

Efektivitas Variasi Model Alat Pirolisis Pembakaran Kulit Kakao pada Pembuatan Bioarang dan Asap Cair di Desa Nglanggeran

Alifta Nursafira¹✉, Sri Puji Ganefati², Adib Suyanto³

¹²³Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta

DOI: <https://doi.org/10.71417/jpc.v2i1.96>.

Abstrak

Limbah kulit kakao yang melimpah di Desa Nglanggeran belum dimanfaatkan dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas variasi model alat pirolisis terhadap kuantitas bioarang dan asap cair dari kulit kakao. Metode yang digunakan adalah eksperimen semu (quasi experiment) dengan desain *post-test only without control group*. Dua model alat diuji, yaitu model A (saluran asap siku 90°) dan model B (saluran asap melengkung 180°), masing-masing memproses 1.000 gram kulit kakao kering dengan enam kali pengulangan. Hasil menunjukkan bahwa model A menghasilkan rata-rata bioarang tertinggi sebesar 305,8 gram, sedangkan model B menghasilkan asap cair tertinggi sebesar 100,8 mililiter. Uji *t-test* menunjukkan perbedaan signifikan pada bioarang ($p = 0,013$), namun tidak signifikan pada asap cair ($p = 0,088$). Disimpulkan bahwa model A lebih efektif menghasilkan bioarang, sedangkan model B lebih efektif menghasilkan asap cair, sehingga desain alat pirolisis berpengaruh terhadap hasil pengolahan limbah kulit kakao.

Kata Kunci: Asap cair, Bioarang, kulit kakao, Pirolisis, Variasi alat

Abstract

Cocoa pod husk waste in Nglanggeran Village remains unutilized and causes environmental pollution. This study aims to determine the effectiveness of different pyrolysis reactor designs on the yield of biochar and liquid smoke from cocoa pod husks. The research employed a quasi-experimental method with a post-test only without control group design. Two reactor models were tested: model A (90° smoke duct) and model B (180° curved smoke duct), each processing 1,000 grams of dried cocoa pod husks with six repetitions. The results showed that model A produced the highest average biochar yield of 305.8 grams, while model B produced the highest liquid smoke yield of 100.8 milliliters. The t-test results indicated a significant difference in biochar yield ($p = 0.013$) but not in liquid smoke yield ($p = 0.088$). It can be concluded that model A is more effective in producing biochar, whereas model B is more effective in producing liquid smoke, demonstrating that the design variation of pyrolysis equipment affects the final products from cocoa pod husk waste processing.

Keywords: Biochar, Cocoa pod husk, liquid smoke, pyrolysis, reactor variation.

Copyright (c) 2025 Alifta Nursafira, Sri Puji Ganefati, Adib Suyanto

✉ Corresponding author : Alifta Nursafira

Email Address : aliftanursafira00@gmail.com

Received 20 Oktober 2025, Accepted 10 November 2025, Published 16 November 2025.

Pendahuluan

Pengelolaan sampah organik merupakan aspek penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Salah satu bentuk pengelolaannya adalah melalui metode composting, vermicomposting, dan biogas. Namun, permasalahan sampah masih menjadi isu serius di Yogyakarta yang menghasilkan sekitar 300 ton sampah per hari dengan laju peningkatan 2,5% per tahun (DLH Yogyakarta, 2024; Linarti et al., 2022). Jika tidak dikelola dengan baik, penumpukan sampah dapat menimbulkan pencemaran, menurunkan kualitas lingkungan, dan menjadi sumber penyakit (Agus et al., 2019).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), luas areal tanaman kakao di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2023 mencapai 5.280,69 hektar, meningkat dibandingkan tahun 2019. Di Kabupaten Gunungkidul sendiri, luas areal tanaman kakao mencapai 692 hektar (BPS Gunungkidul, 2019). Buah kakao (*Theobroma cacao L.*) terdiri dari kulit buah, pulp, biji, dan plasenta, dengan komposisi kulit mencapai sekitar 74% dari total buah (Suprapti et al., 2013). Peningkatan produksi kakao berdampak pada meningkatnya limbah kulit kakao yang belum termanfaatkan secara optimal (Azah et al., 2020).

Salah satu alternatif pengelolaan limbah organik adalah melalui pemanfaatan limbah kulit kakao menjadi briket bioarang sebagai sumber energi alternatif (Adnan Zufar Haqiqi, 2024; Syarif et al., 2019). Namun, proses pembakaran konvensional berpotensi menghasilkan emisi CO_2 tinggi. Teknologi pirolisis menjadi solusi karena dapat mengubah biomassa menjadi bioarang dan asap cair tanpa melibatkan oksigen (Budiaman & Rahmat, 2009; Santika et al., 2023). Proses pirolisis menghasilkan uap yang dikondensasikan menjadi asap cair yang memiliki berbagai manfaat industri, seperti makanan, farmasi, dan kimia (Afrah et al., 2020; Pradhana et al., 2018).

Desa Nglanggeran di Kabupaten Gunungkidul merupakan salah satu sentra perkebunan kakao terbesar di Yogyakarta dengan luas 3.544,93 hektar pada tahun 2023. Namun, pengelolaan limbah kulit kakao di wilayah ini belum dilakukan, sehingga limbah dibiarkan menumpuk dan menimbulkan bau tidak sedap. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi pengolahan limbah kulit kakao menjadi bioarang dan asap cair sebagai bentuk pemanfaatan energi alternatif ramah lingkungan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul "Efektivitas Variasi Model Alat Pirolisis Pembakaran Kulit Kakao pada Pembuatan Bioarang dan Asap Cair di Desa Nglanggeran."

Metodologi

A. Waktu Jenis dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah quasi eksperiment dengan desain penelitian "Post test only without control design" (Notoatmojo, 2005), kemudian diuji secara deskriptif dan analitik.

2. Desain Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut (Notoatmojo, 2009) :

	Perlakuan	Post
Kel. Eksperimen 1	X ₁	O ₁₁ , O ₁₂ , O ₁₃ , O ₁₄ , O ₁₅ , O ₁₆
Kel. Eksperimen 2	X ₂	O ₂₁ , O ₂₂ , O ₂₃ , O ₂₄ , O ₂₅ , O ₂₆

Keterangan :

X₁ : Pembakaran kulit kakao dengan alat pirolisis Model A

X₂ : Pembakaran kulit kakao dengan alat pirolisis Model B

O₁₁ - O₁₆ : Observasi kuantitas bioarang pengulangan 1 - 6 pada alat pirolisis Model A

O₂₁ - O₂₆ : Observasi kuantitas asap cair pengulangan 1 - 6 pada alat pirolisis Model B

B. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Alat Pirolisis pada pengarangan atau pembakaran kulit kakao. Pengulangan dilakukan sebanyak 6 kali yang di dapatkan dengan menggunakan rumus Federrer, sebagai berikut :

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)(4 - 1) \geq 15$$

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 15 + 3$$

$$N \geq 6$$

Keterangan :

t = Perlakuan

n = Jumlah pengulangan

C. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Juni 2025. Lokasi Pengujian Alat Pirolisis dilakukan di Bengkel Kerja Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

D. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian adalah alat pirolisis model (A dan B).

Definisi Operasional :

a. Alat pirolisis Model A

Alat pirolisis Model A adalah alat yang digunakan dalam proses pengarangan atau pembakaran sampah kulit kakao dengan saluran asap membentuk siku-siku 90°.

Satuan :-

Rasio :-

b. Alat pirolisis Model B

Alat pirolisis Model B adalah alat yang digunakan dalam proses pengarangan atau pembakaran sampah kulit kakao dengan saluran asap melengkung 180°

Satuan :

Rasio :

2. Variabel Terikat

Varibel terikat pada penelitian adalah Kuantitas Bioarang dan Asap cair

Definisi Operasional :

a. Kuantitas Bioarang

Kuantitas Bioarang adalah banyaknya arang kulit kakao (gram) yang dihasilkan dari alat pirolisis dengan variasi Model Alat pirolisis (A dan B)

Satuan : Gram (gr)

Skala : rasio

b. Kuantitas Asap Cair

Kuantitas Asap cair adalah banyaknya Asap cair (mL) yang dihasilkan dari alat pirolisis dengan variasi Model Alat pirolisis (A dan B)

Satuan : Mililiter (mL)

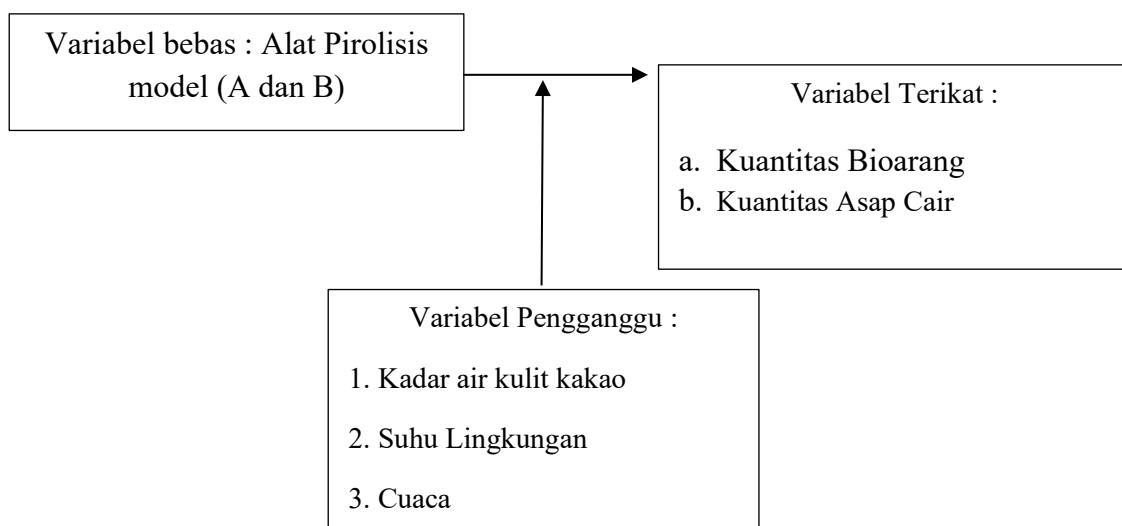
Skala : Rasio

3. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu pada penelitian adalah Kadar air kulit kakao, Suhu lingkungan dan cuaca. Tidak dilakukan pengendalian pada variabel pengganggu, karena kulit kakao dijemur secara bersamaan di bawah sinar matahari. Dan penelitian ini dilakukan di lokasi uji yang sama dengan harapan bisa mendapatkan hasil yang relatif sama.

E. Hubungan antar Variabel

Adapun hubungan antar variabel pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1 Hubungan Antar Variabel

F. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Jika dilihat berdasarkan sumbernya, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari responden dengan cara melakukan wawancara bersama pengurus dan petani kebun kakao yang ada di desa Nglanggeran. Sedangkan data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Kidul.

G. Alat dan Bahan

1. Alat Pembuatan Pirolisis

Dalam perancangan alat pirolisis ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan untuk mendukung proses perancangan, alat dan bahan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Rangka

Rangka untuk dudukan pemanas dan reaktor ini menggunakan besi siku yang berukuran 37cm, lebar 33,5cm, tinggi 38cm, dan baut serta mur yang berukuran 12.

b. Kompor atau pemanas

Pemanas yang digunakan adalah kompor gas yang berukuran sedang

c. Reaktor pirolisis

Reaktor ini terbuat dari besi yang berbentuk tabung berukuran diameter 30 cm, tinggi 40 cm dan ujungnya berbentuk kerujut. Tinggi cerobong sekitar 25 cm

d. Pipa saluran asap

Pipa saluran asap ini terbuat dari bahan besi dengan panjang 1,5 meter dan diameter 2 in. Pipa saluran asap dan reaktor di sambung menggunakan las untuk menghindari kebocoran asap saat proses berlangsung. Pipa saluran asap dibuat 2 variasi model (A dan B). Pipa Model A membentuk siku-siku 90°, dan pipa Model B melengkung 180°.

e. Wadah kondensor

Wadah kondensor terbuat dari besi yang berbentuk tabung berukuran diameter 30 cm, tinggi 40 cm dengan bagian atas tertutup. Untuk bahan pipa yang digunakan untuk kondensor adalah tembaga dengan ukuran 0,5 inch, Panjang 5 meter, jumlah lilitan 6 buah dan tinggi lilitan 55 cm

f. Pipa Spiral

Pipa spiral pada kondensor terbuat dari tembaga dengan ukuran 0,5 panjang 5 meter dengan jumlah lilitan enam buah.

g. Penampungan asap cair

Penampungan asap cair yang digunakan adalah dengan gelas ukur.

H. Tahap Penelitian

1. Tahap Perencanaan

- a. Membuat alat pirolisis dengan variasi model (A dan B)
- b. Uji fungsi alat untuk memastikan kesiapan alat.

2. Tahap Pelaksanaan

- a. Mengumpulkan limbah kulit kakao
- b. Melakukan pengeringan pada limbah kulit kakao di bawah sinar matahari
- c. Menimbang kulit kakao yang sudah kering
- d. Menyiapkan lokasi untuk penempatan alat pirolisis
- e. Melakukan pengolahan limbah kulit kakao
- f. Mengukur berat bioarang yang dihasilkan (g)
- g. Mengukur volume asap cair yang dihasilkan (mL)
- h. Tabulasi data
- i. Analisis data

3. Tahap Penyelesaian

Menyusun laporan hasil penelitian

I. Menejemen Data

1. Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk melakukan perbandingan berat bioarang dan volume asap cair yang dihasilkan dari proses pengarangan alat pirolisis dengan variasi Model (A dan B). lalu membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Hasil uji yang diperoleh disajikan dalam bentuk diagram batang untuk menggambarkan perbandingan hasil yang didapatkan.

2. Analisis Statistik

Data yang diperoleh diolah menggunakan program SPSS 26.0 Data tersebut diuji normalitas datanya terlebih dahulu dengan uji Shapiro-Wilk. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data setiap variabel penelitian terdistribusi secara normal atau tidak. Data berdistribusi normal jika nilai signifikan yaitu $\rho \geq \alpha (0.05)$ sedangkan data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikan yaitu $\rho < \alpha (0.05)$. Hasil data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji t 2 sampel berpasangan atau independent sampel T-test.

Apabila data tidak berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji non parametrik menggunakan menwhitney.

Uji ini dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya perbedaan yang signifikan dan hasilnya diuraikan dengan jawaban sementara yang termuat pada hipotesis. Kesimpulan yang diambil berdasarkan nilai sig yang diperoleh untuk mengetahui apakah hipotesis diterima atau ditolak. Apabila diperoleh nilai sig $\rho \geq \alpha (0.05)$ maka H_0 diterima dan apabila nilai sig $\rho < \alpha (0.05)$ maka H_0 ditolak.

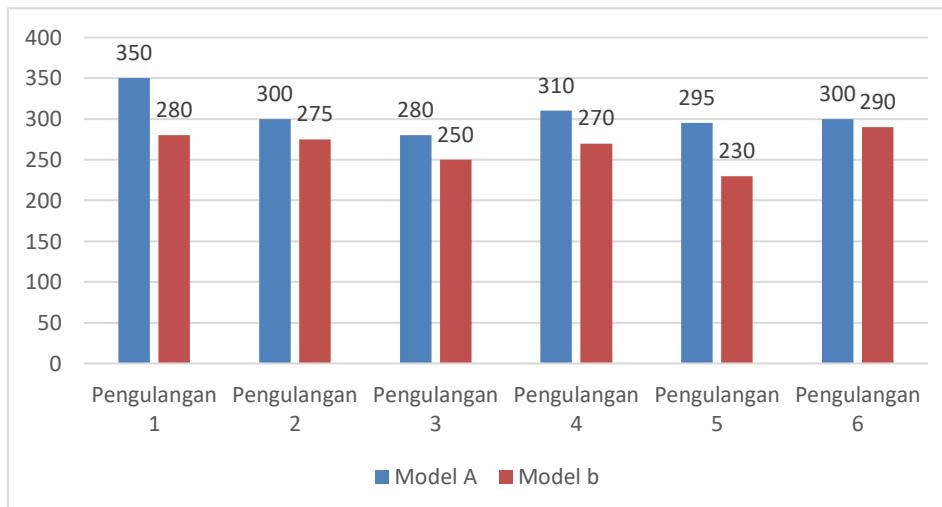
Hasil dan Pembahasan

1. Gambaran Umum Penelitian

Untuk meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dari limbah kulit kakao, maka harus dilakukan daur ulang untuk mendapatkan kembali produk yang dapat benilai ekonomi. Model Alat pirolisis pada pengarangan kulit kakao ini mampu mengolah limbah kulit kakao untuk memproduksi bioarang dan asap cair. Berdasarkan hasil perhitungan bioarang kulit kakao sebanyak 41,16%, kondisi disebabkan oleh adanya proses pengolahan secara tertutup (dioven) menyebabkan banyaknya penyusutan kadar air yang tergandung pada kulit kakao, dan sebagian lainnya (58,84%) terjadi penguapan berbentuk gas, lalu diproses menjadi asap cair melalui proses destilasi. Sehingga semua buangan dari hasil pengolahan sampah dapat terolah. Secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Tabel 4.4 sebagai berikut:

2. Kuantitas Bioarang

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan terhadap Model Alat pirolisis untuk pengarangan kulit kakao terhadap kuantitas bioarang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



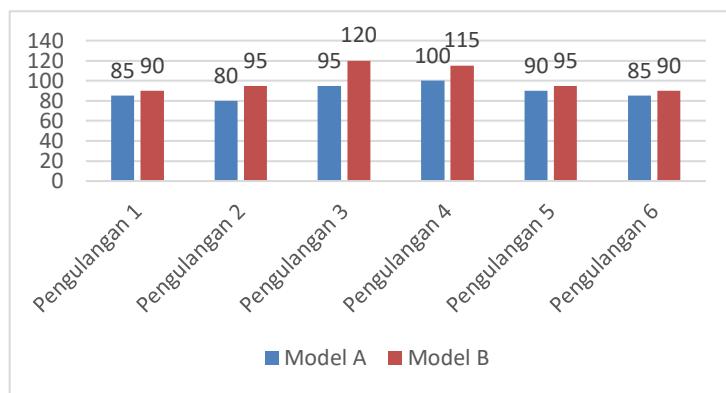
Gambar 2 Grafik Hasil Pengukuran Berat Bioarang Kulit Kakao dari Pengolahan Model Alat Pirolisis Kulit Kakao

Sumber: Data Primer

Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa berat bioarang tertinggi pada Model A pada pengulangan pertama sebanyak 350 gram Bioarang. Berat arang terendah pada Model B pengulangan kelima sebanyak 230 gram Bioarang.

3. Kuantitas Asap cair

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan terhadap Model Alat pirolisis untuk pengarangan kulit kakao terhadap kuantitas asap cair dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengukuran Volume Asap Cair Kulit Kakao dari Pengolahan Model Alat Pirolisis Kulit Kakao
Sumber : Data Primer

Berdasarkan Gambar 4.2, menunjukkan bahwa volume asap cair yang dihasilkan tertinggi pada pengulangan ketiga pada Model B sebanyak 120 ml Asap Cair. Volume asap cair terendah pada Model A pengulangan kedua sebanyak 80 ml Asap Cair.

Tabel 1. Rata-Rata Berat Bioarang dan Volume Asap Cair

Model	Arang (g)	Asap Cair (ml)
A	305 gr	89,1 ml
B	265,8 gr	100,8 ml

Sumber : Data Primer

Limbah kulit kakao yang diolah pada tiap-tiap alat 1000gram, rata-rata bioarang kulit kakao yang dihasilkan tertinggi pada Model Alat pirolisis A sebanyak 305 gram Asap Cair, sedangkan rata-rata asap cair tertinggi diperoleh pada Model Alat pirolisis B sebanyak 100,8 ml Asap Cair.

4. Uji Statistik

Data hasil penelitian dilakukan uji normalitas dan apabila data terdistribusi normal dilanjutkan uji parametrik Independent t-test namun jika data tidak terdistribusi normal maka dilanjutkan uji non parametrik menggunakan menwhitney. Pengujian selengkapnya tercantum pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas dan Uji Independent T-Test

No	Nama Uji	Kelompok Uji	P	keterangan
	Bioarang A		0.185	$0.185 \geq 0.050$, Data terdistribusi Normal

	Bioarang B	0.578	$0.578 \geq 0.050$, Data terdistribusi
Uji			Normal
1. Normalitas	Asap Cair A	0.804	$0.804 \geq 0.050$, Data terdistribusi
			Normal
	Asap Cair B	0.053	$0.053 \geq 0.050$, Data terdistribusi
			Normal
	Bioarang	0.013	$0.013 \leq 0.050$, ada perbedaan
	Model A dan		
2. Uji	Bioarang		
Independent	Model B		
T-Test	Asap Cair	0.088	$0.088 \geq 0.050$, tidak ada perbedaan
	Model A dan		
	Asap Cair		
	Model B		

Sumber : Data Primer

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dengan ketentuan nilai signifikan $p \geq 0.05$ (5%). Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan one sample Shapiro-wilk. Berdasarkan uji normalitas Shapiro-wilk, didapatkan nilai signifikan $p > 0.05$ yang berarti sebaran data terdistribusi normal. Maka dilanjutkan dengan uji Independent sampel T-Test. Dari hasil uji beda independent sampel T-test didapatkan nilai $p = 0.013$ ($p \leq \alpha = 0,050$) untuk uji beda kuantitas bioarang Model A dan Model B. Sehingga diperoleh kesimpulan ada pengaruh Model Alat pirolisis terhadap kuantitas bioarang pada pengarangan kulit kakao. Dan hasil uji independent T-test didapatkan nilai $p = 0.088$ ($p \geq \alpha = 0,050$) pada pengujian asap cair Model A dan Model B. maka diperoleh kesimpulan bahwa dari kedua Model Alat yang diuji tidak ada perbedaan bermakna pada Model Alat pirolisis a dan b kelompok hasil kuantitas asap cair.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari dua Model Alat pirolisis (Model A dan Model B) terhadap kuantitas bioarang dan asap cair dari proses pengarangan limbah kulit kakao. Variasi Model A memiliki saluran asap berbentuk siku 90° , sedangkan Model B memiliki saluran asap berbentuk lengkung 180° .

Pada proses pengujian, dilakukan pembakaran limbah kulit kakao sebanyak 1000 gram kulit kakao kering setiap kali percobaan. Pada pembakaran yang menghasilkan bioarang tertinggi, diperoleh 350 gram bioarang. Hal ini menunjukkan terjadinya penyusutan massa sebesar 65%, sehingga hanya 35% dari bahan awal yang tersisa sebagai bioarang.

Berdasarkan hasil pengamatan, pelaksanaan pengolahan limbah kulit kakao menggunakan alat pirolisis tidak menghasilkan asap yang keluar dari sistem. Pengolahan ini diharapkan dapat menjadi alternatif ramah lingkungan dalam mengatasi limbah organik. Asap yang dihasilkan selama proses pirolisis ditangkap melalui metode destilasi, sehingga

menghasilkan asap cair. Proses ini memberikan dua manfaat utama, yaitu menghasilkan bioarang dan asap cair.

Pengukuran kuantitas bioarang dilakukan dengan menimbang massa bioarang yang dihasilkan, sedangkan kuantitas asap cair ditentukan berdasarkan volume yang diperoleh dari proses pembakaran kulit kakao. Setiap proses pirolisis berlangsung selama satu jam untuk setiap pengulangan, dan pengambilan data dilakukan selama dua bulan. Pembahasan lebih lengkap disajikan pada uraian berikut :

1. Kuantitas Bioarang

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pirolisis Model A menghasilkan bioarang dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan Model B. Rata-rata bioarang yang dihasilkan oleh Model A adalah sebesar 350,8 gram, sedangkan Model B menghasilkan rata-rata 265,8 gram. Jumlah bioarang tertinggi tercatat pada pengulangan pertama Model A, yaitu sebesar 350 gram, sementara jumlah terendah tercatat pada pengulangan kelima Model B, yaitu sebesar 230 gram

Perbedaan ini diduga disebabkan oleh desain saluran asap pada Model A yang berbentuk siku 90° , sehingga sebagian asap dan panas tertahan di dalam reaktor. Kondisi ini menyebabkan suhu di dalam reaktor menjadi lebih tinggi, sehingga proses pirolisis berlangsung lebih optimal. Akibatnya, pembentukan bioarang menjadi lebih maksimal karena uap panas tidak langsung tersalurkan ke tabung kondensor.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Khusaini (2021) yang menyebutkan bahwa meskipun suhu pirolisisnya sama, desain alat yang kurang optimal dapat menyebabkan perbedaan signifikan dalam jumlah bioarang yang dihasilkan. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Abdul (2015), yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis dari 350°C ke 550°C menyebabkan penurunan yield arang. Misalnya, pada ukuran partikel 3 mm, yield arang tertinggi sebesar 32,73% diperoleh pada suhu 350°C . Semakin tinggi suhu dan semakin kecil ukuran partikel, laju pemanasan meningkat, sehingga menyebabkan penurunan yield arang. Selain itu, Aggraini (2016) juga menjelaskan bahwa kadar air bahan baku juga mempengaruhi bioarang yang dihasilkan. Dimana semakin rendah kadar air, maka semakin besar residi bioarang yang dihasilkan.(Anggraini & Nurhazisa, 2016) (Khusaini et al., 2021)

2. Kuantitas Asap Cair

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Model B dengan bentuk saluran asap melengkung 180° menghasilkan volume asap cair yang lebih tinggi dibandingkan Model A yang menggunakan saluran asap membentuk siku 90° . Rata-rata volume asap cair Model B mencapai 100,0 ml, sedangkan Model A hanya 89,1 ml. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sihombing dan Nasution (2019), yang mengemukakan bahwa desain saluran asap berbentuk lengkung mampu meningkatkan kelancaran aliran asap panas menuju kondensor. Kondisi tersebut memaksimalkan proses kondensasi, sehingga uap lebih cepat berubah menjadi asap cair dalam jumlah yang lebih besar.

Hasil ini sesuai dengan teori yang dikemukakan Ratnawati (2015), bahwa semakin tinggi suhu pirolisis dan semakin optimal aliran uap, maka semakin besar pula volume asap cair yang dihasilkan, namun hasil bioarang cenderung lebih rendah. Selain itu, menurut Ramadhan et al. (2021), bentuk dan efisiensi kondensor juga sangat berpengaruh terhadap hasil asap cair. Kondensor spiral yang digunakan pada alat ini tidak lebih efisien dari kondensor serpentine, sehingga efektivitas Model A dalam menghasilkan asap cair pun lebih rendah.

Dalam penelitian lain yang membahas penggunaan pipa penghubung berbentuk kurva parabola antara reaktor dan destilator, ditemukan bahwa desain ini efektif untuk memisahkan kotoran dan tar dari uap pirolisis. Pipa yang menurun lalu naik kembali

memungkinkan kotoran dan tar, yang memiliki massa jenis lebih tinggi, mengendap sebelum mencapai kondensor, sehingga meningkatkan kualitas asap cair yang dihasilkan.

Sementara itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tamja (2024), kadar air merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kuantitas asap cair yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air pada bahan baku, maka proses pirolisis akan berlangsung lebih cepat. Namun, hal ini justru dapat menurunkan rendemen asap cair, karena kurangnya kandungan air menyebabkan sedikitnya uap yang dapat dikondensasi menjadi asap cair.

Penelitian ini membuktikan bahwa variasi desain alat pirolisis berpengaruh terhadap hasil olahan limbah kulit kakao. Model A lebih cocok untuk menghasilkan bioarang dalam jumlah banyak, sedangkan Model B, lebih unggul dalam produksi asap cair. Hal ini penting sebagai acuan bagi masyarakat, khususnya petani kakao di daerah seperti Desa Nglanggeran, dalam memilih atau merancang alat pirolisis sesuai kebutuhan.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa alat pirolisis Model A dengan saluran asap siku 90° terbukti lebih efektif dalam menghasilkan bioarang, dengan rata-rata hasil sebesar 305,8 gram. Desain saluran asap pada Model A mampu menahan panas lebih lama di dalam reaktor sehingga mempercepat dan mengoptimalkan proses karbonisasi kulit kakao. Sementara itu, hasil uji menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara Model A dan Model B dalam menghasilkan asap cair. Namun secara deskriptif, Model B dengan saluran asap melengkung 180° menghasilkan asap cair lebih banyak, yaitu dengan rata-rata 100,8 ml, yang diduga karena aliran uap pada model ini lebih efisien menuju kondensor. Dengan demikian, jika tujuan pengolahan hanya untuk memperoleh bioarang secara optimal, Model A lebih direkomendasikan. Akan tetapi, apabila tujuan pengolahan adalah untuk menghasilkan bioarang dan asap cair secara bersamaan dalam satu alat, maka tidak ada model yang benar-benar efektif untuk keduanya, karena peningkatan hasil bioarang cenderung menurunkan jumlah asap cair, dan sebaliknya.

Daftar Pustaka

- Adnan Zufar Haqiqi. (2024). Penggunaan Biomassa Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Wilayah Pedesaan. *Journal Of Optimization System And Ergonomics Implementation*, 1(1), 42–51. <Https://Doi.Org/10.54378/Joseon.V1i1.6766>
- Anggraini, S. A., & Nurhazisa, T. (2016). Optimalisasi Kinerja Alat Penghasil Asap Cair Dari Bahan Baku Limbah Pertanian. *Jurnal Reka Buana*, 1(2).
- Ariningsih, E., Purba, H. J., Sinuraya, J. F., Suharyono, S., & Septanti, K. S. (2020). Kinerja Industri Kakao Di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(1), 1. <Https://Doi.Org/10.21082/Fae.V37n1.2019.1-23>
- Aris, S. E., & Jumiono, A. (2020). Faktor-Faktor Pasca Panen Yang Memengaruhi Mutu Kakao. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 2(2), 73–78.
- Azah, N. I., Muchtarichie, R., & Iskandar, Y. (2020). Standardization Parameters For Cocoa Pods (*Theobroma Cacao L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 16(2), 182–195. <Https://Doi.Org/10.20885/Jif.Vol16.Iss2.Art9>
- Biofuel Dari Biomassa – Pusat Studi Energi. (N.D.). Retrieved March 9, 2025, From <Https://Pse.Ugm.Ac.Id/Biofuel-Dari-Biomassa/>
- Ganefati, S. P. (2023). Model Alat Pengolahan Sampah Plastik Menghasilkan Butir Plastik Dan Bahan Bakar Minyak Sebagai Upaya Mengendalikan Pencemaran Lingkungan. In

Jogja Darurat Sampah: Begini Kata Warga, Begitu Kata Staf Dinas Lingkungan Hidup | Tempo.Co. (N.D.). Retrieved February 27, 2025, From <Https://Www.Tempo.Co/Politik/Jogja-Darurat-Sampah-Begini-Kata-Warga-Begitu-Kata-Staf-Dinas-Lingkungan-Hidup-133805>

Khusaini, F., Ridwan, R., Ridhuan, K., & Irawan, D. (2021). Pengaruh Jumlah Pipa Udara Pada Reaktor Pembakaran Pirolisis Terhadap Hasil Arang Dan Asap Cair. Armatur : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, 2(2), 106–114. <Https://Doi.Org/10.24127/Armatur.V2i2.1450>

Kidul, B. S. Kabupaten Gunung. (2019). Data Bps Kabupaten Gunung Kidul. 11(1), 1–14. <Http://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/1091/Red2017-Eng-8ene.Pdf?Sequence=12&Isallowed=Y%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J>.

Luas Areal Tanaman Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman Di D.I. Yogyakarta (Ha), 2019–2023 - Tabel Statistik - Badan Pusat Statistik Provinsi Di Yogyakarta. (N.D.). Retrieved February 3, 2025, From <Https://Yogyakarta.Bps.Go.Id>

Muhammad Iqbal, & , Novi Sylvia, Rozanna Dewi, Muhammad , Nasrul Za, N. (2024). Produksi Biogas Dari Sampah Organik Dengan Tambahan Air Kelapa Tua Menggunakan Bio-Digester Sebagai Energi Alternatif. December 2024. <Https://Doi.Org/10.29103/Sntk.V4.2024>

Pngesti, Della Aulia. (2020). Deskripsi Morfologi, Anatomi Dan Perkembangan Kakao (*Theobroma Cacao L.*). 1901080005, 2588–2593.

Ramadhan, M., Saukani, M., & Sidiq, A. (2021). Pengaruh Perbedaan Tipe Kondensor Terhadap Kuantitas Asap Cair Dari Limbah Serbuk Kayu Meranti. Konversi, 8(1), 39–43.

Ratnawati. (2015). Peningkatan Kualitas Dan Kuantitas Hasil Melalui Modifikasi Alat Pembuat Asap Cair Berbahan Baku Limbah Tulang Ikan

Regsciurbeco.2008.06.005%0ahttps://Www.Researchgate.Net/Publication/305320484_Sistem_Pembentungan_Terpusat_Strategi_Melestari

Rosta Natalia Sinaga, & Rosdanelli Hasibuan. (2017). Pembuatan Briket Dari Kulit Kakao Menggunakan Perekat Kulit Ubi Kayu. Jurnal Teknik Kimia Usu, 6(3), 21–27. <Https://Doi.Org/10.32734/Jtk.V6i3.1585>

Santika, S., Ginting, Z., Sulhatun, S., Nurlaila, R., & Masrullita, M. (2023). Pembuatan Briket Bioarang Dari Limbah Padat Hasil Penyulingan Minyak Nilam Terhadap Berat Bahan Baku Dan Temperatur Pirolisis Dengan Metode Pirolisis. Chemical Engineering Journal Storage (Cejs), 3(5), 618. <Https://Doi.Org/10.29103/Cejs.V3i5.9909>

Saputra, Y., Sawir, H., & Fitradia, W. (2024). Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Briket Kulit Kakao Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Journal Of Polymer Chemical Engineering And Technology, 1(1), 1–8. <Https://Doi.Org/10.52330/Jpcet.V1i1.211>

Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan, 2(3), 154–162. <Https://Doi.Org/10.14710/Jebt.2021.11157>

Sihombing, B., & Nasution, R. (2019). Pengaruh variasi desain saluran gas terhadap kualitas dan kuantitas asap cair dari proses pirolisis tempurung kelapa. Jurnal Teknik Kimia USU, 8(2), 45–52.

Syarif, S., Cahyono, R. B., & Hidayat, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Penambahan Ampas Buah Merah. Jurnal Rekayasa Proses, 13(1), 57. <Https://Doi.Org/10.22146/Jrekpros.41517>