



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 8 Nomor 1 (2023)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Penentuan Waktu Optimum Pirolisis Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Batang Kelapa Menggunakan Gas *Inert* Argon

*(Determination of Optimum Time of Pyrolysis of Coconut Powder Biomass Waste Using
Argon Inert Gas)*

Takdir Syarif*, Andi Aladin, Basri Modding, Resky Alqadri Rahmatullah, Nurul Makka
Mustafa

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5
Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gas *inert* argon dan variasi waktu pirolisis terhadap kualitas *charcoal* hasil pirolisis limbah serbuk gergaji batang kelapa. Penelitian ini dijalankan dalam suatu reaktor pirolisis yang beroperasi pada suhu 400 °C, laju gas *inert* sebesar 2 liter/menit dengan variasi waktu 60, 90, 120, 150, 180 menit. Dari hasil penelitian diperoleh produk berupa *charcoal* dan asap cair. Pirolisis dengan menggunakan gas *inert* memiliki nilai kalor 7229 kcal/kg. Sedangkan perlakuan tanpa gas *inert* memiliki nilai kalor 7050 Kcal/kg. Hal ini telah memenuhi SNI 1683-2021 Tentang Arang Kayu yaitu minimal sebesar 6500 Kkal/kg. Waktu optimum yang diperoleh adalah 150 menit dengan karakteristik *charcoal*: (1) *volatile matter* sebesar 16,85%wt, (2) *moisture* 2,47%wt, (3) *ash content* 4,11%wt, dan (4) nilai *fixed carbon* 76,57%wt.

Kata Kunci Argon, Arang Aktif, Batang Kelapa, Gas *Inert*, Pirolisis

Key Words : Argon, Activated Charcoal, Coconut Bark, Inert Gas, Pyrolysis

Abstract

This study aims to determine the effect of argon inert gas and pyrolysis time variations on the quality of charcoal produced from pyrolysis of coconut sawdust waste. This research was carried out in a pyrolysis reactor operating at 400 °C, an inert gas rate of 2 liters/minute with time variations of 60, 90, 120, 150, 180 minutes. From the results of the research obtained products in the form of charcoal and liquid smoke. Pyrolysis using inert gas has a heating value of 7229 kcal/kg. While the treatment without inert gas has a calorific value of 7050 Kcal/kg. This complies with SNI 1683-2021 concerning Wood Charcoal, which is a minimum of 6500 Kcal/kg. The optimum time obtained is 150 minutes with the characteristics of charcoal: (1) volatile matter of 16.85% wt, (2) moisture 2.47% wt, (3) ash content 4.11% wt, and (4) fixed value carbon 76.57%wt.

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jcpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

takdir_syarif@umi.ac.id



Journal History

Paper received : 7 Juli 2023

Received in revised : 23 Mei 2023

Accepted : 21 Juli 2023

PENDAHULUAN

Biomassa didefinisikan sebagai bahan-bahan organik berumur relatif muda yang berasal dari tumbuhan atau hewan, baik yang terbentuk dari hasil produksinya, sisa metabolismenya, ataupun limbah yang dihasilkannya [1].

Bioarang adalah produk yang dihasilkan dari limbah biomassa yang di bakar tanpa udara atau dengan udara yang sangat sedikit [2]. Bio-arang mempunyai komposisi yang berbeda-beda tergantung bahan baku yang digunakan. Komposisi utama dari bio-arang adalah karbon (85%), oksigen, dan hidrogen [3]. Biomassa juga dapat diolah menjadi bahan pengawet makanan karena mengandung senyawa-senyawa antibakteri dan antioksidan dalam bentuk cairan atau asap cair. Untuk mendapatkan hasil asap cair dan bioarang yang sesuai dan memadai dengan peruntukannya maka perlu diolah dengan menggunakan berbagai jenis jenis biomassa yang diproses pada pembakaran pirolisis [4]. Dengan pirolisis biomassa terdekomposisi secara termokimia menjadi gas kemudian didinginkan dan menjadi cairan atau asap cair. Dari hasil pirolisis itu akan menghasilkan 2 komponen utama yaitu bio-arang dan asap cair. Pada penelitian ini akan mengkaji lebih dalam tentang bio-arang yang dihasilkan dari proses pirolisis dengan menggunakan variasi waktu [5].

Pirolisis dapat menghasilkan produk utama yang berupa arang (*char*), asap cair (*bio-oil*) dan gas. Arang yang dihasilkan merupakan bahan bakar bernilai kalori yang tinggi ataupun digunakan sebagai karbon aktif [6]. Asap cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat *additive* atau bahan pengawet makanan atau produk tertentu serta memberi aroma dan cita rasa yang khas [7]. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung. Gas dari pirolisis dapat dibedakan menjadi gas yang tidak dapat dikondensasi (CO , CO_2 , CH_4 , dll) dan gas yang dapat dikondensasi (*tar*) [8].

Inert gas adalah suatu gas dengan kadar kandungan oksigen rendah atau kurang dari 8%, sedangkan *inert* gas sistem adalah suatu sistem yang mengelola gas sisa pembakaran sehingga diperoleh kondisi *inert* (kadar oksigen kurang dari 8%). Fungsi *inert gas system* adalah mengisi dan mendistribusikan gas *inert* kedalam tangki, menjaga agar kadar oksigen dalam keadaan rendah, melindungi tangki dari tekanan gas yang berlebihan dan mencegah aliran

balik dari inert gas agar tidak terjadi kebakaran atau ledakan pada reaktor [4].

Argon bersifat *inert* secara kimia dan tidak membentuk senyawa yang stabil pada temperatur ruang. Meskipun argon adalah suatu gas mulia, tetapi telah ditemukan memiliki kemampuan membentuk beberapa senyawa. Argon jarang digunakan pada pirolisis, Gas *argon sebagai gas inert* banyak digunakan untuk proses *degassing treatment* pada peleburan aluminium.

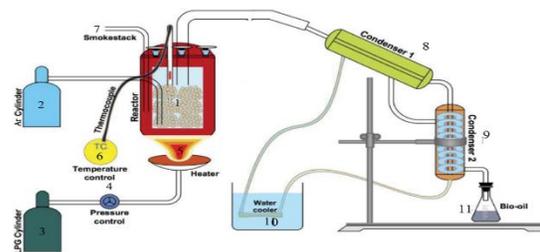
Penggunaan Argon sebagai gas inert pada pirolisis sedikit lebih efektif digunakan dalam pirolisis jika ditinjau dari kualitas *charcoal* dan asap cair hasil pirolisis, namun untuk efisiensi gas argon sebagai gas *inert* dalam pirolisis dinilai masih kurang, dikarenakan ketersediaan argon masih sukar untuk ditemukan, dan harga pengisian gas inert masih terbilang kurang ekonomis, sehingga penggunaan gas argon dinilai masih kurang efisien [9].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh gas argon dan waktu optimum terhadap kualitas *charcoal* hasil pirolisis limbah serbuk gergaji batang kelapa.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam metode penelitian ini yaitu seperangkat alat proses pirolisis sebagai alat utama serta timbangan digital dan gelas ukur 500ml sebagai alat pendukung.



Gambar 1. Rangkaian Alat Proses Pirolisis [10].

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Reaktor | 7. Cerobong Asap |
| 2. Tabung Gas Ar | 8. Kondensor I |
| 3. Tabung gas LPG | 9. Kondensor II |
| 4. <i>Pressure Control</i> | 10. Bak Pendingin |
| 5. Kompor | 11. Penampung Asap Cair |
| 6. <i>Temperature Control</i> | |

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serbuk gergaji batang pohon kelapa di

Kec. Ujung Loe, Kab. Bulukumba, Sulawesi Selatan, sebagai bahan utama yang dipirolisis dan gas Ar (Argon), sebagai gas *inert*.

2. Variabel Penelitian

Variabel tetap penelitian ini berupa jenis bahan limbah serbuk gergaji batang pohon kelapa, suhu 400°C dengan *heating rate* 15 °C/menit, dan Laju alir gas Argon 2 liter/menit.

Variabel berubah dalam penelitian ini adalah penggunaan gas *inert* (Ar) dan tanpa gas *inert* dan waktu proses pirolisis (60, 90, 120, 150, 180 menit).

3. Cara Kerja

A. Preparasi Sampel

Sebelum sampel dimasukkan ke reaktor, terlebih dahulu dilakukan proses pengeringan dibawah sinar matahari terik selama 3 hari untuk mengurangi kadar air pada sampel dan mempercepat proses pirolisis. Setelah kering sampel siap dipirolisis.

B. Proses Pembuatan *Charcoal*

1) Tanpa penambahan Gas Argon

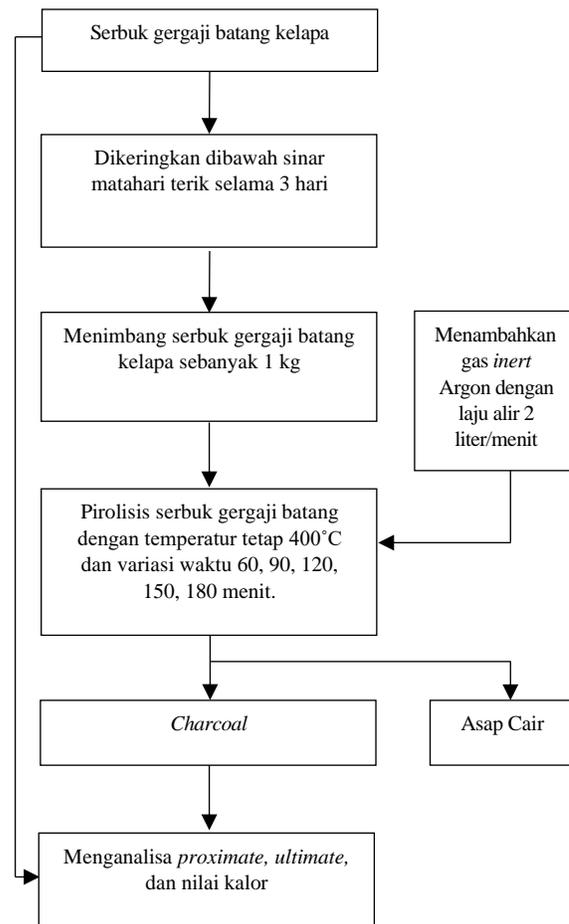
Sebanyak 1kg sampel dimasukkan kedalam reaktor pirolisis. Termokopel dimasukkan kedalam reaktor dan pengatur suhu di set 400°C. Selanjutnya pemanas dinyalakan dengan *heating rate* 15 °C/menit hingga suhu mencapai 400 °C. Kondisi ini dijaga tetap selama 60 menit. Setelah waktu pirolisis tercapai, pemanas dimatikan dan reaktor dibiarkan hingga suhunya mencapai suhu ruangan. Selanjutnya produk dikeluarkan dari reaktor dan dilakukan analisa. Proses ini diulangi untuk waktu 90, 120, 150, dan 180 menit.

2) Penambahan Gas Argon secara Kontinyu dengan variable waktu

Masukkan sampel sebanyak 1kg kedalam reaktor. Masukkan termokopel kedalam reaktor dan pengatur suhu di set 400°C. Gas Argon dialirkan kedalam reaktor dengan laju alir 2 liter/menit kemudian pemanas dinyalakan dengan *heating rate* 15 °C/menit hingga suhu mencapai 400 °C. Kondisi ini dijaga tetap selama waktu yang diinginkan (60, 90, 120, 150, dan 180 menit). Setelah waktu pirolisis tercapai, pemanas dimatikan dan reaktor dibiarkan hingga suhunya mencapai suhu ruangan. Selanjutnya produk dikeluarkan dari reaktor dan dilakukan analisa.

C. Analisa Produk Hasil Pirolisis

Produk hasil pirolisis berupa *charcoal* dianalisa *proximate*, *ultimate* dan nilai kalor.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pirolisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Limbah Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Telah diperoleh hasil karakteristik berupa data analisis *proximate* dan *ultimate* serta pengukuran nilai kalor limbah serbuk gergaji kayu batang kelapa.

Dari tabel 1 terlihat bahwa serbuk gergaji batang kelapa potensi dijadikan bahan bakar berdasarkan nilai *fixed carbon* 18,6% (ADB), dengan nilai kalor sekitar 4400 kkal/kg (ADB). Berdasarkan indikasi nilai kandungan karbon mencapai 48% (ADB). Disamping pemanfaatan sebagai bahan bakar, serbuk gergaji batang kelapa tersebut juga potensi diolah secara pirolisis menjadi *charcoal* untuk kemudian dimanfaatkan sebagai bioarang dalam peruntukannya sebagai bahan bakar padat. Bahan limbah biomassa serbuk gergaji batang

kelapa diproses dalam reaktor pirolisis dengan mengamati variabel suhu, waktu dan pengaruh penambahan gas *inert* Argon dan dibandingkan tanpa menggunakan gas *inert*.

Tabel 1. Analisis *Proximate*, *Ultimate* dan Nilai Kalor Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Uji Parameter	Unit	Hasil (basis ADB*)
<i>Analisis Proximate</i>		
- Moisture (air)	% wt	3,49
- Ash Content	% wt	2,05
- Volatile Matter	% wt	75,86
Uji Parameter	Unit	Hasil (basis ADB*)
- Fixed Carbon	% wt	18,6
Total Sulfur	% wt	0,06
<i>Analisis ultimate</i>		
- Hydrogen	% wt	5,86
- Carbon	% wt	47,67
- Nitrogen	% wt	0,62
- Oxygen	% wt	38,33
Pengukuran Kalor		
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	4418

(Sumber: [10])

* ADB (*Air dried basis*): data dinyatakan sebagai persentase terhadap bahan kecuali kandungan air permukaan.

Untuk menghasilkan *charcoal* dan asap cair secara simultan tentunya harus menggunakan alat pirolisis yang sudah dirangkai dengan tepat. Pada penelitian ini, kami menggunakan design reaktor pada penelitian hasil inovasi [11]. Sebagai rangkaian alat pirolisis kami yang tidak hanya menghasilkan produk *charcoal*, tapi juga asap cair. Dengan rangkaian reaktor pirolisis tersebut maka gas *inert* dapat masuk dan mengalir ke dalam reaktor secara efektif untuk mengusir gas oksigen yang ada di dalam reaktor.

2. Pengaruh Waktu Pirolisis

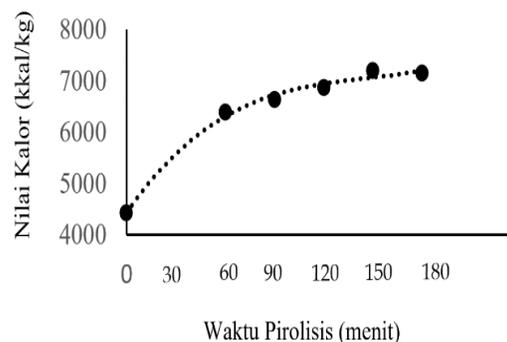
Dilakukan pengamatan variasi waktu pirolisis terhadap kualitas dan kuantitas produk simultan *charcoal* dan asap cair, diperoleh data seperti dirangkum dalam tabel 2 Pirolisis dilakukan pada variabel tetap yaitu suhu konstan 400 °C dan laju alir gas *inert* gas argon 2 liter/menit dengan jumlah massa

bahan baku serbuk gergaji batang kelapa 1 kg setiap kali running.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Pirolisis Serbuk Gergaji Batang Kelapa (T 400 °C, Ar 2 l/menit, massa 1 kg)

No	Waktu (menit)	Arang (gr)	Asap Cair (ml)	Yield Arang	Massa loss	Kalor (kkal/kg)
1	0	0	0	0%	0%	4418
2	60	350	416	35%	35%	6400
3	90	330	435	33%	33%	6630
4	120	325	440	33%	33%	6875
5	150	317	450	32%	32%	7229
6	180	316	453	32%	32%	7181

Dari hasil pengamatan tabel 2 terlihat bahwa makin bertambah waktu pirolisis hingga waktu 150 menit makin meningkatkan nilai kalor produk *charcoal*. Hal ini disebabkan makin bertambah waktu pirolisis semakin memberi kesempatan bahan baku untuk terpirolisis yaitu berproses terdegradasi makromolekul menjadi senyawa lebih sederhana, termasuk semakin memberi kesempatan untuk penguapan *moisture* dan *volatile matter* sehingga *fixed carbon* semakin meningkat yang berefek positif meningkatnya nilai kalor *charcoal* hasil pirolisis. Namun peningkatan waktu pirolisis setelah melewati waktu 150 menit tidak lagi memberi efek peningkatan nilai kalor secara signifikan, seperti terlihat pada gambar 1, nilai kalor cenderung konstan setelah waktu 150 menit.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap Nilai Kalor *Charcoal*

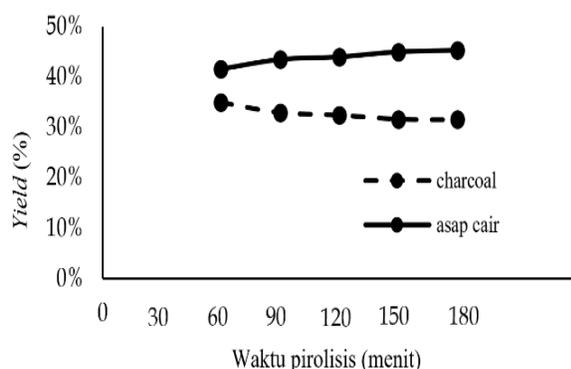
Hal ini disebabkan setelah waktu 150 menit, adalah waktu yang sudah cukup untuk proses pirolisis seluruh bahan baku yang ada di dalam reaktor. Dari data pengamatan ini dapat disimpulkan bahwa waktu

optimum pirolisis serbuk gergaji batang kelapa 150 menit dengan suhu konstan 400 °C yang memberikan nilai kalor maksimum sekitar 7230 kkal/kg. Hubungan waktu pirolisis (t) terhadap nilai kalor (Q) *charcoal* serbuk gergaji batang kelapa dapat didekati cukup baik dengan persamaan polinomial orde 4 dengan koefisien korelasi (R^2) mendekati 1, pada range waktu pirolisis 0 – 3 jam.

$$Q = 169,1t^3 - 1165,7t^2 + 2893,2t + 4428,6 \quad (1)$$

$$(R^2 = 0,9958)$$

Berdasarkan data tabel 2 juga terlihat pengaruh waktu pirolisis terhadap *yield* (%) *charcoal* cenderung menurun dengan bertambahnya waktu, sebaliknya *yield* (%) asap cair cenderung meningkat dengan bertambahnya waktu pirolisis.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap *Yield* (%) Produk *Charcoal* dan Asap Cair

Yield produk *charcoal* yang dihasilkan pada proses pirolisis dengan menggunakan variasi waktu 180, 150, 120, 90, dan 60 menit yang menunjukkan penurunan yang mengartikan semakin lama waktu pirolisis yang dilakukan maka berat arang dari serbuk gergaji batang kelapa semakin menurun. Hasil *yield* serbuk gergaji batang kelapa pada suhu 180 menit dan 150 menit yaitu 32% dengan nilai *yield* tertinggi terjadi pada waktu 1jam yaitu 35%, sedangkan nilai *yield* terendah terjadi pada waktu 180 menit dan 150 menit yaitu 32%. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pirolisis maka reaksi pirolisis akan semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun dan asap cair akan semakin [12].

Rendahnya *yield* bukan penentu baik buruknya arang yang dihasilkan, begitupun tingginya rendemen bukan berarti yang menentukan bahwa arang serbuk

gergaji tersebut baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku briket atau bahan bakar lainnya. Nilai *yield* adalah perbandingan antara jumlah bahan sebelum dilakukan pirolisis dengan jumlah produk setelah pirolisis. dalam penelitian yang dilakukan [13] mengatakan faktor kehilangan massa ini disebabkan akibat proses pemanasan bahan sehingga terjadi proses penguapan kandungan air biomassa. Selain itu, temperatur pirolisis juga menyebabkan proses pelepasan gas dalam biomassa. Proses-proses ini menyebabkan biomassa kehilangan sebagian massanya. Proses kehilangan massa ini sesuai dengan teori dalam *slow pyrolysis*. Produk- produk *non-combustible* seperti CO₂, senyawa organik, dan uap air, dihilangkan pada temperatur antara 100°C dan 200°C. Di atas temperatur 200°C, terjadi pemecahan struktur komponen bahan organik menjadi gas dengan massa molekul yang rendah. Proses ini selanjutnya akan menyisakan bahan dalam bentuk *charcoal* sehingga massa awal biomassa berkurang menjadi massa *charcoal*.

Pada proses pirolisis ini terdapat 2 hasil yaitu hasil utama dan hasil samping, dimana untuk hasil utamanya ialah *charcoal* dan hasil sampingnya ialah asap cair. Berdasarkan hasil analisis laboratorium menggunakan instrument gas kromatografi massa (GCMS) terhadap kandungan kimia asap cair grade 3 dari bahan baku limbah biomassa serbuk gergaji batang kelapa yg dipirolisis pada suhu 400°C waktu 150 menit menggunakan gas *inert* Argon dengan laju alir 2 liter/menit, dengan rendemen 44% wt.

3. Hasil Analisis Proximate Charcoal

Pada tabel 3, hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon pada variasi temperatur 400°C dengan waktu 150 menit dan laju alir 2 liter/menit. Perbedaan hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* argon dimana nilai kadar air, kadar abu, dan kadar karbon terjadi perubahan diantara kedua variasi tersebut mendapatkan hasil bahwa terjadi perbedaan antara tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon. Kemudian nilai kalor terjadi peningkatan untuk hasil persentasi dapat dilihat pada tabel 3 diatas sesuai dengan SNI 1683-2021 tentang arang kayu.

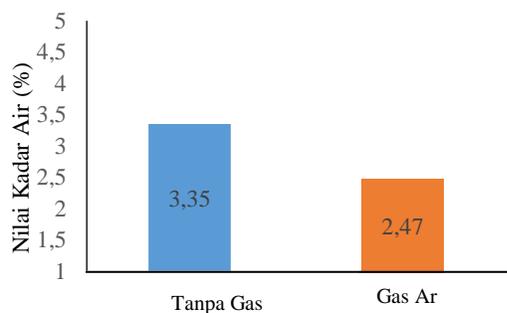
Dalam pengujian kadar air pada hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon, didapatkan nilai uji kadar air yang berbeda hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Hasil Analisis *Proximate Charcoal*

Parameter	Unit	Penggunaan Gas <i>Inert</i> (Laju 2 L/menit, T 400 °C, t 2,5 jam)		SNI 1683- 2021
		Tanpa Gas	Argon (Ar)	
Moisture In Analysis the Sample, ADB	% wt	3,53	2,47	≤ 8%
Ash Content, ADB	% wt	3,96	4,11	≤ 4%
Volatile Matter, ADB	% wt	35,39	16,85	10- 17%
Fixed Carbon, ADB	% wt	57,12	76,57	≥ 79
Total Sulfur, ADB	% wt	0,03	0,02	
Gross Calorific Value, ADB	Kcal/kg	7050	7202	>6500

A. Kadar Air (*Moisture*)

Berdasarkan pada grafik di atas, saat pengujian *proximate* terhadap hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon, kandungan kadar air hasil pirolisis tanpa gas *inert* yaitu 3,35%, sedangkan dengan gas *inert* Argon yaitu 2,47%. Fenomena ini dapat dijelaskan bahwa dengan gas *inert* Argon dapat meminimalisasi kandungan udara oksigen yang ada dalam reaktor pirolisis sehingga semakin mengurangi proses oksidasi atau pembakaran bahan biomassa yang ada dalam reaktor dan sebaliknya semakin menyempurnakan proses pirolisis yaitu proses terdegradasi makromolekul menjadi senyawa lebih sederhana akibat panas tanpa/minim adanya oksigen, termasuk semakin memudahkan proses penguapan kadar air [10].

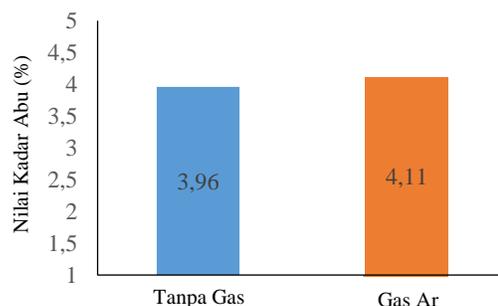


Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Kadar Air Pirolisis Menggunakan Gas *Inert* Argon dengan Nilai Kadar Air Pirolisis Tanpa Menggunakan Gas *Inert* Argon

Dari hasil penelitian ini hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon kadar air yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 1683-2021 Tentang Arang Kayu dimana standarnya adalah ≤ 8%.

B. Kadar Abu

Kadar abu juga menjadi parameter penting yang harus diuji untuk mengetahui kualitas *charcoal*. Hasil pirolisis dengan kadar abu tinggi akan menghasilkan *charcoal* dengan nilai kalor yang tinggi. Grafik dibawah ini dapat menunjukkan seberapa besar kadar abu yang dihasilkan dari hasil pirolisis serbuk gergaji batang pohon kelapa.



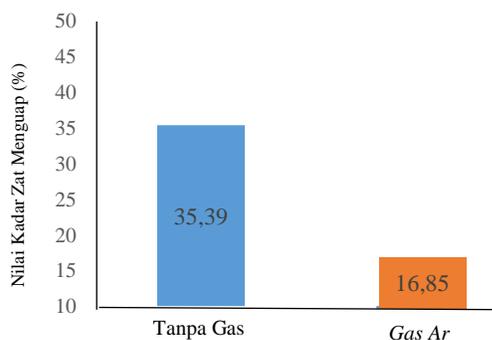
Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Kadar Abu Pirolisis Menggunakan Gas *Inert* Argon dengan Nilai Kadar Abu Pirolisis Tanpa Menggunakan Gas *Inert* Argon

Berdasarkan pada grafik di atas, saat pengujian *proximate* terhadap hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon, kandungan kadar abu hasil pirolisis tanpa gas *inert* yaitu 3,96%, sedangkan dengan gas *inert* Argon yaitu 4,11%. Kadar abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan nilai kalor lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran atau pirolisis.

Hasil uji kadar abu SNI 1683-2021 tentang arang kayu, kadar abu yang diperbolehkan tidak melebihi nilai 4%. Pada penelitian ini, kadar abu yang dihasilkan pada variasi penambahan gas *inert* melebihi standar yang ditentukan yaitu sebesar 4,11%. Sedangkan hasil pirolisis tanpa gas *inert* tidak melebihi standar yang ditentukan yaitu 3,96%.

Dikutip dari [14] bahwa tingginya kadar abu pada arang dapat disebabkan oleh adanya kandungan garam-garam karbonat dari kalium, kalsium, magnesium serta silika sebagai substansi yang biasanya ditemukan pada proses pengarangan dari bahan tumbuhan.

C. Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Kadar Zat Menguap Pirolisis Menggunakan Gas *Inert* Argon dengan Nilai Kadar Zat Menguap Pirolisis Tanpa Menggunakan Gas *Inert* Argon

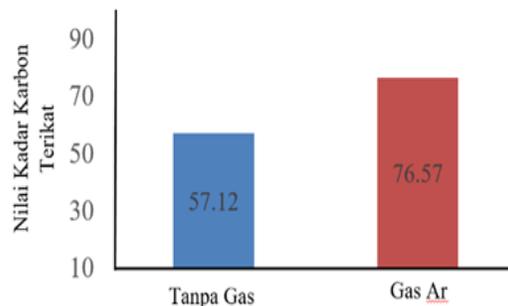
Hasil uji kadar zat menguap SNI 1683-2021 tentang arang kayu, kadar zat menguap yang diperbolehkan adalah 10-17%. Pada penelitian ini, kadar abu yang dihasilkan pada variasi penambahan gas *inert* tidak melebihi standar yang ditentukan yaitu sebesar 16,85%. Sedangkan hasil pirolisis tanpa gas *inert* melebihi standar yang ditentukan yaitu 35,39%.

Namun dalam hal ini telah menunjukkan bahwa selama proses pirolisis yang dilakukan telah berjalan sangat baik dimana dengan dialirkan gas *inert* Argon maka proses pirolisis menjadi lebih sempurna sehingga fraksi yang menguap pada bahan baku sebagian besar sudah hilang. Proses pirolisis yang baik akan menghasilkan rendaman arang tinggi dengan kadar zat menguap rendah dan kadar karbon terikat tinggi sehingga nilai kalor arang tinggi. Rendahnya kadar zat menguap menunjukkan komponen dengan kadar oksigen tinggi seperti hemiselulosa dan selulosa amorf sudah terdekomposisi secara thermal dan hanya menghasilkan produk arang utama dari lignin dan selulosa kristalin [14].

D. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Berdasarkan pada grafik di atas, saat pengujian *proximate* terhadap hasil pirolisis tanpa gas *inert* dan dengan gas *inert* Argon, kandungan kadar karbon terikat hasil pirolisis tanpa gas *inert* yaitu 57,12%, sedangkan dengan gas *inert* Argon yaitu 76,57%. Menurut SNI 1683-2021 tentang arang kayu, kadar zat karbon terikat adalah $\geq 79\%$. Pada penelitian ini kadar karbon terikat belum memenuhi standar yang telah ditentukan, *charcoal* hasil pirolisis dengan gas

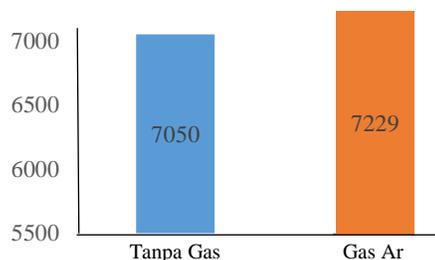
inert argon maupun *charcoal* hasil pirolisis tanpa gas *inert*.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Kadar Karbon Terikat Pirolisis Menggunakan Gas *Inert* Argon dengan Nilai Kadar Karbon Terikat Pirolisis Tanpa Menggunakan Gas *Inert* Argon

Namun dari gambar 6 perbandingan nilai kadar karbon terikat pirolisis menggunakan gas *inert* argon dengan nilai kadar karbon terikat pirolisis tanpa menggunakan gas *inert* argon menunjukkan bahwa nilai kadar karbon yang dihasilkan relatif mengalami kenaikan pada saat dialirkan gas argon ke dalam reaktor, hal ini karena terjadinya proses pembakaran atau pirolisis yang sempurna sehingga komponen air atau fraksi air, abu dan *volatile* akan mudah menguap dan akan menaikkan nilai kadar karbon. Menurut [14] tingginya nilai kadar karbon terikat ini dapat disebabkan oleh rendahnya kadar air, abu dan *volatile* sehingga semua komponen tersebut akan langsung mempengaruhi perhitungan kadar karbon atau *fixed carbon* menjadi lebih tinggi.

E. Nilai Kalor



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Kalor Pirolisis Menggunakan Gas *Inert* Argon dengan Nilai Kalor Pirolisis Tanpa Menggunakan Gas *Inert* Argon

Berdasarkan hasil perbandingan seperti yang digambarkan pada gambar 7, dapat dilihat bahwa pirolisis dengan menggunakan gas *inert* argon lebih efektif dibandingkan dengan pirolisis tanpa gas *inert*, pirolisis tanpa gas memiliki nilai kalor 7050 Kcal/kg sedangkan pirolisis dengan gas *inert* Ar memiliki nilai kalor 7229, terdapat kenaikan nilai kalor sebesar 2,5%. Berdasarkan Menurut SNI 1683-2021 tentang arang kayu untuk nilai kalor *charcoal* yaitu minimal sebesar 6500 Kkal/kg, dan berdasarkan karakteristik tersebut hasil pirolisis limbah biomassa serbuk gergaji batang pohon kelapa dengan waktu optimum pirolisis selama 150 menit dengan suhu 400°C dan laju alir gas *inert* Argon ialah 2L/menit telah memenuhi Syarat Mutu Standar Nasional Indonesia.

Penambahan gas *inert* Argon kedalam reaktor membuat proses karbonisasi akan semakin baik karena gas Argon akan menekan keluar gas oksigen yang berada dalam reaktor dan semakin banyak oksigen yang keluar maka semakin sempurna proses pembakaran, dengan proses pembakaran yang sempurna maka akan menaikkan nilai kalor [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Serbuk gergaji batang kelapa potensi dijadikan bahan bakar berdasarkan nilai *fixed carbon* 18,6% (ADB), dengan nilai kalor sekitar 4400 kkal/kg (ADB). Berdasarkan indikasi nilai kandungan karbon mencapai 48% (ADB).
2. Pirolisis dengan menggunakan gas *inert* argon lebih efektif dibandingkan dengan pirolisis tanpa gas *inert*, pirolisis tanpa gas memiliki nilai kalor 7050 Kcal/kg sedangkan pirolisis dengan gas *inert* Ar memiliki nilai kalor 7229, terdapat kenaikan nilai kalor sebesar 2,5%.
3. Hasil pirolisis limbah biomassa serbuk gergaji batang pohon kelapa dengan waktu optimum pirolisis selama 2,5 jam dengan suhu 400°C dan laju alir gas *inert* Argon ialah 2L/Menit maka diperoleh karakteristik *charcoal* dimana, *volatile matter* sebesar 16,85% wt, *moisture* 2,47% wt, *ash content* 4,11% wt, dan nilai *fixed carbon* 76,57% wt. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia untuk nilai kalor *charcoal* yaitu minimal sebesar 6500 Kkal/kg, dan

berdasarkan karakteristik tersebut hasil pirolisis limbah biomassa serbuk gergaji batang pohon kelapa dengan waktu optimum pirolisis selama 2,5 jam dengan suhu 400°C dan laju alir gas *inert* Argon ialah 2L/Menit telah memenuhi SNI 1683-2021 Tentang Arang Kayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada bapak Direktur DRTPM Dikti yang secara tidak langsung telah membantu biaya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Muzdalifah, T. Syarif, And A. Aladin, "Potensi Pemanfaatan Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Besi (Eusideroxylon Zwageri) Menjadi Asap Cair Melalui Proses Pirolisis," *Iltek J. Teknol.*, Vol. 15, No. 2, Pp. 78–81, 2020, Doi: 10.47398/Iltek.V15i2.523.
- [2] S. Jamilatun, M. Setyawan, S. Salamah, D. A. A. Purnama, and R. U. M. Putri, "Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivasi Sebelum dan Sesudah Pirolisis," *J. Fak. Tek. UMJ*, no. 0258, pp. 1–8, 2015.
- [3] R. Dewi, A. Azhari, and I. Nofriadi, "Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 9, no. 2, p. 12, 2021, doi: 10.29103/jtku.v9i2.3351.
- [4] K. Ridhuan, D. Irawan, Y. Zanaria, and F. Firmansyah, "Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi bioarang - Asap Cair Yang Dihasilkan," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 18–27, 2019, doi: 10.23917/mesin.v20i1.7976.
- [5] M. Syamsiro, A. N. Hadiyanto, and Z. Mufrodi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2016.
- [6] F. A. Berutu and M. Masthura, "Analisis Energi Dispersif dan Uji Kapasitansi Karbon Aktif Sabut Pinang (Areca Catechu L) Sebagai Elektroda Kapasitor," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 95–100, 2022, doi: 10.25077/jfu.12.1.95-100.2023.

- [7] F. Kasim, A. N. Fitrah, and E. Hambali, "Program Studi Teknologi Pertanian, Universitas Andalas," *Pasti*, vol. IX, no. 1, pp. 28–34, 2015.
- [8] Y. Prasetyo, B. Hidayat, and S. Bintang, "Karakteristik Kimia Biochar Dari Beberapa Biomassa Dan Metode Pirolisis," *J. Agrium*, vol. 23, no. 1, pp. 17–20, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>.
- [9] E. Erawati, E. Budiyan, and W. B. Sediawan, "Karakteristik Produk Pirolisis dari Sekam Padi Tongkol Jagung dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Menggunakan Katalis Zeolit," 2014.
- [10] Aladin, A., Basri Modding, Takdir Syarif, Lastri Wiyani dan Hijrah Amaliyah Aziz, "*Pirolisis Simultan*", Penerbit Nas Media Pustaka - Makassar (Anggota Ikapi 0812/Ssl/2018) Isbn: 978-623-351-716-4.
- [11] Aladin, A., Yani, S., Modding, B., dan Wiyani, L. "Pyrolysis Of Corncob Waste To Produce Liquid Smoke. Iop Conference Series: Earth And Environmental Science", 175(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/175/1/012020>
- [12] Diharyo, S., Damanik, Z., dan Gumiri, S. "Pengaruh Lama Aktifasi dengan H_3PO_4 dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Ukuran Pori dan Luas Permukaan Butir Arang Aktif". In Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah (Vol. 5, No. 1, Pp. 48-54).
- [13] Qiram, I., Widhiyanuriyawan, D., dan Wijayanti, W. "Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Kuantitas Char Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (*Switenia Macrophylla*) Pada Rotary 39 Kiln". *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(1), 39–44. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jrm.2015.006.01.6>
- [14] S. Hasan, A. Aladin, T. Syarif, and M. Arman, "Pengaruh Penambahan Gas Nitrogen Terhadap Kualitas Charcoal Yang Diproduksi Secara Pirolisis Dari Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Euxideroxylon Zwageri*)," *J. Chem. Process Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–68, 2020, doi: 10.33536/jcpe.v5i1.472.