

# PENGARUH DIAMETER PIPA DAN LUBANG BAKAR PADA TUNGKU PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA DENGAN METODE PIROLISIS

Willy Alexander<sup>1)</sup>\*, Dicky Seprianto<sup>2)</sup>, Eka Satria Martomi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

\*email Korespondensi: [will1alexander96@gmail.com](mailto:will1alexander96@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Received:  
12/01/2022

Accepted:  
29/06/2022

Online-Published:  
18/07/2022

## ABSTRAK

Arang tempurung kelapa adalah hasil olahan pembakaran tidak sempurna dari tempurung kelapa yang memicu senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Peristiwa itu adalah pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter diameter pipa dan diameter lubang bakar terhadap kadar air dan kadar abu arang tempurung kelapa yang spesimen uji dibuat menggunakan tungku pembakaran metode pirolisis. Data hasil tes dianalisis menggunakan ANOVA dengan 2 FI *full factorial design*, menggunakan 2 faktor dan 2 *response* dimodelkan oleh perangkat lunak *Design-Expert (Trial)*. Hasil analisis yang didapat pada penelitian ini adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar air dan kadar abu spesimen uji adalah faktor diameter pipa. Kontribusi pengaruh diameter pipa terhadap kadar air yaitu 47% dan kontribusi pengaruh diameter pipa terhadap kadar abu 56%.

**Kata Kunci** : Arang Tempurung Kelapa, Kadar Air Dan Kadar Abu; Pirolisis; ANOVA; Faktorial tipe 2; Tungku Pembakaran

## ABSTRACT

Coconut shell charcoal is a product obtained from imperfect combustion of coconut shells causing complex carbon compounds not to oxidize into carbon dioxide. This event is pyrolysis. This study aims to determine the influence of pipe diameter parameters and burn hole diameter on water content and ash content of coconut shell charcoal which test specimens are made using pyrolysis method combustion furnace. The test result data was analyzed using ANOVA with 2 FI *full factorial design*, using 2 factors and 2 *responses* modeled by *Design-Expert (Trial)* software. The results of the analysis revealed that the main factor that most influenced the moisture content and ash content of the test specimen was the pipe diameter factor. The contribution of the influence of pipe diameter on water content is 47% and the contribution of pipe diameter influence to ash content of 56%.

© 2022 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:  
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6857577>

**Keywords** : Coconut Shell Charcoal; Moisture Content And Ash Content; Pyrolysis; ANOVA; Factorial type 2; Furnaces

## 1. PENDAHULUAN

Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain, tetapi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan. Energi dibagi menjadi dua, yaitu energi yang dapat diperbarui dan energi yang tidak dapat diperbarui. Biomassa adalah bahan organik sisa proses atau sisa buangan sampingan. Limbah buangan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif (Soolany, C. 2018). Biomassa salah satu energi terbarukan yang perlu dikembangkan secara maksimal sebagai langkah menanggulangi berkurangnya pasokan energi fosil. Biomassa terdiri dari dua golongan yaitu kayu dan non kayu. Arang bisa dijadikan sebagai alternatif bahan bakar.

Arang tempurung kelapa adalah hasil olahan pembakaran tidak sempurna dari tempurung kelapa. Pada saat pembakaran, arang lebih menguntungkan sebagai bahan bakar dibanding kayu. Arang mengeluarkan kalor yang lebih tinggi, bara lebih lama dan asap yang sedikit. Karbon dioksida akan dihasilkan saat senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi pada pembakaran tidak sempurna tempurung kelapa. Molekul karbon kompleks akan terurai membentuk karbon atau arang dikarenakan oksidasi yang disebabkan energi panas/kalor, peristiwa ini disebut dengan pirolisis.

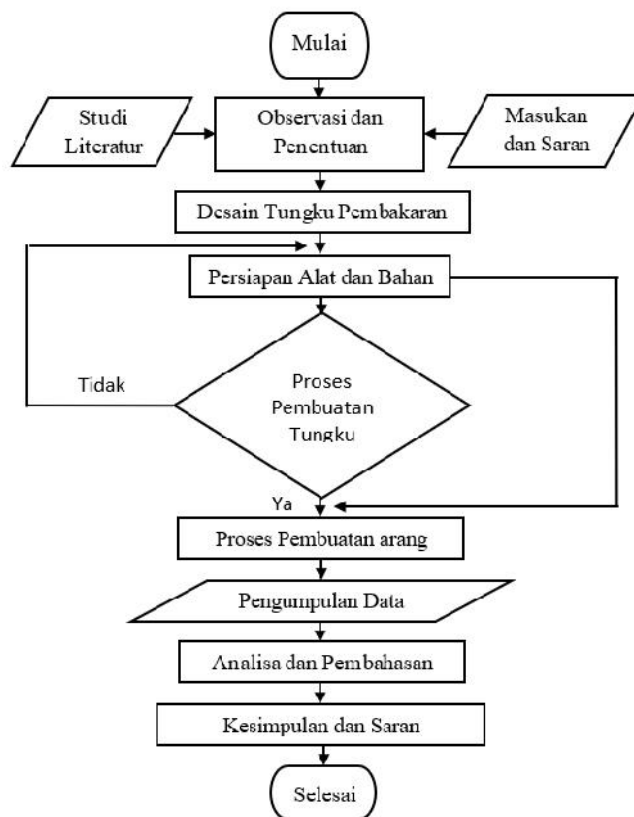
Pada saat kegiatan kerjasama dosen dan mahasiswa program kerja pengabdian kepada masyarakat di kelompok usaha masyarakat desa Bunga Karang, kecamatan Tanjung Lago, kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan, yang pada saat itu mensosialisasikan alat penyulingan asap cair yang merupakan hasil dari pembakaran tempurung kelapa dari petani arang atau kelompok usaha masyarakat. Dari kegiatan tersebut, banyak petani yang meminta solusi bagaimana arang yang mereka hasilkan berkualitas baik, kuantitas yang lebih banyak dan waktu produksi lebih singkat.

Menurut (Nurmala Huda dan Hartoyo, 1990), Kiln Drum dapat didesain dan dibuat dengan mudah dengan hanya menggunakan peralatan-peralatan sederhana. Dengan material yang mudah didapat dan menggunakan peralatan yang sederhana serta biaya pembuatannya terjangkau untuk petani arang tempurung kelapa, kiln drum adalah pilihan yang tepat untuk produksi arang tempurung kelapa bagi para petani arang.

Hasil penelitian yang dilakukan (Mochammad Mardijanto, 2018) Tungku yang berbasis *green ergonomic* dengan kombinasi *retord kiln*, *eartmound kiln* dan *drum kiln* berkarakteristik mudah, murah, nyaman, aman, efisien, terkontrol, dan yang pasti ramah lingkungan.

## 2. BAHAN DAN METODA

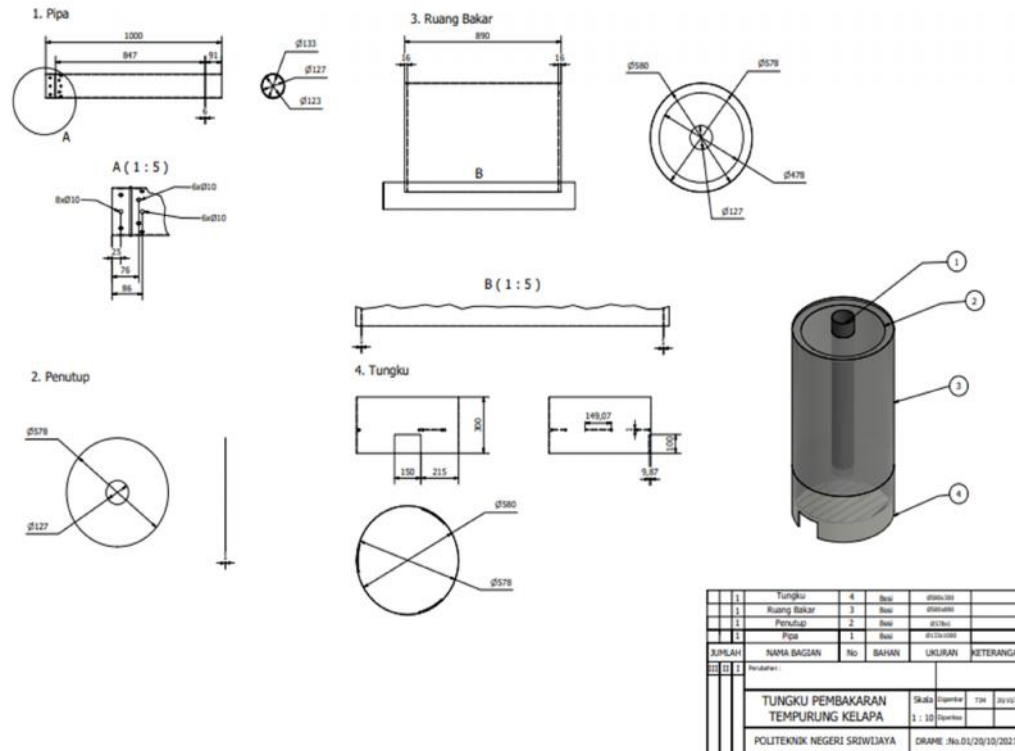
Adapun alur penelitian disajikan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.1 Desain Tungku Pembakaran

Tungku pembakaran didesain menggunakan *software* inventor berupa gambar 2D dan 3D.



Gambar 2. Desain 2D dan 3D Tungku

## 2.2 Alat

Alat yang digunakan untuk penunjang dalam penelitian ini adalah:

- 1) Laptop Acer Ryzen 5
- 2) Autodesk Inventor Professional (Education)
- 3) Microsoft Word 2016
- 4) *Design – Expert*
- 5) Tungku Pembakaran
- 6) Thermocouple Type K
- 7) Set Alat Las
- 8) Gerinda Tangan
- 9) Bor Tangan (Mata Bor Ø 10 dan Ø 15)
- 10) Meteran
- 11) Stopwatch
- 12) Alat Tulis
- 13) Kikir Jari

## 2.3 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Drum Bekas
- 2) Pipa Besi Ø 5" (127 mm) dan Ø 3" (76,2 mm)
- 3) Besi Behel Ø 0,6 mm
- 4) Tempurung Kelapa
- 5) Sabut Kelapa
- 6) Kayu

## 2.4 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan penelitian adalah diameter pipa dan diameter lubang pembakaran. Diameter yang digunakan pipa  $\varnothing$  5" atau 127 mm dan  $\varnothing$  3" atau 76,2 mm, dan diameter lubang pembakaran  $\varnothing$  12 mm dan  $\varnothing$  10 mm.

**Tabel 1.** Matriks Parameter

No		10 mm (X)	12 mm (Y)
1	127 mm (A)	AX	AY
2	76,2 mm (B)	BX	BY

## 2.5 Data Produksi Petani dan Tungku Pembakaran Metode Pirolisis

Berikut data-data produksi awal/produksi petani arang dan produksi tungku pembakaran metode pirolisis.

**Tabel 2.** Komparasi Karakteristik Arang

No	Data Yang Diambil	Petani	Pirolisis
1	Bahan bakar	karung	kayu
3	Waktu produksi	$\pm$ 14 jam	$\pm$ 5 jam
4	Sistem mematikan api	Disiram air	Kedap udara
5	Rendeman/arang yang dihasilkan	20 %	27 %
6	Kadar air	> 15%	< 5%
7	Kadar abu	< 10%	< 5 %

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian

Metode pengolahan data menggunakan metode ANOVA. Metode ini dimaksudkan untuk menguji hipotesis perbandingan yang lebih dari dua kelompok.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian

No	Kombinasi <i>Matrix</i>	Kadar Air %	Kadar Abu %
1	AX	5.42	4.81
2	AY	4.97	1.25
3	BX	5.44	10.68
4	BY	6.79	7.29
5	AX	5.25	2.35
6	AY	3.36	2.5
7	BX	7.47	7.52
8	BY	5.68	5.1
9	AX	5.17	7.86
10	AY	2.75	2.47
11	BX	6.15	8.91
12	BY	5.56	8.69

Data hasil pengujian dikelompokkan berdasarkan pembakaran menggunakan tungku yang berdasarkan diameter pipa dan lubang bakar.

**Tabel 4.** Data Hasil Pengujian

Type Tungku	Pengulangan	Kadar Air %	Kadar Abu %
Tungku AX (pipa Ø127 mm dan lubang bakar Ø10 mm)	1	5.42	4.81
	2	5.25	2.35
	3	5.17	7.86
	Rata-Rata	5.28	5.006666667
Tungku AY (pipa Ø127 mm dan lubang bakar Ø12 mm)	1	4.97	1.25
	2	3.36	2.5
	3	2.75	2.47
	Rata-Rata	3.693333	2.073333
Tungku BX (pipa Ø76,2 mm dan lubang bakar Ø10 mm)	1	5.44	10.68
	2	7.47	7.52
	3	6.15	8.91
	Rata-Rata	6.353333333	9.036667
Tungku BY (pipa Ø76,2 mm dan lubang bakar Ø12 mm)	1	6.79	7.29
	2	5.68	5.1
	3	5.56	8.69
	Rata-Rata	6.01	7.026667

### 3.2 Analisa pengaruh variabel terhadap kadar air

**Tabel 5.** Hasil ANOVA Dari Spesimen Pengujian Kadar Air

<b>ANOVA for selected factorial model</b>						
<b>Analysis of variance table [Partial sum of squares – Type II]</b>						
Source	Sum of	df	Mean	F	p-value	
	Squares		Square	Value	Prob > F	
<b>Model</b>	0,000	0				
<b>Residual</b>	18,28	11	1,66			
<b>Lack of fit</b>	12,57	3	4,19	5,88	0,0202	Significant
<b>Pure Error</b>	5,71	8	0,71			
<b>Cor Total</b>	18,28	11				

Dilihat dari hasil perhitungan menggunakan *software design expert* seperti pada Tabel 5, terbukti bahwa nilai  $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ , sehingga  $H_0$  diterima. Berarti terdapat pengaruh dari faktor pipa dan lubang bakar terhadap kadar air spesimen uji. Kontribusi masing-masing faktor dengan nilai persentase, sebagai berikut:

**Tabel 6.** % Kontribusi Faktor

\Term	Stdused Effect	Sum of Squares	%Contribution
Intercept			
A-PIPA	-1,70	8,62	47,16
B-LUBANG BAKAR	-0,97	2,79	15,28
AB	-0,62	1,16	6,34
Lack of Fit		0,000	0,000

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pipa} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 47 \% \\ \text{Faktor lubang bakar} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 15 \% \\ \text{Faktor Interaksi} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 6 \% \end{aligned}$$

Perhitungan persentase kontribusi dari masing-masing faktor didapat faktor yang paling berpengaruh yaitu pada pipa sebesar 47 %, sedangkan faktor lubang bakar sebesar 15 % dan faktor interaksi sebesar 6 %.

### 3.3 Analisa pengaruh variabel terhadap kadar abu

Analisa pengaruh variabel terhadap ukuran dimensi diameter, proses menganalisis pengaruh variabel terhadap ukuran dimensi tebal dilakukan dengan metode yang sama yaitu metode analisis varians (ANOVA). Hasil ANOVA disajikan pada Tabel 7, berikut:

**Tabel 7.** Hasil ANOVA Dari Spesimen Pengujian Kadar Abu

ANOVA for selected factorial model						
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type II]						
Source	Sum of	df	Mean	F	p-value	
	Squares		Square	Value	Prob > F	
<b>Model</b>	0,000	0				
<b>Residual</b>	107,31	11	9,76			
<b>Lack of fit</b>	79,49	3	26,50	7,62	0,0099	significant
<b>Pure Error</b>	27,82	8	3,48			
<b>Cor Total</b>	107,31	11				

Dilihat dari hasil perhitungan menggunakan *software design expert* seperti pada Tabel 7, terbukti bahwa nilai  $F_{Hitung} > F_{Tabel}$ , sehingga  $H_0$  diterima. Berarti terdapat pengaruh dari faktor pipa dan lubang bakar terhadap kadar abu spesimen uji. Sementara itu, nilai  $F_{Hitung}$  terbesar dimiliki oleh parameter pipa, ini menandakan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi kadar abu spesimen uji adalah pipa. Kontribusi masing-masing faktor dengan nilai persentase, sebagai berikut:

**Tabel 8.** % Kontribusi Faktor

Term	Stdused Effect	Sum of Squares	%Contribution
Intercept			
A-PIPA	-4,49	60,53	56,40
B-LUBANG BAKAR	-2,47	18,33	17,08
AB	-0,46	0,64	0,60
Lack of Fit		0,000	0,000

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pipa} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 56 \% \\ \text{Faktor Lubang Bakar} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 17 \% \\ \text{Faktor Interaksi} &= \frac{(SS-SS_e)}{SS_T} = 0,6 \% \end{aligned}$$

Persentase kontribusi dari masing-masing faktor yang paling berpengaruh terdapat pada pipa sebesar 56 %, sedangkan faktor lubang bakar sebesar 17 % dan faktor interaksi faktor sebesar 0,6 %.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. Hipotesa awal  $H_0$  terbukti, bahwa terdapat pengaruh faktor pipa dan lubang bakar terhadap kadar air dan kadar abu spesimen uji.
2. Nilai persentase kontribusi dari masing-masing faktor untuk kadar air, yaitu faktor pipa 47 %, faktor lubang bakar 15 %, dan interaksi kedua faktor 6 %. Faktor yang terbesar yang mempengaruhi kadar air spesimen uji adalah faktor pipa.
3. Nilai persentase kontribusi dari masing-masing faktor untuk kadar abu, yaitu faktor pipa 56 %, faktor lubang bakar 17 %, dan interaksi kedua faktor 0,6 %. Faktor yang terbesar yang mempengaruhi kadar abu spesimen uji adalah faktor pipa.
4. Tungku yang menghasilkan kualitas arang yang baik adalah tungku pembakaran metode pirolisis yang menggunakan pipa  $\varnothing$  127 mm dan lubang bakar  $\varnothing$  12 mm dengan persentase rata-rata kadar air 3,69 % dan persentase rata-rata kadar abu 2,07 %.
5. Pembahasan yang didapat dan diolah menggunakan *software design-expert* menunjukkan bahwa hasil yang *significant* terhadap kadar air dan kadar abu arang tempurung kelapa. Ini membuktikan bahwa ada pengaruh dari diameter pipa dan lubang bakar terhadap respon yang digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, R.2011. "Sosialisasi Teknik Pembuatan Arang Tempurung Kelapa Dengan Pembakaran Sistem Suplai Udara Terkendali". *Buletin Teknik Pertanian Vol. 16, No.2*. <http://203.190.37.42/publikasi/bt16211j.pdf>
- Hudaya, N., Hartoyo.1990. "Pembuatan Arang Rendeman Tinggi Dari Tempurung Kelapa Dengan Kiln Drum". *Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 7, NO.4*. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPHH/article/view/3462/2998>
- Mardijanto, M.2018. "Perancangan Berbasis Green Ergonomic : Tungku Pembuat Arang Ramah Lingkungan". <https://edoc.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/6344/PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soolany, C. Fadly.2020. "Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Tungku Drum Kiln Pada Proses Produksi Arang Kulit Durian Sebagai Alternatif Bahan Bakar". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.6*. <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/article/view/3259/1972>
- Soolany, C. 2018. "Kajian Penggunaan Drum Kiln Pada Proses Produksi Arang Dari Tempurung Kelapa". *JTI - UNUGHA, Vol.1 (No.1)*.
- Sampurno, D.R. Suryana, D. Sani, A.A. Homzah, O.F. Alexander, W. 2021. "Pemanfaatan Limbah Asap Dari Batok Kelapa Dengan Mesin Penyuling Asap Cair Di Kabupaten Banyuasin". *Jurnal Austenit Vol. 13 Nomor 1, April 2021*. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/2910>