Ditinjau dari komposisi kimiawi, sekam mengandung karbon 1,33%(C), hidrogen 1,54% (H), oksigen 1,54% (O) dan silika 16,98% ( $\text{SiO}_2$ ). (Dipa, Pustaka. (2011). Briket Arang Limbah Sekam Padi Sumber Energi Alternatif. Bogor)

Tempurung kelapa merupakan salah satu biomassa yang memiliki nilai kalor tinggi dan sering digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Nilai kalor tempurung kelapa yaitu 7283 kkal (Nurhilal et al. 2018), lebih tinggi dibandingkan dengan sekam padi. Hal ini menjadikan tempurung kelapa sebagai sumber energi yang lebih efektif dalam menghasilkan panas yang stabil dan bertahan lama.

Pada riset sebelumnya hanya sekam padi saja yang dijadikan bahan bakar alternatif pada mesin pengering padi berbentuk tabung silinder. Penelitian ini dilakukan dengan gabah yang akan dikeringkan sebanyak 50 Kg dengan suhu ruang pengering adalah  $75\text{-}85^\circ\text{C}$  dalam waktu 30 menit. Dari hasil pengeringan tersebut diperoleh gabah kering sebanyak 41 kg. (Sattar Yunus et al., 2019)

Lalu pada penelitian selanjutnya merancang mesin pengering gabah system rotary dengan bahan bakar tempurung kelapa sebagai alternatif. Pengujian dilakukan dengan massa gabah awal 30 kg, setelah dilakukan pengeringan selama 15 menit dengan suhu  $67\text{-}69^\circ\text{C}$  diperoleh gabah kering adalah 28.25 kg (Dermawan et al., 2021)

Berdasarkan hasil penelitian, tempurung kelapa memiliki nilai kalor lebih tinggi dibandingkan sekam padi, sehingga menghasilkan suhu yang lebih tinggi pada alat pengering. Kombinasi 50-50 menghasilkan suhu gabah yang lebih stabil, dibandingkan penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa secara Tunggal. sedangkan waktu yang diperlukan agar ruang pemanas mencapai suhu  $60^\circ\text{C}$  Kombinasi 25 : 75 lah yang lebih cepat, begitu juga waktu pengeringan, dan juga

ketahanan panas bahan bakar kombinasi 25-75 hanya membutuhkan waktu 70 menit dimulai dari awal pembakaran hingga gabah kering. Kombinasi ini lebih efisien dibandingkan 50 :50 dan 75 : 25

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan yang timbul yaitu:

1. Bagaimana pengaruh kombinasi sekam padi dan limbah tempurung kelapa terhadap kualitas panas dalam *rice drying box*?
2. Apakah terdapat perbedaan signifikan antara penggunaan kombinasi sekam padi dan tempurung kelapa dengan penggunaan bahan bakar lainnya dalam proses pengeringan padi menggunakan *rice drying box*?

## 1.3 Ruang Lingkup

Kualitas panas yang dihasilkan oleh kombinasi limbah sekam padi dan sabut kelapa pada cara mengeringkan gabah padi dalam *rice drying box*. Penelitian ini melibatkan analisa secara rinci terhadap kualitas panas yang dihasilkan dari pembakaran yang menggunakan limbah sekam padi dan tempurung kelapa.

1. Berfokus pada sekam padi dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar pemanas pada alat pengering padi.
2. Sekam padi, tempurung kelapa dan kombinasi sekam padi dan tempurung kelapa yang diuji akan dibatasi pada perbandingan tertentu yang telah ditentukan, yaitu sekam padi 50% dan tempurung kelapa 50%, sekam padi 75% dan tempurung kelapa 25%, sekam padi 25% dan tempurung kelapa 75% .
3. Total sekam padi dan tempurung per sekali pengujian adalah 4 kg.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melihat efektifitas penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa
2. Melihat pengaruh kombinasi penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa terhadap waktu pemanasan bagi pengering yang dihasilkan pada proses pengeringan padi menggunakan *rice drying box*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai aspek pertanian. Pertama, dapat memahami secara mendalam tentang bagaimana kualitas panas mempengaruhi efisiensi pengeringan gabah padi dalam *rice drying box* akan membantu petani mengoptimalkan proses pengeringan dan mencapai hasil

yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini akan mengarah pada peningkatan produktivitas pertanian secara keseluruhan. Selain itu, dengan meningkatkan efisiensi pengeringan, petani juga dapat menghemat biaya operasional, terutama terkait konsumsi bahan bakar. Hal ini tidak hanya meningkatkan profitabilitas pertanian tetapi juga kesejahteraan petani. Selain itu, penggunaan limbah pertanian seperti sekam padi dan limbah sabut kelapa sebagai bahan bakar untuk *rice drying box* mengurangi jumlah limbah yang dibuang, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan pengelolaan limbah dan menjaga kelestarian lingkungan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

*Rice drying box* merupakan salah satu mesin yang dipakai sebagai pengering produk pertanian. *Box* pengering multiguna ini memiliki berfungsi untuk mengeringkan beraneka bahan seperti jagung, padi, kemiri, kedelai, rempah-rempah, kerupuk, dan berbagai jenis produk lainnya. Mesin ini dapat mengantikan sinar matahari dalam mengeringkan produk pertanian dengan cara yang mudah dan proses pengeringan pun juga lebih cepat. Dikala musim penghujan pun Anda tidak perlu khawatir lagi. Mesin ini sangat cocok dipakai oleh para petani yang memiliki sumber pertanian yang cukup banyak.

Salah satu syarat mutu gabah kering yang baik diantaranya memiliki kadar air maksimal 14%. Kadar air merupakan jumlah kandungan air butir gabah yang dinyatakan dalam satuan persen dari berat basah (wet basis). Pada penelitian yang dilakukan Tamaria Panggabean dengan alat pengering gabah tipe rak, menunjukkan bahwa massa air gabah yang diuapkan lebih tinggi daripada pengeringan menggunakan energi surya. Pengering gabah padi tipe box hasil rancangan Rayban Nur merupakan salah satu alat yang efektif untuk mengeringkan gabah jika ditinjau dari hasil pengurangan kadar air (Dermawan D et al., 2021).

Menurut M. Machrus, dkk menjelaskan bahwa penelitiannya tentang memahami programi yang direncanakan, dipabrikasi dan dijalankan dengan Spin Dry Pad sebagai mesin pengering padi dengan teknik pengeringan secara elektrik dala berbasis otomasi, mesin pengering padi ini memiliki pengaduk otomatis untuk memutar gabah atau padi bolak-balik sehingga sistem pengeringan disebarluaskan secara merata dan sistem pengatur suhu yang dapat diubah sesuai yang diinginkan. Demikian pula alat ini memiliki kapasitas pengeringan yang besar tanpa memerlukan lahan yang luas untuk meletakkan alat tersebut. Menjemur padi merupakan salah satu pekerjaan untuk mengurangi kadar air pada padi setelah dipanen. Padi yang baru dipanen memiliki kadar air yang tinggi sekitar 20% - 26% bergantung pada iklim pada saat panen. Perkembangan panas pada timbunan gabah

akan mempercepat siklus biokimia yang dapat menghasilkan beras kuning (Gultom A, 2023)

Sebelumnya telah dilakukan penelitian kinerja pengering gabah menggunakan energi surya, biomassa dan kombinasi. Metode yang dilakukan mengukur temperature udara pengering dan laju pengeringan yang dihalikan dari masing masing variasi (Tamaria,2016). Selanjutnya (Elsanto et al, 2024). Melakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh bahan bakar biomassa berupa sabut kelapa, sekam padi, dan pelepah kelapa sawit sebagai sumber energi panas terhadap temperature udara pengering, laju pengeringan, dan efesiensi yang dihasilkan pada alat *prototype batch dryer*. Oleh karena itu, peelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi sekam padi dan limbah tempurung kelapa terhadap kualitas panas yang dihasilkan dengan menggunakan *rice drying box*.

## 2.2 Proses Pengeringan Gabah

Pengeringan gabah merupakan tahap penting dalam pascapanen yang bertujuan untuk menurunkan kadar air guna mencegah pertumbuhan jamur dan mikroorganisme yang dapat merusak kualitas beras. Proses pengeringan dapat dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari atau secara buatan dengan memanfaatkan sumber panas seperti tungku biomassa.



Gambar 2. 1 Proses Pengeringan Gabah

Dalam metode pengeringan buatan, panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar akan disalurkan ke dalam ruang pengering untuk meningkatkan suhu udara di dalamnya. Proses ini melibatkan beberapa faktor utama:

- **Suhu pengeringan:** Suhu yang optimal berkisar antara 45°C hingga 50°C agar pengeringan berjalan efektif tanpa merusak struktur gabah.
- **Waktu pengeringan:** Lama proses pengeringan bergantung pada kadar air awal gabah serta stabilitas suhu dalam ruang pengering.
- **Distribusi udara panas:** Udara panas harus didistribusikan secara merata agar pengeringan berlangsung homogen dan tidak menyebabkan over-drying atau under-drying.
- **Kelembaban relatif:** Pengendalian kelembaban dalam ruang pengering sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara laju penguapan air dan kestabilan suhu pengeringan.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, sistem pengeringan yang menggunakan kombinasi bahan bakar sekam padi dan tempurung kelapa harus dirancang sedemikian rupa agar dapat menghasilkan panas yang cukup serta mempertahankan kestabilan suhu selama proses berlangsung.

### 2.3 Alat Pengering

Setelah proses panen, gabah padi memiliki kadar air sekitar 20% hingga 26%. Penggunaan mesin pengering dapat menurunkan kadar air tersebut hingga mencapai 14%, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam proses pengeringan, suhu optimal yang diterapkan pada mesin berkisar antara 50°C hingga 60°C untuk menghasilkan gabah kering berkualitas tinggi yang memiliki daya simpan lebih lama.

Dengan mempertimbangkan efisiensi waktu dan biaya operasional, inovasi dalam teknologi pertanian terus dikembangkan, salah satunya adalah alat pengering gabah. Alat ini berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam gabah padi setelah panen sebelum memasuki tahap penggilingan menjadi beras, sehingga dapat meningkatkan kualitas serta efisiensi produksi.

Adapun beberapa jenis alat pengering yang telah ada di pasaran antara lain adalah *Flat Bed Dryer*, *Screen Conveyor*, *TunnelDryer*, *Tray Dryer* dan *Drum Dryer*.

### 1. *Flat Bed Dryer*

Pengering system “*bed*” yang populer di Indonesia adalah model “*box*” atau kotak yang dikenal juga sebagai FBD (*Flat Bed Type Dryer*) Flat Bed Dryer adalah jenis pengering yang menggunakan aliran udara panas dari bawah untuk mengeringkan bahan yang disebar merata pada permukaan baki atau rak datar. Alat ini umum digunakan untuk mengeringkan biji-bijian seperti padi, jagung, dan kedelai. Prinsip kerjanya berdasarkan sirkulasi udara panas yang melewati bahan secara merata, sehingga proses pengeringan berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan alami.

#### **Keunggulan:**

- Efisien dalam mengeringkan jumlah bahan yang besar.
- Menghasilkan pengeringan yang lebih merata dibandingkan metode tradisional.
- Dapat mengurangi kehilangan hasil akibat cuaca dan serangga.

Kelemahannya adalah keterbatasan ketebalan lapisan gabah yang dikeringkan, masih membutuhkan banyak tenaga untuk mengisi serta mengeluarkan gabah.

Selain digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam proses pengeringan gabah, penerapan *flat bed dryer* oleh petani juga terbukti dapat meningkatkan rendemen serta kualitas beras hasil penggilingan. Secara umum, alat pengering buatan terdiri dari beberapa komponen utama, seperti sistem tenaga penggerak, kipas, unit pemanas, serta perangkat kontrol. *Flat bed dryer* sendiri tersusun atas mesin penggerak, blower, tungku, bak pengering, dan cerobong yang berfungsi untuk mengoptimalkan proses pengeringan secara efisien.

### 3. *Screen Conveyor*

Screen Conveyor Dryer adalah alat pengering yang menggunakan sabuk berjalan (konveyor) dengan bahan berpori sebagai tempat produk yang dikeringkan. Suatu pengering kontinyu kalor tak langsung, yang pada pokoknya terdiri dari sebuah konveyor sekrup horizontal (Konveyor dayung) yang terletak di dalam selongsong bermantel berbentuk silinder. Lapisan bahan yang akan dikeringkan diangkut perlahan-lahan diatas logam melalui kamar atau

terowongan pengering yang mempunyai kipas dan pemanas udara. Udara panas dialirkan melalui permukaan sabuk atau tray yang bergerak, sehingga bahan dapat dikeringkan secara bertahap.

**Keunggulan:**

- Proses pengeringan yang lebih seragam karena bahan terus bergerak.
- Dapat digunakan untuk berbagai jenis produk seperti biji-bijian, makanan, hingga bahan kimia.
- Efisien dalam menghemat energi karena aliran udara yang terkendali.

**Kelemahan:**

- Memerlukan investasi awal yang cukup besar.
- Pemeliharaan lebih rumit dibandingkan dengan pengering konvensional.

4. *Tunnel Dryer*

*Solar Tunnel Dryer (STD)* merupakan alat pengering yang berbentuk terowongan Panjang. Bahan yang akan dikeringkan ditempatkan pada conveyor yang berjalan melalui terowongan dengan udara panas yang mengalir dalam arah yang berlawanan.

Dalam proses pengeringan menggunakan alat ini, gabah ditempatkan dalam ruang pengering yang terhubung dengan sumber panas. Udara panas dialirkan melalui blower ke dalam ruang pengering untuk menguapkan kandungan air dalam gabah secara merata. Udara panas yang masuk akan bersentuhan langsung dengan gabah, sehingga mempercepat proses pengeringan. Sementara itu, udara yang telah menyerap uap air dari gabah akan dikeluarkan, sehingga mengurangi kadar kelembaban dalam ruang pengering dan meningkatkan efisiensi pengeringan.

**Keunggulan:**

- Efisien untuk produksi massal karena bahan dikeringkan dalam jumlah besar secara kontinu.
- Udara panas dapat diatur agar sesuai dengan kebutuhan bahan yang dikeringkan.
- Menghasilkan pengeringan yang seragam dan efisien.

**Kelemahan:**

- Membutuhkan ruang yang besar untuk instalasi.
- Konsumsi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya.

**5. Tray Dryer**

*Tray Dryer* adalah alat pengering yang terdiri dari beberapa rak atau tray yang digunakan untuk meletakkan bahan yang akan dikeringkan. Udara panas dipompa secara konveksi melalui lapisan bahan untuk mengurangi kadar airnya secara bertahap.

Tray dryer bekerja dengan prinsip sirkulasi udara panas untuk menghilangkan kelembapan dari bahan yang dikeringkan. Prosesnya dimulai dengan menata bahan yang akan dikeringkan pada beberapa lapisan rak atau nampan berlubang. Udara panas kemudian dialirkan secara merata ke seluruh rak dengan bantuan kipas dan sistem ventilasi, memastikan setiap bagian bahan mendapatkan panas yang cukup. Udara panas ini menyerap kelembapan dari bahan, lalu dikeluarkan melalui ventilasi, sehingga proses pengeringan berlangsung secara efisien dan merata. Temperatur pengeringan umumnya dikontrol untuk menghindari over-drying atau kerusakan kualitas bahan yang dikeringkan

**Keunggulan:**

- Cocok untuk produk yang tidak dapat dikeringkan dengan metode lainnya, seperti bahan berbentuk butiran kecil atau potongan-potongan tipis.
- Mudah dioperasikan dan dikontrol suhunya.
- Cocok untuk berbagai jenis produk seperti rempah-rempah, makanan, hingga bahan farmasi.

**Kelemahan:**

- Proses pengeringan bisa lebih lama dibandingkan dengan metode lain karena aliran udara yang terbatas.
- Memerlukan pengaturan yang tepat untuk memastikan distribusi panas yang merata di seluruh baki.

## 6. *Drum Dryer*

*Drum Dryer* adalah jenis alat pengering yang bekerja dengan cara mengeringkan bahan dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari drum yang berputar. Umumnya digunakan untuk mengeringkan produk berbentuk bubuk atau cairan yang kemudian akan menjadi lembaran tipis yang bisa diolah lebih lanjut.

*Drum Dryer*, atau dikenal sebagai mesin pengering tabung, merupakan alat pengering yang dirancang untuk mengeringkan berbagai material dengan mengalirkan udara panas secara merata. Alat ini terdiri dari tabung berputar yang memungkinkan bahan yang dikeringkan untuk bergerak dan terbalik secara otomatis, sehingga proses pengeringan menjadi lebih merata dan efisien. *Drum Dryer* umumnya digunakan untuk mengeringkan bahan seperti gabah, biji-bijian, dan produk pertanian lainnya, dengan memanfaatkan sistem pemanasan yang optimal untuk mengurangi kadar air secara efektif.

Mesin ini memiliki cara kerja yang sederhana sehingga dapat dioperasikan dengan mudah. Saat dihidupkan, tabung akan berputar secara otomatis, sementara sistem pemanas menghasilkan udara panas yang mengeringkan bahan di dalamnya. Untuk hasil yang optimal, bahan harus dimasukkan secara bertahap dan dalam jumlah yang sesuai. Setelah proses pengeringan selesai, bahan yang telah dikeringkan akan keluar secara otomatis melalui corong keluaran mesin *rotary dryer*, siap untuk digunakan atau diproses lebih lanjut.

## 2.4 Gabah

Biji tanaman padi atau sering disebut gabah. Gabah merupakan buah dari tanaman padi yang berbentuk biji yang diselimuti oleh sekam dari tanaman *Oryza sativa*. Sebagai hasil utama dari budidaya padi, gabah menjadi bahan baku utama dalam produksi beras yang merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat di dunia, khususnya di Indonesia. Secara morfologis, gabah terdiri dari lapisan luar atau sekam yang berfungsi melindungi endosperma dan embrio dari kerusakan fisik serta serangan mikroorganisme. Kandungan air dalam gabah sangat menentukan kualitasnya, sehingga pengeringan menjadi tahapan penting dalam pengolahan pascapanen untuk mencegah pertumbuhan jamur dan menjaga stabilitas hasil penggilingan.



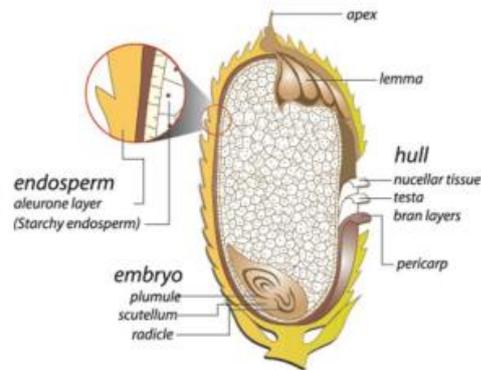
Gambar 2. 2 Gambar Gabah Padi

(Sumber : Yuwono SS, 2015)

Selain menjadi bahan baku beras, gabah juga memiliki berbagai manfaat lainnya. Sekam padi yang merupakan limbah dari proses penggilingan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa, bahan baku pembuatan arang aktif, pakan ternak, serta bahan campuran dalam produksi pupuk organik. Dedak padi, yang merupakan hasil sampingan dari penggilingan, juga memiliki nilai ekonomi tinggi karena sering digunakan dalam industri pakan ternak dan kosmetik. Oleh karena itu, optimalisasi pengolahan gabah, termasuk pemilihan metode pengeringan yang tepat, sangat penting dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi beras serta pemanfaatan limbahnya untuk mendukung keberlanjutan industri pertanian.

Bobot gabah pada kadar air 0% berkisar antara 12 – 44 mg, sedangkan bobot sekam rata-rata sebesar 20% dari bobot gabah (Yoshida, 1981). Dimana gabah terdiri dari satu bagian yang tidak dimakan (disebut sekam/ pelindung luar) dan satu

bagian yang dapat dimakan (disebut karyopsis/ butiran beras tanpa sekam). Bagian butir beras terdiri dari lapisan perikarp, testa/ tegmen, lapisan aleuron/ kulit ari, endosperma dan lembaga/ embrio. Bila gabah dihilangkan bagian sekamnya melalui proses penggilingan (pengupasan kulit), akan diperoleh beras pecah kulit yang sering disebut sebagai brown rice. Beras pecah kulit ini yang dikategorikan sebagai whole rice.



Gambar 2. 3 Struktur Gabah Padi

(Sumber: Yuwono SS, 2015)

Kualitas fisik gabah paling utama ditentukan oleh kadar air dan kemurnian gabah. Tingkat kemurnian gabah merupakan persentase berat gabah bernas terhadap berat keseluruhan campuran gabah. Makin banyak benda asing atau gabah hampa atau rusak di dalam campuran gabah maka Tingkat kemurnian gabah makin menurun (Patiwiri, 2006).

## 2.5 Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang mengandung *karyopsis* yang tersusun atas dua bagian yang saling bergantung yaitu *lemma* dan *palea*. Ketika beras dihaluskan pada saat penggilingan, sekam padi menjadi bagian dari biji-bijian dan dianggap residu atau limbah giling. Sekam diklasifikasikan sebagai biomassa dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk bahan baku industri, pakan, energi, dan bahan bakar. Sekitar 20-30% biji-bijian diekstraksi dari sekam padi saat digiling. Sekam padi tersusun dari selulosa (31,4–36,3%), hemiselulosa (2,9–11,8%), dan lignin (9,5–18%) sebagai penyusun utamanya.

Selulosa dan hemiselulosa merupakan polisakarida yang dapat dipecah menjadi monosakarida, yang dapat digunakan untuk menghasilkan senyawa bermanfaat seperti etanol. Produksi etanol (selanjutnya disebut bioetanol) dari sumber daya alam terbarukan tunduk pada Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Sebagai Alternatif bahan bakar. Selain itu, penggunaan sekam padi untuk produksi etanol juga berkontribusi terhadap pengelolaan limbah pertanian. Selama proses penggilingan padi, biasanya diperoleh sekitar 20-30% sekam padi, 8-12% dedak, dan 50-63,5% beras giling dari berat gabah awal. Kandungan sekam yang tinggi ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan (Isworo Pujitomo et al, 2017).

Sekam padi bukan hanya sekedar limbah biasa namun dapat dimanfaatkan menjadi media tanam, pupuk organik, abu gosok telur asin, campuran batu bata dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dalam proses pengering padi hasil pertanian. Sekam padi bisa dijadikan bahan bakar dan sumber energi terbarukan untuk industri rumahan maupun industri besar. Bioenergi terbarukan ini dikenal dengan Biomassa, yaitu energi dengan bahan material yang berasal dari organisme hidup seperti tumbuh-tumbuhan, hewan, dan produk sampingan seperti sampah kebun, hasil panen dan lainnya yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Bioenergi seperti biomassa ini yang ke depannya akan memainkan peran penting untuk mencapai target bauran energi (Rena Juwita Sari et al, 2023). Selain itu, sekam padi juga dapat digunakan sebagai bahan isolasi panas, bahan pembuat kertas dalam skala kecil, serta bahan pembuat biofuel. Dengan memanfaatkan sekam padi secara efektif, petani dapat mengurangi limbah pertanian, meningkatkan produktivitas tanaman, dan menerapkan praktik pertanian yang berkelanjutan.



Gambar 2. 4 Sekam Padi

(Sumber : Jonathan Siringoringo, 2023)

## 2.6 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa adalah lapisan luar yang keras yang melindungi buah kelapa. Tempurung ini terdiri dari dua bagian utama yaitu : tempurung luar yang keras dan berlubang disebut *eksokarp*, dan tempurung dalam yang lebih padat yang disebut *endocarp*. Tempurung kelapa juga memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif. Salah satunya yaitu sebagai bahan bakar biomassa. Tempurung kelapa dapat diubah menjadi arang. Arang tempurung kelapa inilah yang nantinya akan dijadikan bahan bakar dalam proses pengeringan padi. Penggunaan arang tempurung kelapa telah lama dilakukan dan telah menjadi bahan kajian lanjut untuk penelitian. Dari komposisi kimia tempurung kelapa sendiri yang terdiri dari 74.3% C, 21.9% O, 0.2% Si, 1,4% K, 0.5% S, 1.7% P menjadikannya berpeluang sebagai bahan bakar dan sumber karbon aktif (Esmar Budi, 2011).

Indonesia sebagai negara tropis memiliki sumber daya alam yang sangat berlimpah seperti buah kelapa (*cocos nucifera*) yang pemanfaatannya masih sangat terbuka untuk dikaji dan dikembangkan lebih lanjut untuk dapat dimanfaatkan secara ideal. Hal ini juga mengingatkan bahwa meskipun hampir semua bagian dari buah kelapa telah diambil manfaatnya namun banyak pula yang terbuang menjadi sampah seperti bagian serabut dan tempurungnya. Salah satu pemanfaatan tempurung kelapa adalah dijadikan sebagai bahan bakar arang. Arang tempurung kelapa biasanya diolah lebih lanjut menjadi briket dan hingga saat ini digunakan oleh masyarakat untuk keperluan rumah tangga, usaha maupun industri. Dibandingkan dengan bahan arang, briket lebih praktis, menarik dan bersih.



Gambar 2. 5 Tempurung Kelapa

## 2.7 Kualitas Panas

Kualitas panas secara umum mengacu pada karakteristik panas yang menentukan seberapa efektif panas tersebut dapat digunakan dalam suatu proses, seperti pengeringan. Dalam konteks teknik pengeringan, kualitas panas berkaitan dengan, Temperatur panas yang dihasilkan, karena suhu yang tepat sangat menentukan kecepatan dan efisiensi pengeringan. Panas dengan temperatur yang terlalu rendah tidak efektif menguapkan air, sedangkan temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak bahan yang dikeringkan., Keseragaman distribusi panas, yakni kemampuan panas untuk tersebar merata di ruang pengering sehingga bahan kering secara seragam tanpa ada bagian yang terlalu panas atau kurang panas. Cara penghantaran panas (konduksi, konveksi, radiasi) juga memengaruhi kualitas panas karena menentukan bagaimana panas disalurkan ke bahan. Stabilitas dan kontrol suhu, yaitu kemampuan sistem pengering untuk mempertahankan suhu yang diinginkan secara konsisten selama proses pengeringan agar hasilnya optimal dan tidak merusak bahan. Dalam pengeringan, kualitas panas yang baik adalah panas dengan suhu yang sesuai jenis bahan, merata, stabil, dan cukup intensitasnya untuk menguapkan air secara efisien tanpa menyebabkan kerusakan pada bahan (Sri Rahayoe. 2017)

### 2.7.1 Kualitas Panas Pada Stabilitas Gabah

Kualitas panas pada stabilitas gabah berkaitan dengan bagaimana panas yang diberikan selama proses pengeringan memengaruhi kondisi fisik dan mutu gabah, terutama dalam menjaga kestabilan kadar air dan mencegah kerusakan pada butiran gabah.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis energi panas pada alat pengeringan gabah tipe swirling, suhu udara pengering yang stabil sekitar 47°C selama proses pengeringan mampu menurunkan kadar air gabah dari 26,6% menjadi 13,78% dalam 60 menit tanpa merusak gabah(Satya Andika Putra et al., 2019). Transfer energi panas yang cukup dan stabil dari udara pengering ke gabah (sekitar 780 W) menjaga suhu gabah naik secara bertahap dari 26°C ke 45°C, sehingga proses pengeringan berlangsung efektif dan gabah tetap stabil.

Selain itu, pengendalian temperatur yang tepat penting karena suhu pengeringan yang terlalu tinggi (di atas 50°C) dapat menyebabkan kerusakan fisik gabah, seperti retak dan pecah, yang menurunkan kualitas hasil akhir (Inovasi Budidaya Padi., 2017). Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah memperlambat proses pengeringan sehingga meningkatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme.

Kualitas panas yang baik ditandai oleh:

- Suhu udara pengering yang stabil dan sesuai standar (sekitar 40–50°C) untuk menjaga kestabilan gabah selama pengeringan.
- Distribusi panas yang merata sehingga semua butir gabah memperoleh panas yang cukup dan seragam, mencegah pengeringan tidak merata dan kerusakan lokal pada gabah.
- Pengaturan laju aliran udara dan ketebalan tumpukan gabah yang optimal untuk mempercepat perpindahan panas dan massa tanpa menyebabkan overheating atau kerusakan mekanis pada gabah. (Saiful Amin et al., 2018)

Dengan kualitas panas yang terjaga, gabah yang dihasilkan memiliki kadar air yang stabil, tidak mudah rusak selama penyimpanan, dan kualitas beras yang dihasilkan juga lebih baik

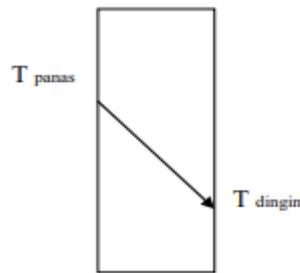
## 2.8 Perpindahan Panas Pada Box Pengering

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material J.P Holman (1994). Dalam proses perpindahan energi, terdapat suatu besaran yang menggambarkan kecepatan perpindahan panas, yang dikenal sebagai laju perpindahan panas. Ilmu perpindahan panas bertujuan untuk menganalisis serta memprediksi laju perpindahan panas yang terjadi dalam berbagai kondisi tertentu. Secara umum, perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai proses transfer energi termal dari suatu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur. Proses perpindahan panas ini berlangsung melalui tiga mekanisme utama, yaitu konduksi, yang terjadi melalui kontak langsung antar molekul dalam suatu material; konveksi, yang melibatkan perpindahan massa dalam fluida; serta radiasi, yang merupakan transfer energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan medium perantara. (Khairul Umurani et al., 2023)

### 2.8.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah mekanisme transfer energi panas melalui suatu material tanpa disertai perpindahan massa dari material tersebut. Proses ini terjadi akibat adanya perbedaan suhu antara dua titik dalam suatu benda, di mana energi panas mengalir dari daerah bersuhu lebih tinggi ke daerah bersuhu

lebih rendah melalui getaran molekul dan interaksi antar partikel dalam material tersebut.



Gambar 2. 6 Perpindahan panas konduksi pada dinding

Secara matematis, perpindahan panas secara konduksi dijelaskan oleh **Hukum Fourier**, yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$q = -k \frac{dT}{dx}$$

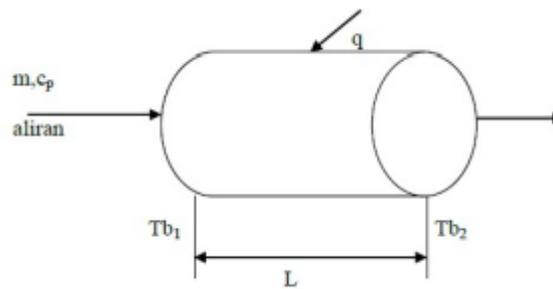
Dimana:

- $q$  = laju perpindahan panas (Watt, W)
- $k$  = konduktivitas termal material (W/m.k)
- $dT/dx$  = gradien temperatur dalam arah perpindahan panas (K/m)

Konduksi terjadi lebih efektif pada material dengan konduktivitas termal tinggi, seperti logam, dibandingkan dengan isolator termal seperti kayu atau plastik. Contoh nyata dari perpindahan panas secara konduksi adalah pemanasan ujung batang logam yang menyebabkan ujung lainnya ikut panas akibat transfer energi melalui molekul-molekul logam.

### 2.8.2 Perpindahan Kalor Secara konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah mekanisme transfer energi panas yang terjadi melalui pergerakan fluida (cairan atau gas) akibat perbedaan suhu dan densitas. Proses ini melibatkan perpindahan massa dalam fluida, di mana bagian fluida yang lebih panas dan memiliki densitas lebih rendah akan bergerak ke atas, sementara bagian yang lebih dingin dengan densitas lebih tinggi akan turun, membentuk sirkulasi alami yang disebut konveksi alami. Selain itu, jika perpindahan panas terjadi karena adanya gaya eksternal seperti kipas atau pompa, maka disebut konveksi paksa.



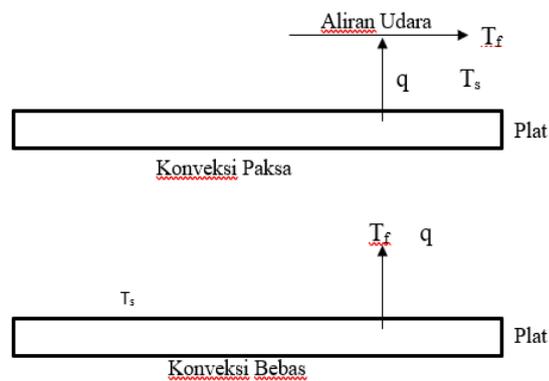
Gambar 2. 7 Proses Perpindahan Panas

Secara matematis, perpindahan panas secara konveksi dijelaskan oleh Hukum Pendinginan Newton, yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$q = hA(T_s - T_f)$$

Dimana :

- $q$  = Laju perpindahan panas (Watt, W)
- $h$  = Koefisien perpindahan panas konveksi ( $W/m^2.K$ )
- $A$  = Luas permukaan perpindahan panas ( $m^2$ )
- $T_s$  = Suhu permukaan benda (K atau  $^{\circ}C$ )
- $T_f$  = Suhu fluida di sekitarnya ( K atau  $^{\circ}C$ )

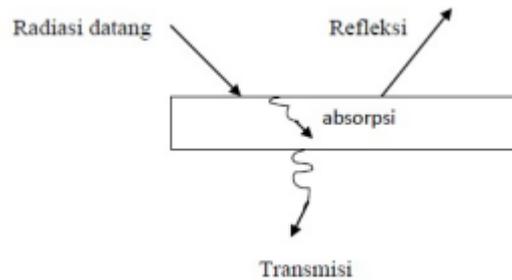


Gambar 2. 8 Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi banyak terjadi dalam berbagai sistem teknik, seperti pendinginan radiator mobil, pemanasan air dalam panci, dan sistem ventilasi udara dalam ruangan. Efisiensi perpindahan panas dalam konveksi dipengaruhi oleh sifat fluida, kecepatan aliran, serta perbedaan suhu antara permukaan benda dan fluida sekitarnya.

### 2.8.3 Perpindahan Kalor Secara Radiasi

Perpindahan kalor secara radiasi adalah mekanisme transfer energi panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik, tanpa memerlukan medium perantara. Berbeda dengan konduksi dan konveksi yang membutuhkan kontak langsung atau pergerakan fluida, radiasi dapat terjadi bahkan dalam ruang hampa, seperti perpindahan panas dari matahari ke bumi.



Gambar 2. 9 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Radiasi panas dipancarkan oleh semua benda yang memiliki suhu di atas nol absolut (0 K atau  $-273,15^{\circ}\text{C}$ ), dan intensitasnya bergantung pada suhu serta sifat permukaan benda tersebut. Perpindahan panas melalui radiasi dijelaskan oleh Hukum Stefan-Boltzmann, yang dinyatakan dalam persamaan:

$$q = \varepsilon \sigma A T^4$$

Dimana :

- $q$  = Laju perpindahan panas (Watt, W)
- $\varepsilon$  = Emisivitas permukaan benda (nilai antara 0 hingga 1)
- $\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{W}/\text{m}^2 \text{K}^4$ )
- $A$  = Luas permukaan benda ( $\text{m}^2$ )
- $T$  = Suhu Absolut benda (K)

Radiasi lebih efektif pada suhu tinggi dan dapat dipengaruhi oleh warna serta tekstur permukaan benda. Contoh nyata dari perpindahan kalor secara radiasi adalah panas yang dirasakan dari api unggun, pemanasan akibat sinar matahari, dan penggunaan panel surya untuk menyerap energi matahari.

### 2.9 Teori Pengeringan

Pengeringan merupakan proses industri yang sering dilakukan seperti pengeringan kertas, makanan, foto, film dsb. Dimana aliran gas yang tak bereaksi

mengalir dipermukaan produk. Pengeringan merupakan suatu proses perpindahan air secara termal untuk menghasilkan produk kering. Dalam proses pengeringan terjadi perpindahan atau transfer panas dan masa secara simultan. Pada saat suatu bahan dikeringkan terjadi dua proses secara bersamaan yaitu perpindahan energi dalam bentuk panas dari lingkungan ke bahan dan perpindahan air di dalam bahan ke permukaan bahan sebagai akibat dari yang proses pertama. Pengeringan pada dasarnya merupakan proses perpindahan energi yang digunakan untuk menguapkan air yang berada dalam bahan, hingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan bahan pangan dapat diperlambat(Nur Aidi Ariyanto et al, 2019)

## 2.10 Metode Pengeringan

Pengeringan terbagi menjadi dua yaitu pengeringan secara alami (Menggunakan sinar matahari) dan pengeringan buatan manusia (Menggunakan alat).

### 1. Pengeringan Alami (Menggunakan Sinar Matahari)

Pengeringan alami yang menggunakan sinar matahari pada saat mengeringkan gabah yang telah dipanen. Pengeringan dengan cara ini memiliki banyak kerugian diantaranya tergantung pada cuaca sehingga pengeringan memerlukan waktu yang cukup lama dan gabah kurang dijamin kualitas kebersihannya.



Gambar 2. 10 Pengeringan Alami  
(Sumber : Aryanto Gultom, 2023)

### 2. Pengeringan buatan manusia (Menggunakan alat)

Pengeringan buatan ini dapat membantu/meringankan para petani saat cuaca sedang mendung/hujan, akan tetapi proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering memerlukan energi yang sangat besar karena menggunakan energi

Listrik dan bahan bakar. Cara yang dapat dilakukan untuk proses pengeringan gabah dengan harga murah ialah menggunakan bahan bakar alternatif biomassa sebagai sumber energi pengering. Biomassa diperlukan sebagai sumber energi Dimana tidak ada sinar matahari seperti pada malam hari atau musin hujan.



Gambar 2. 11 Pengeringan buatan manusia

#### 2.11 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Panas Pada Pengeringan Padi

Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas panas pada pengeringan padi sangatlah penting dalam memastikan hasil akhir yang optimal. Salah satu faktor utama adalah suhu pengeringan, di mana suhu yang terlalu tinggi dapat merusak nutrisi dan tekstur padi, sementara suhu yang terlalu rendah dapat memperpanjang waktu pengeringan dan meningkatkan risiko pembusukan. Selain itu, kelembaban udara juga berperan penting; kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Lama pengeringan juga harus dipertimbangkan, karena waktu yang terlalu lama dapat mengurangi kualitas padi. Metode pengeringan, kondisi lingkungan, dan teknologi pengeringan yang digunakan juga memiliki dampak signifikan. Secara keseluruhan, pemahaman dan pengendalian terhadap faktor-faktor ini akan membantu memastikan bahwa proses pengeringan padi menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi. Dan juga waktu pengeringan juga memengaruhi kualitas panas, lama waktu padi terpapar panas dalam pengeringan memengaruhi kadar airnya. Durasi yang tepat harus dipertimbangkan untuk mencegah padi menjadi terlalu kering atau terlalu basah

#### 2.12 Pengeringan menggunakan energi Biomassa

Biomassa adalah energi terbarukan yang berasal dari bahan organik seperti hewan dan tumbuhan. Biomassa dapat dianggap sebagai energi terbarukan karena

pertumbuhannya (missal tanaman atau pohon) biomassa yang berasal dari limbah hasil pertanian dan kehutanan merupakan Biomassa yang tidak berguna, tetapi daapt dimanfaatkan menjadi sumber energi bahan bakar alternatif. Biomassa dapat digunakan sebagai sumber energi, salah satunya ialah sekam padi dan tempurung kelapa. Pemanfaatan sampah organik yang berupa sekam padi dan tempurung kelapa untuk sumber energi biomassa akan sangat membantu keterbatasan sumber energi dimasa yang akan datang (Muhammad Syahrullah et al, 2023).

Biomassa juga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan untuk pengeringan, terutama pada saat memasuki musim hujan, saat cuaca mendung, dan pada saat malam hari. Ini dapat menggunakan limbah pertanian yang memili nilai kalor seperti sekam padi dan tempurung kelapa.

Tabel 2. 1 Nilai kalor berbagai jenis Biomassa

Jenis Biomassa	Nilai Kalor (kal/gr)
Sekam padi	3300
Tempurung Kelapa	7283,5

Sumber: Amran, 2023

### 2.13 Alat Pengering Padi

Pada proses pengeringan gabah padi dapat dilakukan dengan metode pengering buatan dan metode pengering alami. Metode pengering buatan ini menggunakan alat *rice drying box*, Sumber energi yang biasa digunakan pada alat pengering buatan biasanya menggunakan minyak bumi atau kayu bakar. Dikarenakan meningkatnya harga BBM dan langkanya minyak tanah, maka perlu dicari bahan bakar alternatif, Sekam padi dan tempurung kelapa yang biasa dianggap sebagai limbah oleh Sebagian masyarakat justru mempunyai peluang yang cukup besar untuk dimanfaatkan bagi petani sebagai bahan bakar alternatif untuk mengeringkan gabah. Mengingat hal tersebut sekam padi dan tempurung kelapa banyak ditemukan dimana saja.

Pengeringan dengan menggunakan *rice drying box* ini adalah salah satu cara pengeringan yang efektif. Proses pengeringan dengan *rice drying box* dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja atau tidak tergantung dengan bagus buruknya

cuaca. Selain itu, pengeringan dengan *rice drying box* tidak memerlukan banyak tenaga kerja.

#### 2.14 Komponen Utama Pada *Rice Drying Box*

Adapun beberapa komponen utama pada *Rice Drying Box* antara lain :

##### 1. Thermokopel

Suhu merupakan salah satu parameter penting dalam berbagai proses fisik dan kimia. Secara ilmiah, suhu suatu benda diartikan sebagai ukuran energi kinetik rata-rata dari partikel-partikel yang menyusunnya. Temperatur diukur dalam satuan derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) atau Kelvin (K). (Umurani K et al., 2024)

Salah satu sensor yang umum digunakan untuk mengukur temperatur adalah termokopel. Termokopel bekerja berdasarkan prinsip efek termoelektrik, di mana perbedaan suhu antara dua titik yang terhubung dengan dua logam berbeda menghasilkan tegangan listrik yang sebanding dengan suhu tersebut. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk sistem pengeringan gabah, karena memiliki respons yang cepat, rentang suhu yang luas, serta akurasi yang baik dalam pengukuran suhu tinggi. Penggunaan termokopel dalam sistem pengeringan gabah bertujuan untuk memantau dan mengontrol suhu dalam ruang pengeringan, sehingga dapat menjaga kestabilan suhu optimal guna mengurangi kadar air tanpa merusak kualitas gabah.



Gambar 2. 12 Thermokopel

Termokopel merupakan sensor suhu yang dibentuk dari 2 jenis logam yang berbeda dan ujung dari 2 logam tersebut direkatkan bersamaan. Pada termokopel dikenal istilah hot-Junction dan cold-junction. Hot-Junction berfungsi sebagai titik pengukuran, sedangkan cold-Junction berfungsi sebagai titik referensi. Cold-Junction dapat dihubungkan dengan sumber panas dengan suhu  $0^{\circ}\text{C}$  atau

dihubungkan dengan rangkaian elektronika untuk mengkompensasi suhu 0°C tersebut. Apabila pada sambungan termokopel terkena panas, maka akan timbul tegangan Seebeck yang merupakan fungsi hubungan antara suhu dan komposisi kedua logam. Apabila terdapat sedikit perubahan suhu diantara kedua logam, tegangan Seebeck akan berbanding linear dengan temperature (Jiwatami A M A, 2022).

## 2. *Fan*

*Fan* adalah mengatur *volume* panas udara agar ruangan yang tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Pada umumnya kipas angin dimanfaatkan untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), atau pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Terdapat dua jenis kipas angin berdasarkan arah angin yang dihasilkan, yaitu kipas angin *centrifugal* (angin mengalir searah dengan poros kipas) dan kipas angin *axial* (angin mengalir secara paralel dengan poros kipas) (Rachmat Aulia et al., 2021).



Gambar 2. 13 Kipas (Fan)

(Sumber: Navindran A et al., 2021)

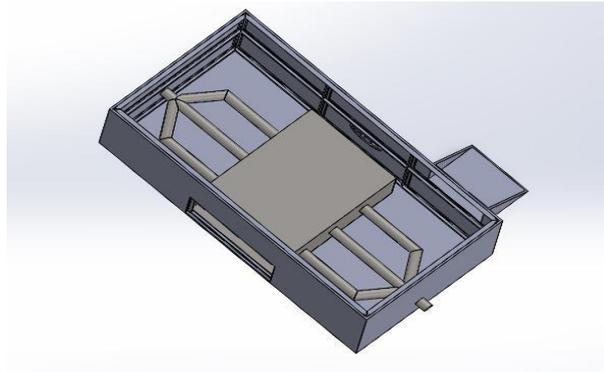
## 3. Ruang Pemanas

Ruang pengering adalah suatu sistem atau ruang yang dirancang khusus untuk mengurangi kadar air dalam suatu material dengan cara mengalirkan udara panas secara terkontrol. Dalam proses pengeringan, udara panas digunakan untuk menguapkan kandungan air dalam bahan, sehingga memperpanjang masa simpan dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme.

Ruang pengering umumnya dilengkapi dengan sumber panas, sistem sirkulasi udara, serta ventilasi untuk memastikan distribusi panas yang merata dan efisien. Penggunaan bahan bakar seperti sekam padi dan tempurung kelapa dalam sistem ini dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengoptimalkan proses pengeringan.

#### 4. Ruang Pembakaran

Ruang pembakaran adalah komponen dalam sistem pembakaran yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran bahan bakar dengan oksigen untuk menghasilkan energi panas. Ruang ini dirancang agar dapat menampung bahan bakar dan memungkinkan pembakaran yang optimal, sehingga energi panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara efisien.



Gambar 2. 14 Ruang Pembakaran

#### 5. Motor AC

Motor AC (Alternating Current) adalah jenis mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik bolak-balik (arus AC). Prinsip kerja motor ini didasarkan pada interaksi antara medan magnet yang berputar dan arus listrik yang diinduksi dalam rotor, sehingga menghasilkan torsi dan gerakan rotasi. (Kumar, S., & Smith, J. 2019).



Gambar 2. 15 Motor AC

(Sumber : Siregar, A. M et al., 2022)

## 2.15 Parameter Perhitungan

### 1. Campuran Bahan Bakar

$$\text{Proporsi Sekam Padi(\%)} = \frac{\text{Berat sekam padi}}{\text{berat total}} \times 100\%$$

$$\text{Proporsi Tempurung Kelapa(\%)} = \frac{\text{Berat Tempurung Kelapa}}{\text{berat total}} \times 100\%$$

### 2. Energi Panas :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Keterangan :

Q = Energi panas (Joule, J)

m = massa gabah (Kg)

C<sub>p</sub> = Kalor jenis gabah (J/Kg.K)

ΔT = Perubahan Suhu gabah (°C/K)

### 3. Perpindahan Panas Konveksi

$$Q_{konveksi} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Keterangan :

Q<sub>konveksi</sub> = Laju perpindahan panas konveksi (Watt, W)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi alami (W/m<sup>2</sup>.K)

ΔT = Perubahan suhu (°C/K)

### 4. Waktu pemanasan

$$t = \frac{Q}{Q_{konveksi}}$$

Keterangan :

t = Waktu yang dibutuhkan (Detik)

Q = Energi panas (Joule, J)

Q<sub>konveksi</sub> = Laju perpindahan panas (Watt, W)

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan dalam pengujian dilakukan di laboratorium fenomena dasar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah yang didampingi serta dibimbing oleh dosen pembimbing.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian

Tabel 3. 1 Waktu Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literature	■	■				
3	Seminar proposal			■			
4	Pengujian alat				■		
5	Analisa hasil pengujian				■	■	
6	Seminar hasil dan Sidang sarjana						■

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.1.3 Bahan

Bahan yang yang dipersiapkan pada perancangan *rice drying box* adalah sebagai berikut.

### 1. Sekam Padi

Sekam padi digunakan sebagai bahan bakar dalam sistem pengeringan. Sekam ini memiliki kandungan silika tinggi dan dapat menghasilkan panas dalam waktu yang lebih lama dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar lainnya.



Gambar 3. 1 Sekam Padi

### 2. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa digunakan sebagai bahan bakar tambahan karena memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan sekam padi. Penggunaannya bertujuan untuk meningkatkan suhu ruang pengering agar proses pengeringan gabah lebih efisien



Gambar 3. 2 Tempurung Kelapa

### 3. Minyak Solar

Minyak solar digunakan sebagai bahan bakar cadangan atau pendukung dalam sistem pembakaran. Dalam beberapa kasus, minyak solar digunakan untuk membantu menyalakan api atau meningkatkan suhu awal pembakaran sebelum biomassa mulai terbakar dengan stabil.



Gambar 3. 3 Minyak Solar

### 4. Gabah

Gabah digunakan sebagai bahan pengujian *rice drying box*. Gabah padi pada penelitian ini berperan penting sebagai bahan yang menentukan kinerja pada alat yang telah dirancang.



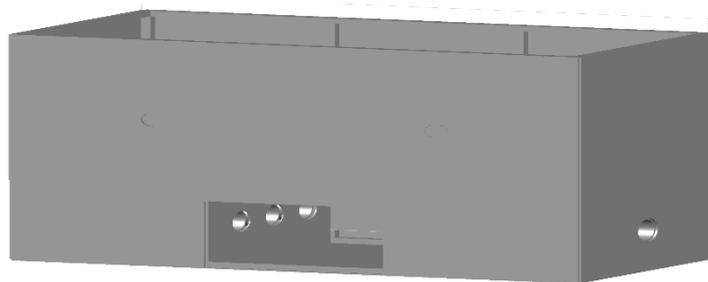
Gambar 3. 4 Gabah

### 3.1.4 Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan pada proses perancangan *rice drying box* adalah sebagai berikut:

#### 1. *Rice Drying Box* ( Kotak Pengeringan Padi)

Kotak pengeringan berfungsi sebagai wadah utama dalam proses pengeringan gabah. Kotak ini dirancang agar udara panas dari hasil pembakaran bahan bakar dapat dialirkan secara merata ke seluruh bagian ruang pengering untuk mengoptimalkan proses penurunan kadar air dalam gabah.



Gambar 3. 5 Kotak Pengering Padi

#### 2. Termokopel

Termokopel digunakan untuk mengukur suhu di berbagai titik dalam sistem pengeringan. Alat ini berfungsi untuk memantau distribusi panas dalam ruang pengering serta memastikan suhu berada dalam rentang yang diinginkan.



Gambar 3. 6 Termokopel

### 3. Thermometer

Thermometer digunakan untuk mengukur suhu pada proses pengeringan gabah padi dan mengukur suhu udara secara manual didalam kotak pengering



Gambar 3. 7 Thermometer

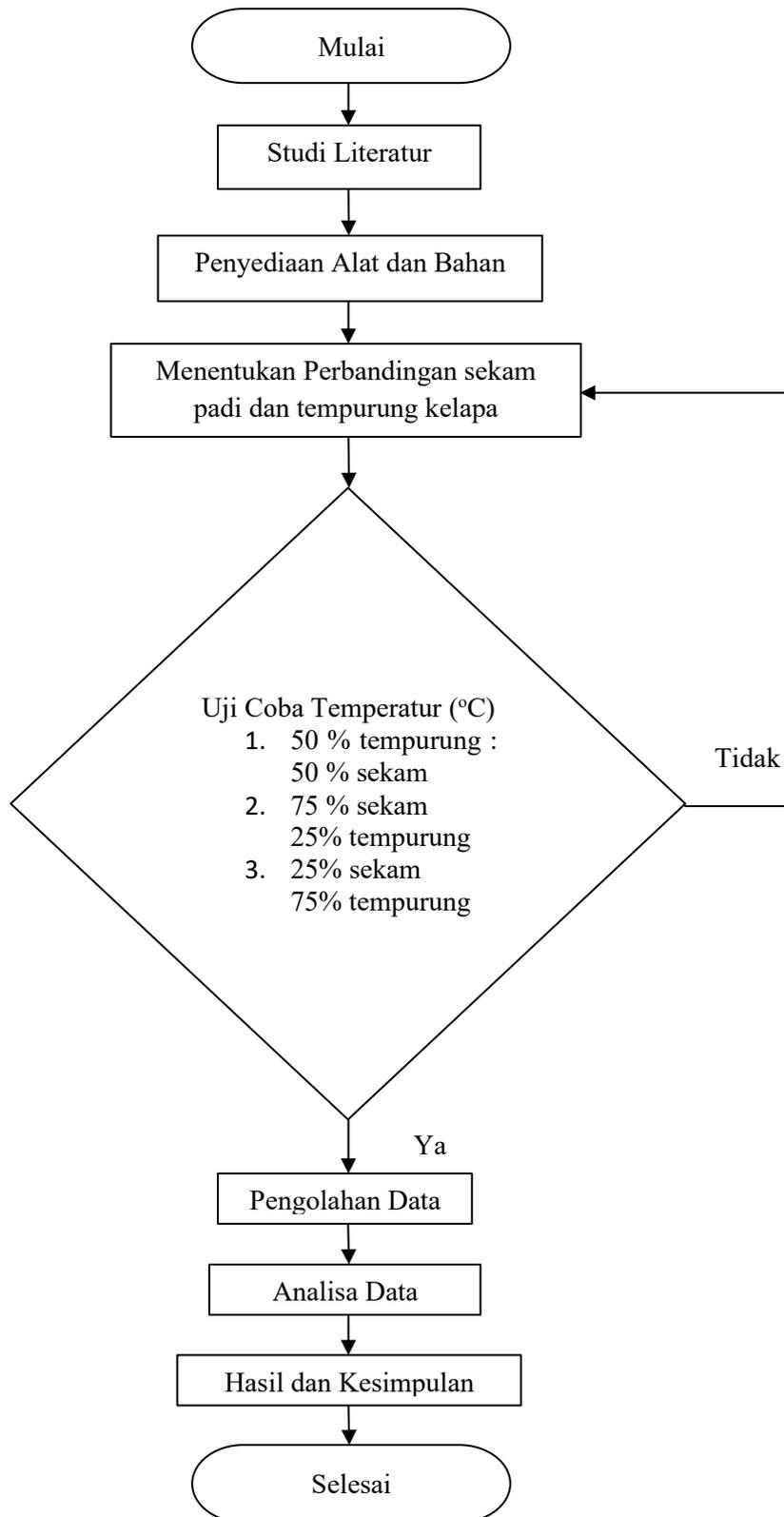
### 4. Timbangan

Timbangan untuk mengukur berat gabah padi sebelum dan setelah pengeringan, juga digunakan untuk mengukur berat sekam padi dan tempurung kelapa.



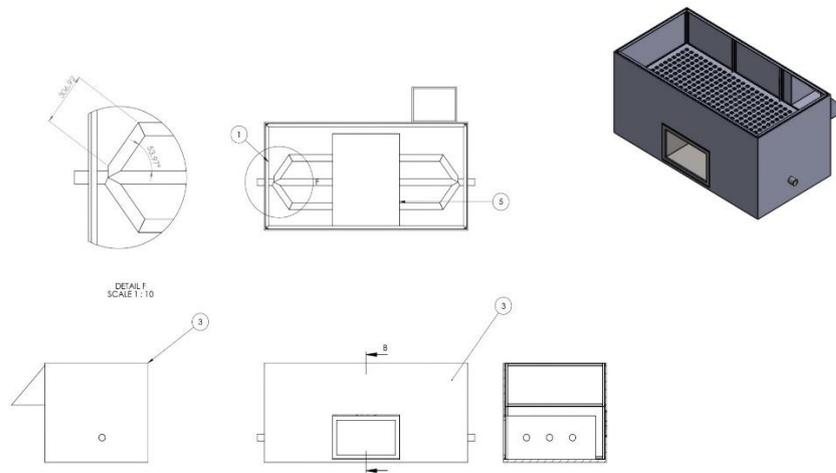
Gambar 3. 8 Timbangan

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 9 Diagram Alir

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3. 10 Rancangan Alat Penelitian

Pada *rice drying box* terdapat beberapa bagian utama pada proses pengeringan gabah padi diantaranya sebagai berikut:

#### 1. *BOX* (wadah gabah padi)

*Box* tersebut digunakan sebagai wadah gabah padi yang akan dikeringkan. Dinding pada *box* di rancang menggunakan plat aluminium yang bertujuan untuk mempertahankan panas pada proses pengeringan. Pada alas *box* dirancang menggunakan plat jarring yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya udara panas untuk melakukan pemanasan terhadap gabah padi.

#### 2. Ruang Pemanas

Ruang pemanas merupakan ruang hampa yang hanya memiliki satu tempat untuk keluarnya udara panas. Panas yang didapatkan oleh ruang pemanas bersumber dari panas yang dihasilkan oleh ruang pembakaran.

#### 3. Ruang Pembakaran

Ruang pembakaran merupakan tempat dilakukannya proses pembakaran bahan bakar pada proses pengeringan. Ruang pembakaran dirancang menggunakan plat baja dengan ketebalan 1,6 mm. Ruang pembakaran ditempatkan ditengah ruang pemanas untuk mengoptimalkan proses perpindahan panas pada saat pengeringan gabah berlangsung.

#### 4. Exhaust fan

Exhaust fan merupakan sebuah kipas pembuangan udara yang mana menarik udara didalam suatu ruangan keluar ruangan. Pada *rice drying box exhaust fan* digunakan untuk menarik udara panas pada ruang pemanas dengan tujuan menurunkan suhu udara pada ruang pemanas.

#### 3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang akan dilaksanakan pada proses penelitian adalah sebagai berikut:

##### 1. Persiapan Alat dan Bahan

1. Siapkan *rice drying box* dan tungku pembakaran.
2. Pastikan semua alat ukur berfungsi dengan baik.
3. Siapkan gabah sebagai bahan yang akan dilakukan pengeringan.
4. Siapkan tempurung kelapa dan sekam padi sebagai bahan bakar tungku pemanas.

##### 2. Pelaksanaan Pengujian

1. Hubungkan box panel pemantau suhu dengan arus Listrik
2. Lakukan pembakaran bahan bakar pada tungku.
3. Catat suhu pada tungku pembakaran.
4. Catat suhu ruang pemanas yang dapat dilihat pada box panel.
5. Lakukan pemantauan suhu gabah selama proses pengeringan hingga gabah kering.

##### 3. Pengolahan Data

1. Lakukan analisis pada setiap perbedaan suhu panas pada tungku pembakaran dengan menggunakan perbandingan masing-masing bahan bakar.
2. Catat setiap perbedaan dari ketahanan panas, waktu pengeringan serta suhu maksimal yang dihasilkan pada setiap pengujiannya.
3. Membuat kesimpulan penggunaan perbandingan yang paling efektif pada hasil suhu panas yang dihasilkan pada setiap pengujian dengan penggunaan perbandingan yang berbeda.

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil penelitian mengenai pengaruh kombinasi sekam padi dan tempurung kelapa terhadap kualitas panas yang dihasilkan oleh alat pengeringan padi. Adapun urutan-urutan pembahasannya adalah sebagai berikut

1. Kombinasi bahan bakar yang digunakan pada box pengeringan gabah padi
2. Laju pengeringan gabah padi pada box pengering gabah

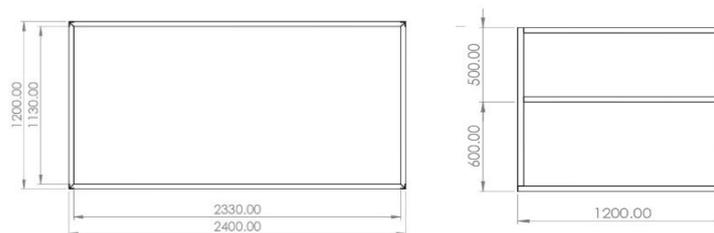
#### 4.1 Alat Box Pengeringan Padi

Box pengering padi dirancang dengan dimensi Panjang 240 cm, lebar 120 cm dan tinggi 100 cm. Dimensi pada box pengering dirancang untuk menampung kapasitas gabah padi maksimal yang dikeringkan +/- 100 kg gabah padi basah.



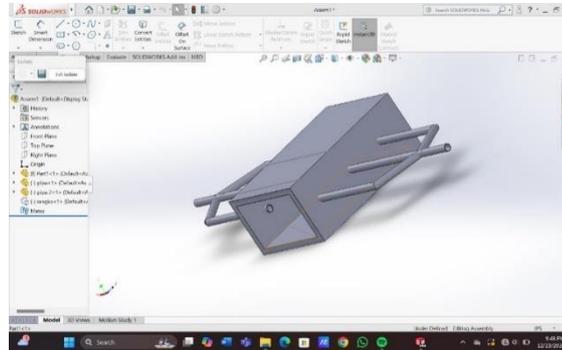
Gambar 4. 1 Rangka Alat Pengering Padi

Sementara dimensi dari bak penampung gabah yaitu : Panjang 240 cm, lebar 120 cm dan tinggi 50 cm. Spesifikasi dari bak penampung padi pada box pengering dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Dimensi bak penampung gabah

Tungku pembakaran pada box pengering dirancang menggunakan plat baja dengan ketebalan 1,6 mm. Dimensi dari tungku pembakaran pada box pengering memiliki Panjang 85 cm, lebar 110 cm dan tinggi 50 cm.



Gambar 4. 3 Tungku Pembakaran

#### 4.2 Hasil penelitian

Pada penelitian ini uji coba dilakukan di Desa Tanjung Gusti Dusun 3 Kecamatan Galang. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan gabah padi hasil panen sebanyak 80 kg, Pada saat dilakukannya setiap percobaan, terlebih dahulu masukan tempurung kelapa setelah tempurung kelapa menjadi arang lalu dimasukkan sekam padi. Setelah semua bahan bakar menjadi bara dilakukan pengukuran suhu

waktu yang diperlukan agar bahan bakar menjadi bara adalah 15 menit suhu tungku mencapai  $106^{\circ}\text{C}$  dan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan padi dengan jumlah 80kg adalah 60 menit dengan suhu ruangan  $60^{\circ}\text{C}$ -  $65^{\circ}\text{C}$  bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi dan tempurung kelapa dengan perbandingan



Gambar 4. 4 Pengujian Pengeringan Gabah

50:50 ,diperlukan untuk melakukan setiap pengujian adalah 4kg/uji. Hasil dari pengujian yang dilakukan selama 60 menit Setiap variasi diuji untuk mengetahui suhu maksimum yang dihasilkan, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tersebut, serta kestabilan suhu proses pengeringan gabah.

#### 4.2.1 Temperatur Pengeringan

##### a) Tungku Pemanas

Pada proses pembakaran di dalam tungku, tempurung kelapa dan sekam padi digunakan sebagai bahan bakar utama. Kedua material ini memiliki karakteristik pembakaran yang berbeda, namun Ketika dikombinasikan, keduanya dapat menghasilkan panas yang optimal.

Tempurung kelapa memiliki kandungan karbon yang tinggi dan mampu menghasilkan panas yang stabil dengan suhu tinggi saerta waktu pembakaran yang lebih tahan lama. Sementara itu, sekam padi memiliki struktur yang ringan dan mudah terbakar, sehingga dapat mempercepat proses pembangkitan panas dalam tungku.

Saat pembakaran berlangsung, energi panas yang dihasilkan oleh bahan bakar meningkat secara bertahap. Sekam padi berperan sebagai bahan bakar awal yang cepat menyala dan meningkatkan suhu di dalam tungku, sementara tempurung kelapa mempertahankan suhu tinggi untuk waktu yang lebih lama. Akumulasi panas dari kedua bahan ini menyebabkan suhu dalam tungku terus meningkat hingga mencapai suhu tertinggi yaitu 106°C.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran ini kemudian disalurkan ke ruang pemanas dengan menggunakan prinsip *natural convection*, yaitu konsep tanpa menggunakan blower atau kipas untuk menggerakkan udara pengering. Konsep ini hanya memanfaatkan perubahan massa jenis dari udara pengering. Udara yang dipanaskan, maka massa jenisnya akan menurun sehingga akan bergerak keatas. Alat pengering ini akan mengurangi uap air yang terkandung dalam material secara perlahan-lahan dengan mengacu pada prinsip pengering secara konvensional, sehingga komposisi akhir dari materialnya diharapkan mendekati komposisi setelah dikeringkan secara konvensional (Catrawedarma I. G. N. B., et al., 2017)

Bahan bakar pemanas pada proses pengeringan padi menggunakan limbah dari tempurung kelapa dan limbah dari gabah padi (sekam padi). Proses pemanasan dilakukan dengan dilakukan pembakaran limbah tempurung kelapa pada tungku pembakaran. Setelah tempurung kelapa telah terbakar secara keseluruhan dan temperatur pada ruang pemanas telah mencapai  $60^{\circ}\text{C}$  maka gabah padi basah sudah bisa dimasukkan pada wadah gabah di box pengering. Lalu fungsi dari limbah sekam padi adalah menjaga temperatur panas pada tungku pembakaran tetap stabil. Dimana saat temperatur mulai menurun maka diharuskan memasukkan secara berkala limbah sekam padi.

Limbah sekam padi yang dimasukkan akan dibakar oleh bara api dari limbah tempurung kelapa yang dilakukan pembakaran sebelumnya, saat sekam padi terbakar maka temperatur pada tungku pembakaran juga ikut naik perlahan.

Dilihat dari gambar 4.5 Dalam waktu 60 menit temperatur pada tungku pembakaran awal pembakaran adalah  $29^{\circ}\text{C}$ . Setelah dilakukan percobaan selama 15 menit temperatur panas pada tungku secara perlahan naik. Pada titik ini temperatur dalam ruang pemanas mengalami kenaikan, dengan bantuan dari exhaust fan yang berfungsi untuk menarik udara panas pada ruang pemanas dengan tujuan menurunkan suhu udara dengan suhu yang diinginkan yaitu sebesar  $60^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4. 5 Sebelum dilakukan Pembakaran

Proses penstabilan pembakaran pada tungku dilakukan dengan menambahkan sekam untuk menjaga nyala bara api dari tempurung, saat nyala bara api dari tempurung mulai merata mengakibatkan penurunan suhu pada tungku. Untuk menaikkan suhu kembali sekam padi ditambahkan kedalam tungku. Penambahan sekam padi dikarenakan sekam padi memiliki sifat flukatif (suhu cepat naik tapi juga cepat turun) sehingga kenaikan suhu panas lebih singkat, hal ini

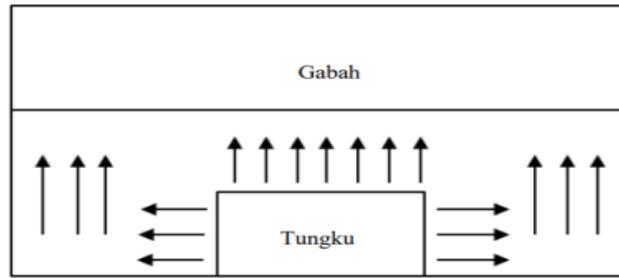
dikarenakan sekam padi memiliki nilai kalor 13-15 mJ/kg. Jika ditambahkan kembali tempurung pada tungku pembakaran untuk menaikkan suhu, akan memakan waktu yang cukup lama sehingga penstabilan suhu pembakaran kurang maksimal. Kombinasi sekam padi dan tempurung kelapa sangat cocok untuk pengeringan bertahap, saat keduanya dikombinasikan, sekam membantu memulai proses pengeringan lebih cepat dan tempurung menjaga panas agar tetap stabil hingga akhir, sehingga padi bisa mengering secara merata dan tidak rusak

Jadi, dapat disimpulkan pengaruh dari kedua bahan bakar ialah jika hanya menggunakan sekam padi saja maka suhu akan cepat turun, namun jika hanya menggunakan tempurung akan memerlukan waktu yang lama agar tempurung menjadi bara. Dibutuhkan 2 kombinasi bahan bakar agar dapat menghasilkan kenaikan suhu panas lebih singkat, dengan menambakan sekam padi pada proses awal mula nyala bara api dan menambahkan tempurung untuk menjaga suhu bara api agar tetap stabil pada proses pengeringan gabah

#### b) Ruang pemanas

Pada sistem pemanas berbasis biomassa ini, tempurung kelapa dan sekam padi digunakan sebagai bahan bakar utama dalam tungku pembakaran. Kedua jenis biomassa ini memiliki karakteristik pembakaran yang berbeda, di mana tempurung kelapa menghasilkan panas dengan intensitas tinggi dan waktu pembakaran lebih lama, sementara sekam padi memiliki tingkat pembakaran yang lebih cepat namun tetap efektif dalam mempertahankan suhu dalam tungku.

Pemanas mengandalkan energi panas pada tungku pembakaran yang dihasilkan dari pembakaran tempurung kelapa dan limbah sekam padi sebagai bahan bakar. Energi panas kemudian mengalir pada ruangan hampa yang disebut ruang panas. Perubahan suhu udara pada ruang pemanas mengakibatkan perubahan masa jenis udara pada ruang tersebut, dengan perubahan massa jenis udara maka udara panas mengalir perlahan kearah atas (ketempat dengan suhu udara yang berbeda) yang merupakan tempat dimana gabah padi ditampung untuk dikeringkan. Skema dari perpindahan panas dapat dilihat pada gambar 4.8. Dimana tanda panah menunjukkan perpindahan panas pada tungku dan ruang pemanas pada box pengering.



Gambar 4. 6 Ilustrasi Perpindahan Panas Dari Tungku

Ketika tempurung dan sekam dibakar di dalam tungku, energi panas yang dihasilkan mencapai suhu tertinggi hingga mencapai sekitar  $106^{\circ}\text{C}$ . Panas ini kemudian dialirkan melalui konsep *natural convection* ke ruang pemanas, yang didesain untuk menstabilkan suhu dalam rentang  $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$ . Proses perpindahan panas ini melalui dinding tungku yang bersentuhan langsung dengan udara pada ruang pemanas

Suhu tersebut adalah hasil dari kinerja dari *exhaust fan* yang berfungsi untuk menurunkan suhu pemanas apabila sudah melebihi dari  $60^{\circ}\text{C}$  suhu pada ruang pemanas dan ditampilkan pada lcd yang terpasang pada box panel yang terpasang pada alat.

Pada proses pengendalian suhu ini exhaust fan berperan penting dimana udara panas akan ditarik keluar oleh exhaust fan. Thermokopel yang telah dipasang akan membaca suhu panas pada proses pengeringan. Suhu panas dijaga tetap stabil pada  $60^{\circ}\text{C}$ . Saat udara panas sudah melebihi mak udara akan ditarik keluar oleh exhaust fan untuk menurunkan suhu udara pada ruang pemanas sehingga udara panas akan tetap stabil

#### c) Temperatur pada Gabah

Sistem pengeringan gabah ini memanfaatkan panas dari pembakaran tempurung kelapa dan sekam padi sebagai sumber energi utama. Kedua biomassa ini memiliki karakteristik pembakaran yang berbeda, dimana tempurung kelapa menghasilkan panas dengan intensitas tinggi dan waktu pembakaran yang lebih lama, sementara sekam padi memiliki tingkat pembakaran yang lebih cepat namun tetap efektif dalam mempertahankan suhu dalam tungku.

Sebelum proses pemanasan dimulai, suhu awal gabah berada pada  $30^{\circ}\text{C}$ . Setelah terkena paparan panas dari ruang pemanas, suhu gabah meningkat secara bertahap hingga mencapai  $48^{\circ}\text{C}$ . suhu  $48^{\circ}\text{C}$  termasuk dalam kisaran yang efisien untuk proses pengeringan gabah. Suhu ini cukup untuk mengurangi kadar air dengan efektif, tetapi masih dalam batas aman agar tidak merusak kualitas gabah



Gambar 4. 7 temperatur akhir gabah



Gambar 4. 8 Temperatur akhir gabah

### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Kombinasi bahan bakar pada *Rice Drying Box*

Berdasarkan hasil penelitian, tempurung kelapa memiliki nilai kalor lebih tinggi dibandingkan sekam padi, sehingga menghasilkan suhu yang lebih tinggi pada alat pengering. Kombinasi 50:50 menghasilkan suhu gabah yang lebih stabil  $48^{\circ}\text{C}$ , dibandingkan penggunaan sekam padi atau tempurung kelapa secara Tunggal. Hal ini menyebabkan gabah padi lebih cepat kering



Gambar 4. 9 Suhu gabah pada perbandingan 50:50

Stabilitas suhu pada kombinasi Sekam 50-Tempurung kelapa 50 lebih baik yaitu stabil suhu akhir  $48^{\circ}\text{C}$  dibandingkan Sekam 25-Tempurung 75 suhu meningkat  $55^{\circ}\text{C}$ , namun lebih rendah dibandingkan Sekam 25-Tempurung 75. Temperatur yang dihasilkan pun menjadi tidak stabil. Mengalami suhu pada gabah

yang turun secara signifikan, yaitu dari 44°C menjadi 42°C. Hal ini disebabkan oleh perbedaan sifat pembakaran kedua bahan bakar, di mana sekam padi cenderung menghasilkan panas lebih merata tetapi dengan intensitas lebih rendah, sedangkan tempurung kelapa menghasilkan panas tinggi dalam waktu lebih singkat



Gambar 4. 10 suhu pada perbandingan tempurung 25:sekam 75

Dari segi efisiensi energi, kombinasi Sekam50-Tempurung50 terbukti lebih efektif dalam mengeringkan padi karena mampu mempertahankan suhu optimal tanpa pemborosan bahan bakar. Penggunaan 75% tempurung kelapa menghasilkan suhu tinggi yang berisiko menyebabkan pengeringan tidak merata atau bahkan merusak kualitas padi. Sebaliknya penggunaan 75% sekam padi menghasilkan suhu yang lebih rendah menyebabkan gabah padi kering dalam waktu yang cukup lama

Pengujian kinerja box pengeringan gabah padi dengan menggunakan sekam padi dan tempurung kelapa dilakukan tiga kali percobaan dengan total keseluruhan 4kg, percobaan pertama dengan perbandingan masing masing tempurung kelapa 50%(2 Kg) dan sekam padi 50%(2 Kg), percobaan kedua dengan perbandingan tempurung kelapa 75%(3 Kg) dan sekam padi 25% (1 Kg), dan percobaan ketiga dengan perbandingan tempurung kelapa 25%(1 Kg) sekam padi 75%(3 Kg) semua percobaan yang dilakukan dengan rata-rata suhu ruang pemanas adalah 60°C-65°C



Gambar 4. 11 suhu pada perbandingan sekam 25:tempurung75

#### 4.3.2 Suhu Pada Gabah padi dalam waktu 60 menit

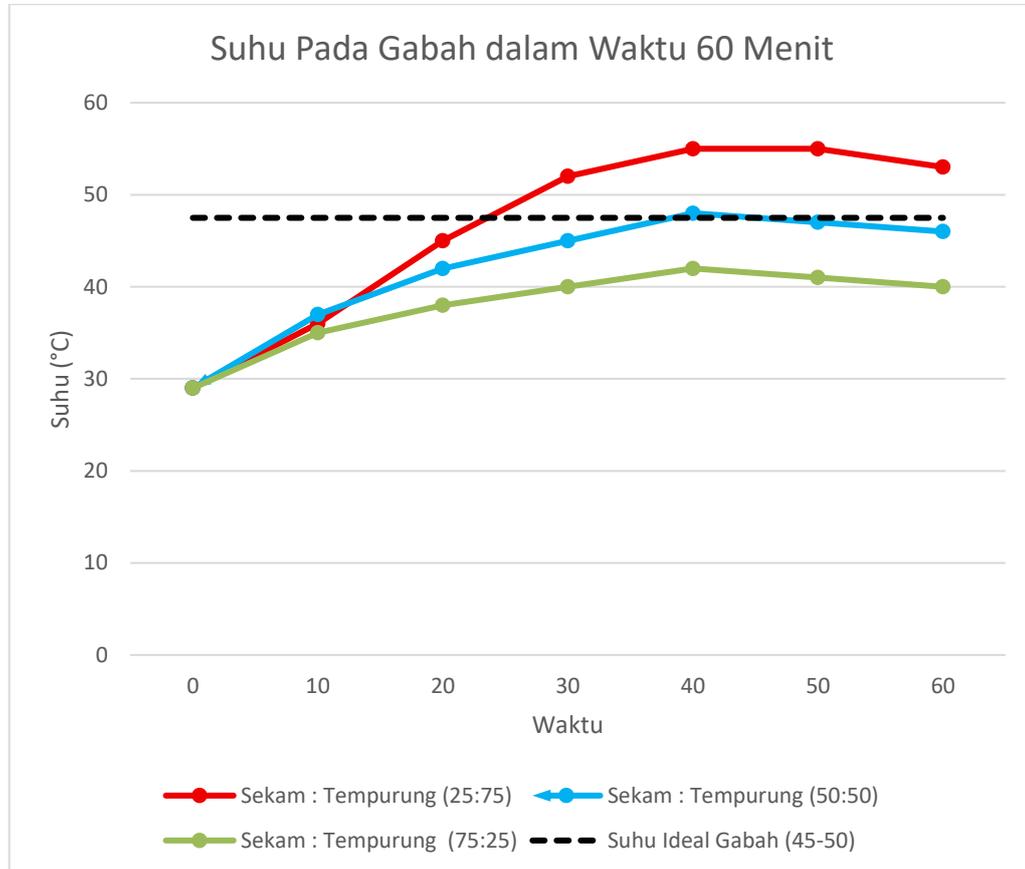
Setelah dilakukan beberapa pengujian, menggunakan tiga jenis kombinasi bahan bakar yaitu sekam padi dan tempurung kelapa dengan perbandingan 25:75, 50:50, dan 75:25. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk melihat berapa suhu yang diperoleh pada gabah padi dalam waktu 60 menit dengan suhu ideal pada pengeringan gabah adalah 45-50°C, yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Suhu gabah padi dalam waktu 60 menit

Waktu (Menit)	Sekam : Tempurung (25:75)	Sekam : Tempurung (50:50)	Sekam : Tempurung (75:25)
0	29	29	29
10	36	37	35
20	45	42	38
30	52	45	40
40	55	48	42
50	55	47	41
60	53	46	40

Dari tabel diatas , kombinasi Sekam50-Tempurung50 terbukti lebih efektif dalam mengeringkan padi karena mampu mempertahankan suhu optimal tanpa pemborosan bahan bakar. Penggunaan 75% tempurung kelapa menghasilkan suhu tinggi yang berisiko menyebabkan pengeringan tidak merata atau bahkan merusak

kualitas padi. Sebaliknya penggunaan 75% sekam padi menghasilkan suhu yang lebih rendah menyebabkan gabah padi kering dalam waktu yang cukup lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 12 Suhu pada gabah dalam waktu 60 menit

Dari grafik diatas menunjukkan kombinasi sekam 25% dan tempurung 75% cenderung menghasilkan suhu pengeringan lebih tinggi, yang bisa mempercepat proses pengeringan ini dikarenakan nilai kalor tempurung lebih tinggi dibandingkan dengan sekam padi. Suhu gabah pada rasio ini berkisar antara 53-55°C Jika suhu terlalu tinggi (karena lebih banyak tempurung), bisa membuat gabah *overdry* atau bahkan pecah, kombinasi sekam 50% dan tempurung 50% membuat pembakaran lebih stabil yaitu mampu mencapai suhu yang ideal pada gabah yaitu 48°C, sedangkan kombinasi sekam 75% dan tempurung 25% Menunjukkan panas yang dihasilkan kurang optimal akibat pembakaran yang cepat namun tidak stabil. Kombinasi sekam 75% dan tempurung 25% nyala api lebih cepat tapi kurang stabil,

sekam padi mudah terbakar dan cepat menyala, tapi apinya cenderung cepat habis dan tidak stabil, dengan hanya 25% tempurung kelapa, kontribusi untuk stabilitas dan lamanya nyala akan lebih kecil. Suhu gabah diperkirakan hanya mencapai 40-43°C Akibatnya mungkin perlu sering menambahkan bahan bakar agar api tetap menyala konsisten, Suhu pengeringan lebih rendah dikarenakan nilai kalor sekam padi lebih rendah daripada tempurung kelapa

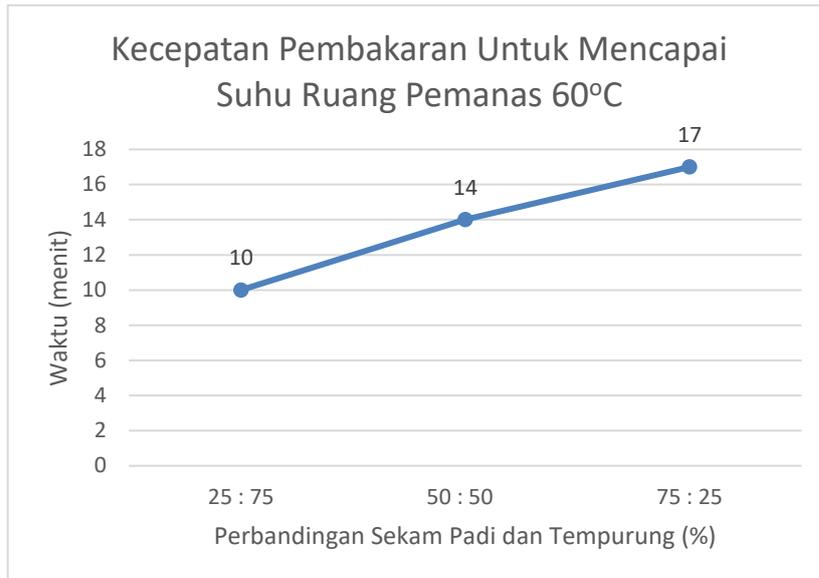
#### 4.3.3 Waktu Pembakaran Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60°C

Berdasarkan hasil percobaan dengan melakukan pembakaran dengan menggunakan beberapa perbandingan kombinasi sekam padi dengan tempurung kelapa sebagai bahan pembakaran dan didapatkan data waktu pembakaran dari beberapa kombinasi tersebut hingga mencapai kenaikan suhu sebesar 60°C, yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Kecepatan Pembakaran Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60 °C

No.	Perbandingan Sekam: Tempurung	Berat Sekam (Kg)	Berat Tempurung (Kg)	Waktu Mencapai 60°C (Menit)
1	25:75	1.0	3.0	10
2	50:50	2.0	2.0	14
3	75:25	3.0	1.0	17

Dari tabel diatas dapat dilihat pembakaran menggunakan sekam padi dan tempurung kelapa mendapatkan kenaikan suhu akibat pembakaran untuk mencapai suhu 60°C membutuhkan waktu yang berbeda. Dimana penggunaan sekam dan tempurung dengan perbandingan 50:50 membutuhkan waktu selama 14 menit untuk mencapai suhu 60°C, kemudian penggunaan sekam dan tempurung dengan perbandingan 25:75 membutuhkan waktu selama 10 menit dan penggunaan sekam dan tempurung dengan perbandingan 75:25 membutuhkan waktu selama 17 menit untuk mencapai suhu 60°C. untuk lebih jelasnya dapat dilihat seperti pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 13 Grafik Pembakaran Untuk Mencapai Suhu Ruang Pemanas 60°C

Dari grafik diatas dapat dilihat penggunaan campuran sekam padi dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar lebih efisien digunakan dengan perbandingan antara sekam padi dan tempurung kelapa sebesar 25 : 75 dimana dapat mencapai suhu 60°C hanya dalam jangka waktu 10 menit. Kemudian dengan perbandingan sekam dengan tempurung 50 : 50 membutuhkan waktu yang sedikit lama untuk mendapatkan suhu hasil pembakaran mencapai 60°C yaitu selama 14 menit. Dan penggunaan sekam dan tempurung dengan perbandingan 75:25 membutuhkan waktu selama 17 menit untuk mencapai suhu 60°C sehingga kurang efisien jika dibandingkan dengan perbandingan yang sebelumnya.

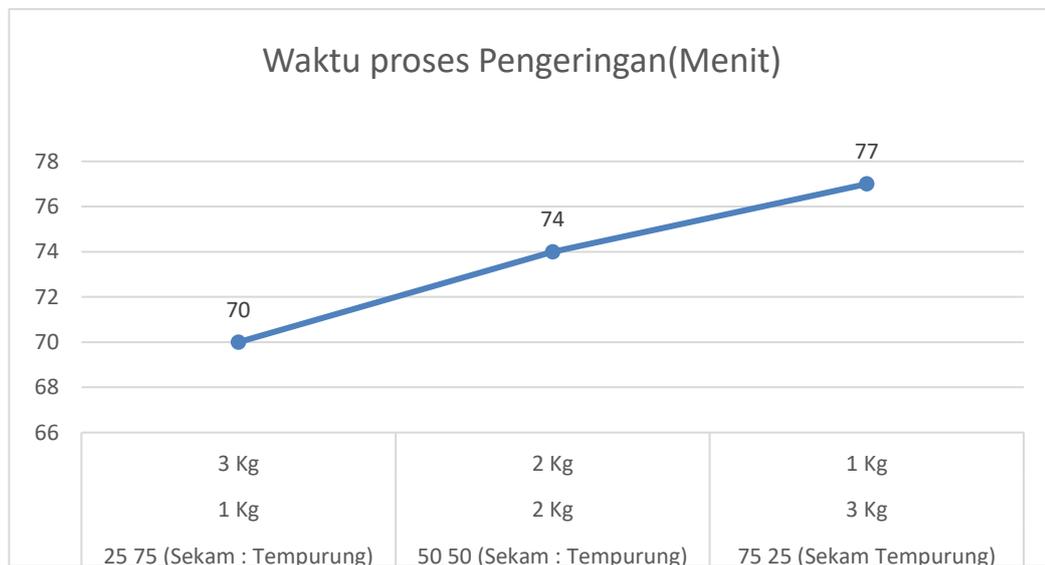
#### 4.3.4 Waktu Pengeringan

Pada proses pengeringan gabah padi yang mengandalkan energi panas dari hasil panas pembakaran sekam padi dan tempurung kelapa membutuhkan waktu yang berbeda disetiap pengujian dengan menggunakan beberapa perbandingan campuran dari bahan bakar yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali pengujian dengan tiga perbandingan campuran bahan bakar yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3 Proses Pengeringan Gabah

No.	Perbandingan Sekam: Tempurung	Berat Sekam (Kg)	Berat Tempurung (Kg)	Waktu Proses Pengeringan (Menit)
1	25:75	1.0	3.0	70
2	50:50	2.0	2.0	74
3	75:25	3.0	1.0	77

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pengeringan dengan penggunaan sekam padi dengan tempurung kelapa dengan perbandingan 50:50 membutuhkan waktu selama 74 menit untuk mengeringkan gabah padi. Kemudian dengan menggunakan perbandingan antara sekam dengan tempurung sebesar 25:75 membutuhkan waktu selama 70 menit untuk mengeringkan gabah, dan membutuhkan waktu selama 77 menit untuk mengeringkan gabah dengan menggunakan bahan bakar sekam padi dan tempurung dengan perbandingan 75:25. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 14 Waktu Proses Pengeringan

Dapat dilihat pada grafik diatas kecepatan pengeringan gabah menggunakan rice drying box lebih cepat dilakukan dengan pemanasan menggunakan pembakaran sekampadi dan tempurung dengan perbandingan 25:75, dimana hanya

membutuhkan waktu 70 menit dimulai dari awal pembakaran hingga gabah padi kering.

Kemudian membutuhkan waktu 74 menit untuk melakukan pengeringan gabah dengan perbandingan pembakaran sekam padi dan tempurung sebayak 50:50, dan jika menggunakan bahan pembakaran sekam padi dan tempurung dengan perbandingan 75:25 membutuhkan waktu 77 menit untuk mengeringkan gabah selama proses pengeringan.

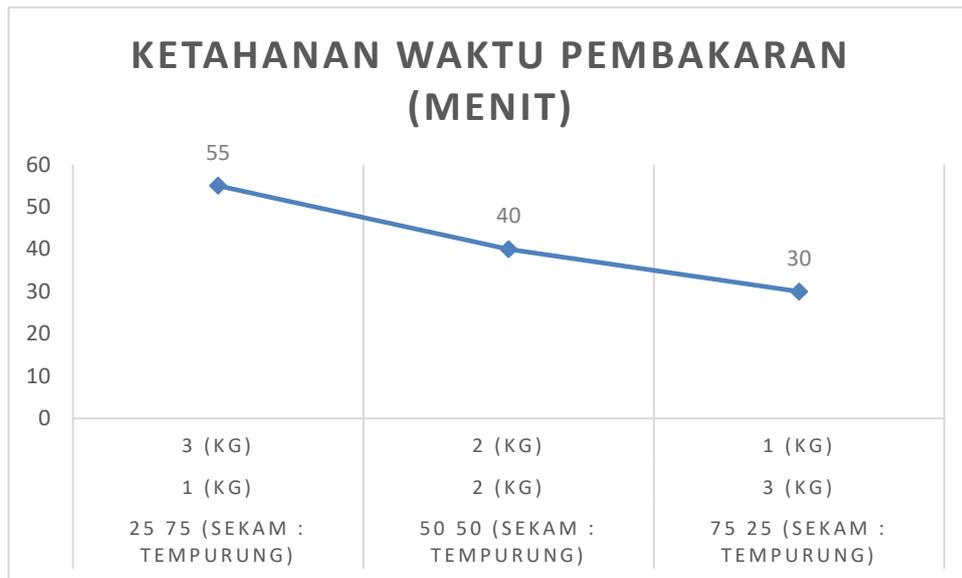
#### 4.3.5 Ketahanan Panas Bahan Bakar.

Ketahanan panas suatu bahan bakar sangat berpengaruh pada proses pengeringan, yang dimana semakin lama bahan bertahan pada proses pembakaran maka semakin lama juga kenaikan suhu yang terjadi hingga terjadinya penurunan. Pada penelitian ini didapatkan ketahanan panas pada penggunaan campuran sekam padi dan tempurung kelapa sebagai bahan pembakaran yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Ketahanan Waktu Pembakaran

No.	Perbandingan Sekam: Tempurung	Berat Sekam (Kg)	Berat Tempurung (Kg)	Ketahanan waktu Pembakaran (Menit)
1	25:75	1.0	3.0	55
2	50:50	2.0	2.0	40
3	75:25	3.0	1.0	30

Dapat dilihat pada tabel diatas dengan perbandingan sekam dengan tempurung 50:50 pembakaran bertahan selama 40 menit, kemudian pembakaran bertahan selama 55 menit pada pembakaran sekam dan tempurung dengan perbandingan 25:75, dan pada perbandingan 75:25 antara sekam padi dengan tempurung pembakaran yang dihasilkan dapat bertahan selama 30 menit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 15 Ketahanan Waktu Pembakaran

Dapat dilihat pada grafik diatas penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa dengan perbandingan 25:75 lebih efektif karena dapat mempertahankan panas hasil pembakaran selama 55 menit. Kemudian berbeda sedikit dengan penggunaan sekam padi dan tempurung yang memiliki perbandingan 50:50 dapat mempertahankan panas hasil pembakaran selama 40 menit. Sedangkan dengan perbandingan 75:25 antara sekam dan tempurung menghasilkan ketahanan panas yang rendah, dimana hanya dapat bertahan selama 30 menit.

Tabel 4. 5 Perbandingan Bahan Bakar

Perbandingan Sekam:Tempurung	Suhu Ruang Pemanas 60°C	Ketahanan Panas Bahan Bakar	Waktu Proses Pengerinan Gabah	Suhu Gabah Pada 60 Menit
25 : 75	10	55	70	55
<b>50 : 50</b>	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>74</b>	<b>48</b>
75 : 25	17	30	77	42

Dari ketiga perbandingan bahan bakar (sekam padi : tempurung kelapa) yang diuji, perbandingan 50 : 50 merupakan pilihan paling tepat. Hal ini karena mampu menghasilkan suhu pada gabah sebesar 48°C setelah 60 menit, yang berada

dalam rentang suhu ideal pengeringan gabah (45–50°C). Selain itu, perbandingan ini juga memberikan waktu pengeringan yang cukup efisien (74 menit) dimulai dari suhu ruang pemanas mencapai 60°C dalam waktu 14 menit. Dengan ketahanan panas bahan bakar yang masih baik yaitu 40 menit. Oleh karena itu, perbandingan 50:50 direkomendasikan untuk menghasilkan pengeringan gabah yang optimal. Namun jika dilihat dari waktu ke ruang pemanas mencapai 60°C, ketahanan panas bahan bakar, dan waktu proses pengeringan gabah, perbandingan 25:75 yang dapat menghasilkan panas yang cepat pada box pengering. Akan tetapi pada perbandingan tidak direkomendasikan dikarenakan suhu padi mencapai 55°C hal ini dapat menyebabkan gabah padi *overdry*

#### 4.3.6 Perhitungan perpindahan panas pada box pengering padi

1. Menghitung perpindahan panas dari ruang pemanas ke gabah dengan natural convection (konveksi alami)

- Data Yang Diketahui

- Suhu Ruang Pemanas = 60°C
- Suhu Awal Gabah = 32°C
- Suhu Akhir Gabah = 48°C
- Massa Gabah = 80 Kg
- Massa Jenis Gabah = 1,21 Kg/l
- Volume Gabah =  $80/1,21 = 66,11$  l
- Panas Jenis Gabah =  $C_p = 1,3 \text{ kJ/Kg.K} = 1300 \text{ J/Kg.K}$
- Dimensi Bak Penampung Gabah
  - Panjang = 240 cm = 2,4 m
  - Lebar = 120 cm = 1,2 m
  - Tinggi = 50 cm = 0,5 m
  - Tinggi Ruang Pemanas = 60 cm = 0,6 m
  - Tinggi Wadah penampung Gabah = 40 cm = 0,4 m

- Energi yang dibutuhkan untuk memanaskan gabah

Menggunakan rumus energi panas :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Dengan :

$$\Delta T = T_{akhir\ gabah} - T_{awal\ gabah}$$

$$\Delta T = 48 - 32 = 16$$

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 80 \cdot 1300 \cdot 16$$

$$Q = 1664000 \text{ J}$$

$$Q = 1664 \text{ mJ}$$

Jadi, dibutuhkan 1664 mJ energi untuk memanaskan gabah dari 32°C ke 48°C

- Perpindahan panas konveksi dari ruang pemanas ke gabah

Menggunakan rumus perpindahan panas konveksi :

$$Q_{konveksi} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Koefisien perpindahan panas konveksi alami =  $h = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Luas permukaan perpindahan panas :

$$A = p \times l$$

$$A = 2,4 \times 1,2 = 2,88 \text{ m}^2$$

Selisih suhu antara udara ruang pemanas dan gabah

$$\Delta T = T_{pemanas} - T_{gabah}$$

$$\Delta T = 60 - 48 = 12^\circ\text{C}$$

Maka :

$$Q_{konveksi} = 10 \times 2,88 \times 12 = 345,6 \text{ W}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan gabah

$$t = \frac{Q}{Q_{konveksi}}$$

$$t = \frac{1664000}{345,6} = 4814 \text{ detik}$$

$$\frac{4814}{60} = 80 \text{ menit}$$

Jadi, dibutukan sekitar 80 menit atau 1 jam 20 menit agar suhu gabah naik dari 32°C ke 48°C dengan konveksi alami tanpa blower

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pembahasan diatas maka didapat beberapa Kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pengeringan dilakukan dengan gabah padi sebanyak 80 Kg
2. Dari hasil pengujian tiga perbandingan bahan bakar sekam padi dan tempurung kelapa, perbandingan 50:50 merupakan pilihan paling optimal untuk pengeringan gabah. Kombinasi ini mampu menghasilkan suhu gabah sebesar 48°C dalam 60 menit, berada dalam rentang ideal pengeringan (45–50°C), dengan waktu pemanasan yang efisien (14 menit untuk mencapai 60°C) dan ketahanan panas bahan bakar selama 40 menit. Meskipun perbandingan 25:75 memberikan pemanasan lebih cepat, namun tidak direkomendasikan karena suhu gabah mencapai 55°C, yang berisiko menyebabkan overdry. Oleh karena itu, perbandingan 50:50 direkomendasikan untuk menghasilkan proses pengeringan gabah yang efisien dan aman.
3. Energi untuk memanaskan gabah dari 32°C ke 48°C membutuhkan energi sebesar 1664 mJ, sekitar 80 menit atau 1 jam 20 menit agar suhu gabah naik dari 32°C ke 48°C dengan konveksi alami tanpa blower

#### **5.2 Saran**

1. Penggunaan limbah sekam padi lebih diperhatikan untuk mencegah penurunan suhu pada proses pengeringan padi
2. Pada saat melakukan pengeringan menggunakan alat pelindung seperti sarung tangan dan masker untuk mencegah terjadinya cedera fisik yang mungkin terjadi dikarenakan suhu panas dan agar tidak terhirup limbah asap hasil pembakaran

3. Jika ingin mempercepat waktu pengeringan, perlu meningkatkan laju perpindahan panas dengan menggunakan blower untuk meningkatkan koefisien perpindahan panas(h), dan meningkatkan suhu ruang pemanas
4. Gunakan exhaust fan yang lebih besar jika ingin menghasilkan suhu ruang pemanas yang optimal
5. Turunkan suhu sekitar 50-55°C untuk mengurangi resiko terjadinya *overdry* pada gabah padi

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfi, A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2023). Optimasi Pembuatan Briket Bioarang Dari Bahan Cangkang Kemiri Dan Sekam Padi Terhadap Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 5(2).
- Andanil, R. R. Analisa Pengujian Alat Pengering Padi Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi. *ABSTRACT OF UNDERGRADUATE RESEARCH, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, BUNG HATTA UNIVERSITY*, 6(2).
- Ariyanto, N. A., & Usman, M. K. (2019). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Mesin Pengering Padi Mandiri. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 8(1), 19-22.
- Asrianto, A., Jamaluddin, J., & Kadirman, K. (2018). Modifikasi mesin pengering biji-bijian dengan bahan bakar tempurung kelapa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, S222-S231.
- Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 30.
- Budi, E. (2011). Tinjauan proses pembentukan dan penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan bakar. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(4).
- Catrawedarma, I. G. N. B., Erwanto, Z., WPJW, D. S., & Afandi, A. (2017). Teknologi Pengering Padi Untuk Ketahanan Pangan Di Desa Wringin Putih, Banyuwangi. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2).
- Dermawan, D., Susanto, T. A., Amrullah, A., Annas, A., Fitra, A., & Aulia, N. (2021, December). PERANCANGAN MESIN PENERING GABAH BERBAHAN BAKAR ALTERNATIF. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 6, pp. 92-96).
- Dwiatmazi, P. S. (2011). *Analisa Alat Pengering Biji Cokelat Dengan Bahan Bakar Sekam Padi* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

- Elsanto, E., Taufiqurrahman, M., & Lubis, G. S. Analisa Prototype Pengereng Gabah Type Batch Dryer Berbahan Bakar Biomassa Terhadap Laju Pengerangan. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 5(1), 36-43.
- Fadila, N. D., Rahmawati, W., Suharyatun, S., & Haryanto, A. (2023). Kinerja Industri Kecil Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 287-297.
- Gultom, A. (2023). *Pembuatan Alat Pengereng Padi Menggunakan Gas Lpg Kapasitas 500 Kg/Jam* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Harlina, A. C., & Ropiudin, A. M. R. (2021). PENGARUH KADAR PEREKAT MOLASE DAN LAMA PENERANGAN TERHADAP KUALITAS BIOBRIKET DARI TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM PADI. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 2(2), 19-27.
- Indriati, S., & Rosalin, R. (2022). PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN ARANG SEKAM PADI. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 7, No. 1, pp. 138-143).
- Irawan, B., Yusuf, M. A., & Parjono, P. (2023). Analisis Laju Pengerangan Gabah pada Mesin Pengereng Gabah Tipe Flat Bed Dryer di Kampung Salor Indah Distrik Kurik Kabupaten Merauke. *Musamus AE Featuring Journal*, 5(2), 40-45.
- Izaldi, D., Lubis, G. S., & Ivanto, M. Rancang Bangun Mesin Pengereng Gabah Padi Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Panas Yang Dihasilkan. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 4(2), 111-116.
- Jiwatami, A. M. A. (2022). Aplikasi termokopel untuk pengukuran suhu autoklaf. *Lontar Physics Today*, 1(1), 38-44.
- Jurnal, R. T. (2017). Potensi pemanfaatan biomassa sekam padi untuk pembangkit listrik melalui teknologi gasifikasi. *Energi dan Kelistrikan*, 9(2), 126-135.
- Klass, S. H., Smith, M. J., Fiala, T. A., Lee, J. P., Omole, A. O., Han, B. G., ... & Francis, M. B. (2019). Self-assembling micelles based on an intrinsically

- disordered protein domain. *Journal of the American Chemical Society*, 141(10), 4291-4299.
- Navindran, A., Alagari, L., & Lias, J. (2021). IoT Based Smart Exhaust Fan. *Evolution in Electrical and Electronic Engineering*, 2(2), 47-56.
- Nuridin, D., & Solehudin, A. (2023). Perancangan Mesin Pengering Padi dengan Sistem Rotary. *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, 4(2), 85-91.
- Pakaya, A. R. (2021). Konstruksi tungku pengering gabah alternatif berbahan bakar biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 6(1), 19-24.
- Panggabean, T., Triana, A. N., & Hayati, A. (2017). Kinerja pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe rak dengan energi surya, biomassa, dan kombinasi. *Agritech*, 37(2), 229-235.
- Patiwiri, A. W. (2006). Kemitraan Dalam Upaya Peningkatan Kuantitas dan Kualitas Produksi Padi.
- Pribadi, L. (2022). *ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET SERABUT KELAPA DAN ARANG SEKAM PADI* (Doctoral dissertation, ITN MALANG).
- Rahayoe, S. (2017). Teknik pengeringan. *Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian*.
- Rezeky Meylani Nainggolan, S., & Lanya, B. (2013). UJI KINERJA ALAT PENGERING TIPE BATCH SKALA LAB UNTUK PENGERINGAN GABAH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI [PERFORMANCE TEST OF LAB SCALE BATCH FOR ROUGH RICE DRYING USING HUSK OF RICE FUEL]. In *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* (Vol. 2, Issue 3), 161-172
- Risda, S. R. (2022). *Cost-Benefit Analysis Produksi Pelet Sekam Padi untuk Bahan Bakar Mesin Pengering Hasil Pertanian di Madiun* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Saputro, R. D., Girawan, B. A., & Pribadi, J. S. (2021). Rancang Bangun Rangka dan Pipa Pemanas Pada Mesin Pengering Padi. *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 1(1), 28-32.

- Sari, R. J., Mansyur, S., Malik, M., & Sukandaru, F. B. (2023). Peningkatan Nilai Tambah Serbuk Kayu Menjadi Briket Cetak pada Warga Desa Sambireme Kecamatan Kalijambe Kabupaten Sragen. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat ISSN*, 8(1), 178-186.
- Sari, R. J., Mansyur, S., Malik, M., & Sukandaru, F. B. (2023). Peningkatan Nilai Tambah Serbuk Kayu Menjadi Briket Cetak pada Warga Desa Sambireme Kecamatan Kalijambe Kabupaten Sragen. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(1), 178-186.
- Sari, R. J., Mansyur, S., Nugroho, A. P., & Sukandaru, F. B. (2024). Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Dalam Peningkatan Ekonomi Masyarakat Desa Kemudo Kecamatan Prambanan. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 857-865.
- SEPTYANTO, W. (2021). *Analisa Energi dan Efisiensi Mesin Pengering Gabah Tipe Sliding Tray Kapasitas 15 Kg* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Siregar, A. M., Nasution, A. R., Siregar, C. A. P., & Iqbal Tanjung, S. T. (2022). *Buku Ajar Rancangan Mesin Dasar Kode MK TTMA-430203*. umsu press.
- Siringoringo, J. (2023). Analisis Nilai Ekonomi Alat Pengering Padi Menggunakan Gas Lpg Kapasitas 500 Kg/Jam.
- Suhelmi, M. F., Anjani, R. D., & Fauji, N. (2022). Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat Bed Dryer di CV. XYZ. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 15-20.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Zufri, M. S. (2024). Design And Implementation Of Temperature Measuring Device Using Max6675 And Thermocouple On Wet Cooling Tower. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 7(2).
- Umurani, K., Siregar, A. M., Nasution, A. R., & Pratama, R. F. (2023). Perpindahan Panas dan Penurunan Tekanan Pada Plat Rata Dengan Media Berpori (Porous). *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 89-98.

- Yoshida, R., Imanishi, J., Oku, T., Kishida, T., & Hayaishi, O. (1981). Induction of pulmonary indoleamine 2, 3-dioxygenase by interferon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 78(1), 129-132.
- Yunus, S., Anshar, M., Pratiwi, Y. C., & Ariani, F. (2019). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Sistem Rotary Dryer Dengan Bahan Bakar Sekam Padi. *SCIENTIA PROSIDING*, 1(1), 1-6.

LAMPIRAN













**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Ela menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan lenggahnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 414/IL.3AU/UMSU-07/F/2024**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 07 Maret 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : BAYU ARI KRISNA  
Npm : 2007230084  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : VIII (DELAPAN)  
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENGARUH KOMBINASI SEKAM PADI DAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS PANAS PENERING GABAH PADI MENGGUNAKAN RICE DRYING BOX

Pembimbing : ARYA RUDI NASUTION, ST, MT

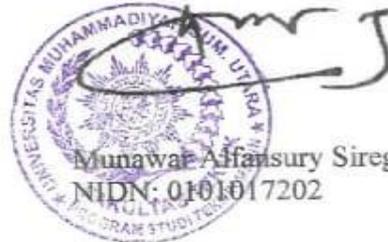
Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 26 Sya'ban 1445 H  
07 Maret 2024 M

Dekan



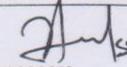
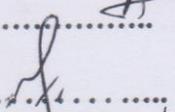
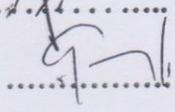
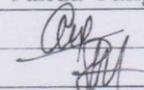
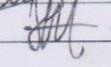
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

**Peserta seminar**

Nama : Bayu Ari Krisna

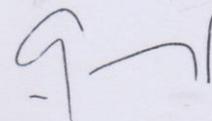
NPM : 2007230084

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kombinasi Bahan Bakar Alternatif Sekam Padi .  
Dan Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Panas Pada Rice  
Drying Box

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Arya Rudi Nst ST.MT	:	..... 
Pembanding – I	H. Muharnif ST.M.Sc	:	..... 
Pembanding – II	: Chandra A Siregar ST.MT	:	..... 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230007	Arya Amanda P	
2	2007230107	Mhd Khairi Sibhan.	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 20 Syawal 446 H  
19 April 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Bayu Ari Krisna  
NPM : 2007230084  
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Bahan Pada Kekuatan Las Spot Welding

Dosen Pembanding – I : H.Muharnif ST.M.Sc  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT  
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi NST ST.MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

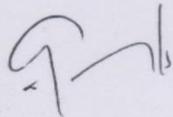
Lihat catatan di buku skripsi .....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 20 Syawaln 1446 H  
19 April 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- 1



H. Muharnif ST.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Bayu Ari Krisna  
NPM : 2007230084  
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Bahan Pada Kekuatan Las Spot Welding

Dosen Pembanding – I : H.Muharnif ST.M.Sc  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT  
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi NST ST.MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

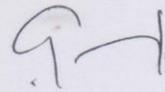
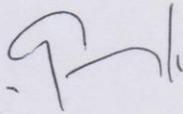
*lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 20 Syawaln 1446 H  
19 April 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- 11



Chandra A Siregar, ST, MT

Chandra A Siregar ST.MT

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : PENGARUH KOMBINASI SEKAM PADI DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUALITAS PANAS PADA *RICE DRYING BOX*

Nama : BAYU ARI KRISNA

NPM : 2007230084

Dosen Pembimbing : Arya Rudi Nasution, S.T., MT

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	3/3 - 2025	- Perbaiki Bab I & II, III	h
2.	7/3 - 2025	- Penambahan teori pada Bab II dan perbaikan pada Penulisan	h
3.	10/3 - 2025	- Perbaiki daftar Isi - Perbaiki Cover - Revisi Daftar pustaka	h
4.	12/3 - 2025	- Penambahan literatur * Referensi pada Bab II - Penambahan perhitungan pada bab II	h
5.	jumlah 14/3 - 2025	- Acc Sembar	h
6.	11/6 - 2025	- Perbaikan format penulisan	h
7.	25/6 - 2025	- Perbaikan Perhitungan pada Bab IV	h
8.	26/6 - 2025	- Ace fidang	h

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Bayu Ari Krisna  
NPM : 2007230084  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 24 Oktober 2002  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Status Perkawinan : Belum Kawin  
Alamat : Jalan Kapten Rahmad Budin Ling.  
08 Rengas Pulau Kec. Medan  
Marelan  
Nomor HP : 0822-6812-3983  
E-Mail : [bayuari6678@gmail.com](mailto:bayuari6678@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
Ayah : Suparno  
Ibu : Royani

### PENDIDIKAN FORMAL

1. SD NEGERI 064009 MEDAN : Tahun 2008-2014
2. SMP NEGERI 20 MEDAN : Tahun 2014-2017
3. SMA NEGERI 16 MEDAN : Tahun 2017-2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara : Tahun 2020-2025