

**PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS TERHADAP KUALITAS  
KARBON AKTIF DARI BATUBARA LIGNIT**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana bidang Studi Kimia**



**Oleh:**

**HANIFAH CAHYANINGRUM**

**08031182025003**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS TERHADAP KUALITAS  
KARBON AKTIF DARI BATUBARA LIGNIT**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh:**

**HANIFAH CAHYANINGRUM**

**06031182025003**

**Indralaya, 17 Juli 2024**

**Teah Disetujui  
Pembimbing**



**Dr. Zainal Ferozi, M.Si**

**NIP. 196708211995121001**



**Prof. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D.**

**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Makalah Seminar Hasil Hanifah Cahyaningrum (08031182025003) dengan judul "Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit" telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Seminar Hasil Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 17 Juli 2024

Ketua :

1. **Dra. Fatma, M.S.**  
NIP. 196207181991022001

( Fatma )

Sekretaris :

1. **Dra. Julinar, M.Si.**  
NIP. 196507251993032002

( Julinar )

Pembimbing :

1. **Dr. Zainal Fanani, M.Si.**  
NIP. 196708211995121001

( Zainal Fanani )

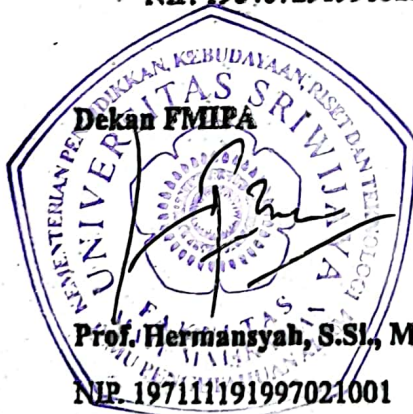
Penguji :

1. **Prof. Dr. Hasznudin, M.Si.**  
NIP. 197205151997021003
2. **Dr. Eliza, M.Si.**  
NIP. 196407291991022001

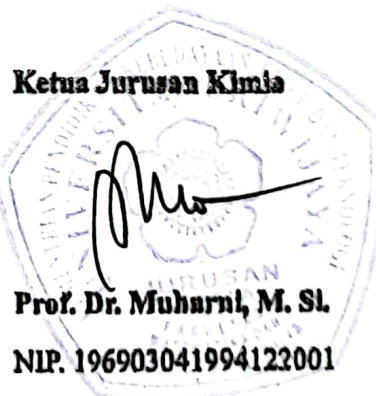
( Hasznudin )

( Eliza )

Mengetahui,



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.**  
NIP. 197111191997021001



**Ketua Jurusan Kimia**  
**Prof. Dr. Muharni, M. Si.**  
NIP. 196903041994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Hanifah Cahyaningrum

NIM : 08031182025003

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 17 Juli 2024

Penulis,



Hanifah Cahyaningrum

NIM. 08031182025003

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Hanifah Cahyaningrum  
NIM : 08031182025003  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right)" atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Pengaruh *Temperature Pyrolysis* Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mngelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 17 Juli 2024

Penulis,



Hanifah Cahyaningrum

NIM. 08031182025003

## HALAMAN PERSEMBAHAN

"Ketetapan Allah pasti datang, maka janganlah kamu meminta agar dipercepat (datang)nya. Maha Suci Allah dan Maha Tinggi Dia dari apa yang mereka persekutukan." (QS. An-Nahl: 1).

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyiraah: 6).

“Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.” (QS. Al-Baqarah: 216).

Skripsi ini sebagai tanda syukur dan terimakasih kepada Alah SWT dan Baginda Rasul Muhammad SAW, dan saya persembahkan kepada:

1. Bapakku Kasimin dan Ibuku Eny Susanty yang Hani sangat sayangi, yang selalu mendoakan dan mendukung Hani.
2. Kakakku Gita Cahyaingtyas yang telah memberikan semangat dan dukungan kepadaku.
3. Keluarga besarku yang selalu mensupport dan mendoakanku.
4. Dosen pembimbing Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si yang selalu memberikan arahan dan bimbingannya.
5. Seluruh dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Almamater Universitas Sriwijaya.
8. Diriku sendiri, Hanifah Cahyaningrum terimakasih telah bertahan sampai saat dititik ini, tidak pernah menyerah, dan selalu berusaha semaksimal mungkin.

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh *Temperature Pyrolysis* Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari penyusunan judul, pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data, pengolahan data maupun tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswa serta bantuan dari berbagai pihak lain baik berupa moril maupun material, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada bapak **Dr. Zainal Fanani, M.Si.** yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, bantuan, saran, nasihat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermasyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si. selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini dan selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan serta bimbingan selama masa studi.
5. Bapak Prof. Dr. Hasanudin, M.Si. dan Ibu Dr. Eliza, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
6. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing selama masa kuliah.
7. Mba Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.

8. Seluruh Analis jurusan Kimia yang telah membantu dan meberikan ilmu selama masa kuliah.
9. Kedua orang tuaku tercinta, bapak dan ibu yang sangat aku sayangi dan cintai. Terima kasih saja tidak akan cukup untuk menggambarkan betapa luar biasanya kalian dimata ku. Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan semangat yang sudah kalian beliaiu. Terima kasih karena sudah sabar dengan segala sikap ku. Maaf belum bisa memberikan yang terbaik untuk kalian, tapi selalu ku usahakan untuk selalu membuat kalian bahagia. Terima kasih untuk 22 tahun ini, kalian adalah orang tua yang luar biasa untuk ku. Bapak terima kasih atas keringat dan kerja keras mu untuk menghidupi kami, membiayakan anak-anaknya sekolah, hingga saat ini. Ibu terima kasih atas sabar mu yang luas dalam menghadapi berbagai sifat anak-anaknya. Semoga bapak dan ibu selalu diberi kesehatan, panjang umur, murah rezeki, dan selalu ada buat Hanifah yaa, Pak, Bu.
10. Mbak tata, mas wahid, dan saka terima kasih atas segala dukungan yang kalian berikan. Untuk mbak tata maaf kita sering berbeda pendapat, maaf jika kata-kata ku menyakitimu, tapi ketahuilah aku sayang sama mbak. Terima kasih sudah menjadi mbak yang baik, yang selalu mengingatkan aku, walau aku suka tidak mendengar. Terima kasih sudah menjaga ku selama ini. Untuk mas wahid dan saka terima kasih telah hadir dalam keluarga ini, semoga kedepannya kita terus bahagia.
11. Teman seperjuanganku, Sandi dan Moli. Terima kasih atas perjuangan kalian hingga dititik ini. Untuk Sandi, temanku dari semester 1 yang selalu jadi teman keluh kesah ku, terima kasih sudah bersama ku hingga akhir. Maaf jika sering buat emosi. Tapi terima kasih karena sudah menjadi teman yang selalu ada buat ku. Untuk Moli, terima kasih sudah melengkapi tim ini, mungkin kalo gaada moli, aku sama sandi ga tau la gimana. Terima kasih mol selalu sabar dengan sifat aku, terima kasih sudah bertahan sampai detik ini.
12. Sahabatku dari SMP, Precillia Wulandari. Terima kasih sudah menjadi pendengar yang baik untuk ku. Aku ga tau kita bisa sahabatan karena apa, tapi kita terlalu banyak kesamaan. Terima kasih selalu ada buat aku, selalu sabar menghadapi tingkah random ku. Walaupun kita sebenarnya jarang ketemu dan chat, tapi klo udah ketemu ada aja ceritanya. Terima kasih sudah berjuang bersama ku. Wulan juga bisa kok tinggal dikit lagi. Kalo perlu bantuan bilang ya, jangan gengsian.



Setelah semua ini selesai yok kita kulineran lagi.

13. Putri Sari Wahyuningsih, teman ku dari semester 1, yang hampir jadi teman kamar kosan. Terima kasih banyak atas bantuan dan dukungan yang sudah diberikan. Susah untuk mendeskripsikan seorang putri dimata hanifah, karena kalo gaada putri pasti ada yang kurang bagi hanifah. Terima kasih sudah sabar dengan sikap ku, terima kasih sudah mau menjadikan aku teman mu. Pokoknya terima kasih untuk 4 tahun ini.
14. Bidadari Tanjung Bulan (Nia, Alia, Mira, Nurul, Dina, Hanifah) terima kasih untuk 40 harinya yang sangat berkesan selama di Lahat. Terima kasih sudah hadir dalam cerita hidupku. Semoga pertemanan kita selalu terjaga, sukses selalu untuk saudari-saudariku.
15. Anisah, Riska, Erida, dan Putri yang berjuang bersamaku dalam menyelesaikan ini. Kalian menjadi penghibur ku ditengah-tengah hiruk pikuk penelitian dan penulisan. Kita sama-sama saling menghibur walaupun sama-sama lagi streess. Terima kasih karena sudah menemaniku.
16. Rekan-rekan seperjuangan Kimia Angkatan 2020, terima kasih atas kerja samanya selama ini dan semangat dari kalian semua, sukses selalu.
17. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Semoga bantuan kalian menjadi kemudahan dalam menjalankan kehidupan yang dirahmati Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, 17 Juli 2024

Penulis

## SUMMARY

### THE EFFECT OF TEMPERATURE PYROLYSIS ON THE QUALITY OF ACTIVATED CARBON FROM LIGNITE COAL

Hanifah Cahyaningrum : Supervised by Dr. Zainal Fanani, M.Si.  
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University  
xi + 57 pages, 9 tables, 13 pictures, 12 appendices

The demand for activated carbon in the world continues to increase every year, but the available activated carbon is very expensive and there are limitations in raw materials. Lignite coal can be an alternative because of its abundant existence. The purpose of this study was to make activated carbon from lignite coal in the best conditions using the pyrolysis method with temperature variations of 450, 500, 550, and 600°C. The quality of the activated carbon obtained was tested by measuring the water content, ash content, volatile matter content, bound carbon content, iodine and methylene blue absorption capacity, and calorific value. To determine the structure of activated carbon, characterization was carried out using X-Ray Diffraction (XRD). The results of the activated carbon quality test showed that the best activated carbon was at a temperature of 600°C which had a water content of 1.66%, ash content of 6.17%, volatile matter content of 2.58%, bound carbon of 89.59%, and a calorific value of 7055.01 cal/g. Measurement of adsorption capacity using iodine on activated carbon at a temperature of 600°C was obtained at 366.82 mg/g, while measurement of adsorption capacity using methylene blue was obtained at 15.73 mg/g. The porosity of activated carbon was calculated based on the adsorption value of iodine and methylene blue obtained in the form of a surface area of 373.82 m<sup>2</sup>/g, a micropore volume of 0.1116 cm<sup>3</sup>/g, and a total pore volume of 0.2035 cm<sup>3</sup>/g. The results of the XRD characterization of activated carbon showed that the peak  $2\theta = 21.16^\circ$  was a graphite peak and  $2\theta = 43.11^\circ$  was a carbon peak.

Keywords : Activated Carbon, Lignite Coal, Pyrolysis  
Citations : 41 (2011-2024)

## RINGKASAN

### PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS TERHADAP KUALITAS KARBON AKTIF DARI BATUBARA LIGNIT

Hanifah Cahyaningrum : dibimbing oleh Dr. Zainal Fanani, M.Si.  
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
xi + 57 halaman, 9 tabel, 13 gambar, 12 lampiran

Permintaan karbon aktif di dunia yang terus meningkat setiap tahunnya, namun karbon aktif yang tersedia sangat mahal dan adanya keterbatasan bahan baku. Batubara lignit dapat menjadi salah satu alternatif dikarenakan keberadaannya yang melimpah. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat karbon aktif dari batubara lignit pada kondisi terbaik menggunakan metode pirolisis dengan variasi temperatur yaitu 450, 500, 550, dan 600°C. Karbon aktif yang diperoleh diuji kualitasnya dengan mengukur kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, daya serap iodin dan metilen biru, serta nilai kalor. Untuk mengetahui struktur karbon aktif dilakukan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Hasil dari pengujian kualitas karbon aktif diperoleh karbon aktif terbaik terdapat pada temperatur 600°C yang memiliki kadar air sebesar 1,66%, kadar abu sebesar 6,17%, kadar zat terbang sebesar 2,58%, karbon terikat sebesar 89,59%, dan nilai kalor sebesar 7055,01 cal/g. Pengukuran daya serap dengan menggunakan iodin pada karbon aktif dengan temperature 600°C diperoleh sebesar 366,82 mg/g, sedangkan pengukuran daya serap menggunakan metilen biru diperoleh sebesar 15,73 mg/g. Porositas karbon aktif dihitung berdasarkan nilai daya serap iodin dan metilen biru diperoleh berupa luas permukaan sebesar 373,82 m<sup>2</sup>/g, volume mikropori sebesar 0,1116 cm<sup>3</sup>/g, dan volume pori total sebesar 0,2035 cm<sup>3</sup>/g. Hasil karakterisasi XRD karbon aktif menunjukkan puncak  $2\theta = 21.16^\circ$  berupa puncak grafit dan  $2\theta = 43.11^\circ$  berupa puncak karbon.

Kata Kunci : Karbon Aktif, Batubara Lignit, Pirolisis  
Sitasi : 41 (2011-2024)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Batu Bara .....	4
2.1.1 Batubara Lignit .....	5
2.2 Karbon Aktif .....	5
2.3 Pirolisis .....	7
2.3.1 <i>Fast</i> Pirolisis .....	8
2.3.2 <i>Slow</i> Pirolisis.....	9
2.4 Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Karbon Aktif .....	9
2.5 Pembuatan Karbon Aktif Dari Batubara Lignit .....	10
2.6 Pengujian Kualitas Karbon Aktif .....	11
2.6.1 Kadar Air.....	11
2.6.2 Kadar Abu .....	12
2.6.3 Kadar Zat Terbang ( <i>Volatile meter</i> ) .....	12
2.6.4 Uji Kadar Karbon Terikat .....	12

2.6.5	Bilangan Iodin.....	13
2.6.6	Bilangan Metilen Biru.....	13
2.7	<i>Thermogravimetric analysis</i> (TGA) .....	13
2.8	Karakterisasi Karbon Aktif Dari Batubara Lignit.....	14
2.8.1	Penentuan Nilai Kalor .....	14
2.8.2	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>17</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2	Alat dan Bahan .....	17
3.2.1	Alat.....	17
3.2.2	Bahan .....	17
3.3	Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1	Persiapan Batubara Lignit.....	17
3.3.2	Pembuatan Karbon Aktif Melalui Proses Pirolisis .....	17
3.3.3	Pengujian Kualitas Karbon Aktif.....	18
3.3.3.1	Kadar Air.....	18
3.3.3.2	Kadar Abu .....	18
3.3.3.3	Kadar Zat Terbang.....	18
3.3.3.4	Kadar Karbon Terikat.....	19
3.3.3.5	Menentukan Bilangan Iodine .....	19
3.3.3.6	Menentukan Bilangan Metilen Biru.....	19
3.3.4	<i>Thermogravimetric analysis</i> (TGA) .....	20
3.3.5	Penentuan Nilai Kalor.....	20
3.3.6	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	20
3.3.7	Analisa Data.....	20
3.3.7.1	Menentukan Luas Permukaan Pori .....	20
3.3.7.2	Menentukan Volume Mikropori .....	20
3.3.7.3	Menentukan Volume Pori Total.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>22</b>
4.1	Analisis Proksimat Batubara Lignit .....	22
4.2	Pembuatan Karbon Aktif Dari Batubara Lignit .....	22
4.3	Pengaruh Temperatur Terhadap Kadar Air.....	24
4.4	Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Abu.....	25
4.5	Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Zat Terbang .....	26

4.6 Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Karbon Terikat .....	27
4.7 Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor .....	28
4.8 Bilangan Iodin dan Metilen Biru Karbon Aktif .....	29
4.9 Porositas Karbon Aktif.....	30
4.10 Karakterisasi Karbon Aktif dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> (a) batubara lignit (Gvozdyakov et al., 2022) dan (b) struktur batubara lignit (Ghani et al., 2015).....	5
<b>Gambar 2.</b> (a) karbon aktif (Ibrahim et al., 2014) dan (b) struktur karbon aktif (Ahmed et al., 2023) .....	7
<b>Gambar 3.</b> Rangkaian Alat Pirolisis .....	8
<b>Gambar 4.</b> Skema Alat Pirolisis.....	17
<b>Gambar 5.</b> Grafik karbon aktif yang terbentuk dan gas yang hilang.....	23
<b>Gambar 6.</b> Nilai Kadar Air .....	24
<b>Gambar 7.</b> Nilai kadar abu.....	25
<b>Gambar 8.</b> Nilai kadar zat terbang.....	26
<b>Gambar 9.</b> Nilai kadar karbon terikat .....	27
<b>Gambar 11.</b> Nilai kalor .....	28
<b>Gambar 10.</b> Kurva Bilangan Metilen Biru .....	29
<b>Gambar 12.</b> Pola XRD karbon aktif melalui slow pirolisis.....	31
<b>Gambar 13.</b> Kurva Kalibrasi Larutan Metilen Biru.....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Table 1.</b> Kualitas karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995.....	11
<b>Table 2.</b> Hasil Uji Proksimat Batubara Lignit .....	22



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Skema Kerja.....	38
<b>Lampiran 2.</b> Karbon Aktif yang Terbentuk .....	41
<b>Lampiran 3.</b> Perhitungan Kadar Air .....	43
<b>Lampiran 4.</b> Perhitungan Kadar Abu.....	45
<b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Kadar ZatTerbang.....	47
<b>Lampiran 6.</b> Perhitungan Kadar Karbon terikat .....	49
<b>Lampiran 7.</b> Perhitungan Bilangan Iodin (IN) .....	50
<b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Bilangan Metilen Biru (MBN) .....	51
<b>Lampiran 9.</b> Porositas Karbon Aktif.....	54
<b>Lampiran 10.</b> Penentuan Nilai Kalor Karbon Aktif .....	55
<b>Lampiran 11.</b> Karakterisasi XRD .....	56
<b>Lampiran 12.</b> Gambar Alat dan Bahan Penelitian .....	57

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan salah satu sumber energi utama di dunia, dimana sumber daya batubara menyumbang sebanyak 57% dari total konsumsi energi primer dalam beberapa tahun terakhir (Bai *et al.*, 2023). Indonesia memiliki cadangan batubara sebanyak 25,2 miliar ton yang tersebar di Sumatera sebanyak 81,3 %, Kalimantan 18,2 %, Sulawesi 0,3 %, Jawa 0,1 %, dan Irian sebesar 0,015 % (Novananda *et al.*, 2020). Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa Sumatera merupakan pulau yang memiliki potensi batubara terbanyak di Indonesia. Menurut data dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, jumlah sumber daya batubara Indonesia pada tahun 2021 adalah sebesar 148,70 miliar ton yang berasal dari 1407 lokasi, dengan cadangan batubara yang tercatat sebesar 39,56 miliar ton (Aziz *et al.*, 2022). Sekitar 60% cadangan batubara terdiri dari batubara peringkat rendah dengan kandungan kalori kurang dari 5.100 kkal/kg. Pemerintah Indonesia telah membuat peraturan nomor 25 tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara, untuk meningkatkan nilai tambah komoditas mineral dan batubara dengan memanfaatkan batubara salah satunya sebagai karbon aktif ( Handoko *et al.*, 2021).

Permintaan karbon aktif dunia adalah sekitar 4,28 juta metrik ton dan diperkirakan akan meningkat lebih dari sepuluh persen selama lima tahun ke depan. Namun, karbon aktif yang tersedia secara komersial mahal dan mungkin tidak ekonomis (Bedmohata *et al.*, 2015). Melihat banyaknya permintaan karbon aktif dan keterbatasan bahan baku, maka batubara merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan karena batubara sangat melimpah keberadaannya, terutama batubara lignit yang kurang termanfaatkan (Nurrahman *et al.*, 2021).

Pemanfaatan batubara sebagai karbon aktif salah satunya melalui proses pirolisis. Pirolisis batubara merupakan tahap pertama dalam seluruh proses termal untuk pemanfaatan batubara seperti pembakaran, karbonisasi, gasifikasi, dan peningkatan termal dalam kondisi udara terbatas ( Handoko *et al.*, 2021). Pirolisis adalah suatu proses konversi termokimia sebagai teknik yang menjanjikan untuk mengubah biomassa dan residu limbah menjadi produk energi yang berharga.

Selama pirolisis, biomassa mengalami dekomposisi termal tanpa adanya pengaruh dari lingkungan pengoksidasi yang mengarah pada pembentukan arang padat, minyak nabati cair, dan gas yang tidak dapat terkondensasi. Pemanfaatan produk pirolisis ini menawarkan potensi untuk menghasilkan biofuel dan biochar untuk perbaikan tanah, serta bahan kimia lain untuk beragam aplikasi industri (Ali *et al.*, 2023). Metode pirolisis dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu, *slow* pirolisis dan *fast* pirolisis. Pada penelitian ini digunakan *slow* pirolisis dengan laju pemanasan yang lambat antara 0,1–1°C/s. Waktu yang diperlukan mulai dari menit hingga jam dan kisaran temperaturnya sebesar 400–600°C. *Slow* pirolisis telah digunakan selama berabad-abad untuk memproduksi metanol dan menghasilkan arang, gas, serta cairan dalam jumlah yang sama (Dickerson & Soria, 2013).

Penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dari batubara lignit untuk dilakukan uji kualitas karbon aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 berupa uji kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, dan daya serap iodin, juga mengukur daya serap keasaman, serta dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk membuat karbon aktif dari batubara lignit melalui proses pirolisis agar dapat dihasilkan karbon aktif yang lebih ekonomis.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap kualitas karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis?
2. Bagaimana bilangan iodin, metilen biru, porositas, dan nilai kalor pada karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis?
3. Bagaimana karakteristik karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis menggunakan XRD?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan temperatur terbaik terhadap kualitas karbon aktif dari pirolisis batubara lignit.
2. Menentukan bilangan iodin, metilen biru, porositas, dan nilai kalor karbon aktif dari pirolisis batubara lignit pada kondisi terbaik.

3. Mengetahui karakteristik karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis menggunakan XRD.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap kualitas karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis, serta dapat mengetahui kondisi terbaik karbon aktif dari batubara lignit melalui proses *slow* pirolisis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. S., Alsultan, M., Sabah, A. A., & Swiegers, G. F. (2023). Carbon Dioxide Adsorption by a High-Surface-Area Activated Charcoal. *Journal of Composites Science*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/jcs7050179>
- Ali, I., Seyfeli, R. C., Tahir, M. H., & Ceylan, S. (2023). Pyrolytic conversion of waste hemp: Kinetics, product characterization, and boosted regression tree modeling. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 175(May), 106165. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.106165>
- Aziz, M. A., Wahyuni, S., Fadila, H., Fitriyah, F., Sulastri, S., Luktyansyah, I. M., Siswanto, S., & Priyono, P. (2022). Karakterisasi batubara low-rank asal Jambi dan beberapa daerah di Indonesia sebagai bahan baku pupuk humat. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol18.no1.2022.1222>
- Bai, B., Qiang, L., Zhang, S., Mu, H., & Ma, X. (2023). Influence of coal structure change caused by different pretreatment methods on Shengli lignit pyrolysis. *Fuel*, 332(P2), 126089. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126089>
- Bartoli, M., & Giorcelli, M. (2022). *Recent Perspectives in Pyrolysis Research*. IntechOpen: London.
- Bedmohata, M. A., Chaudhari, A. R., Singh, S. P., & Choudhary M.D. (2015). Adsorption Capacity of Activated Carbon Prepared by Chemical Activation of Lignin for the Removal of Methylene Blue Dye. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)*, 2(September 2015), 1–13. [www.arcjournals.org](http://www.arcjournals.org)
- Chalil Oglou, R., Gokce, Y., Yagmur, E., & Aktas, Z. (2023). Production of demineralised high quality hierarchical activated carbon from lignit and determination of adsorption performance using methylene blue and p-nitrophenol: The role of surface functionality, accessible pore size and surface area. *Journal of Environmental Management*, 345(June), 118812. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118812>
- Dickerson, T., & Soria, J. (2013). Catalytic fast pyrolysis: A review. *Energies*, 6(1), 514–538. <https://doi.org/10.3390/en6010514>
- Epp, J. (2016). X-Ray Diffraction (XRD) Techniques for Materials Characterization. In *Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00004-3>
- Erwin Junary, Julham Prasetya Pane, & Netti Herlina. (2015). Pengaruh Suhu Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor Dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenca Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 46–52. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i2.14>

- Finkelman, R. B., Dai, S., & French, D. (2019). The importance of minerals in coal as the hosts of chemical elements: A review. *International Journal of Coal Geology*, 212(July), 103251. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2019.103251>
- Gao, R., Li, J., Dong, L., Wang, S., Zhang, Y., Zhang, L., Ye, Z., Zhu, Z., Yin, W., & Jia, S. (2024). Accurate analysis of coal calorific value using NIRS-XRF: Utilizing RF classification and PLSR subtype modeling. *Microchemical Journal*, 201(April), 110716. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.110716>
- Ghani, M. J., Rajoka, M. I., & Akhtar, K. (2015). Investigations in fungal solubilization of coal: Mechanisms and significance. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 20(4), 634–642. <https://doi.org/10.1007/s12257-015-0162-5>
- Gvozdyakov, D. V., Zenkov, A. V., & Kaltaev, A. Z. (2022). Characteristics of spraying and ignition of coal-water fuels based on lignit and liquid pyrolysis products of wood waste. *Energy*, 257, 124813. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124813>
- Handoko, S., Rianda, S., & Nurhadi, N. (2021). Effect of low rank coal temperature and moisture content on slow pyrolysis process. *Indonesian Mining Journal*, 24(2), 105–111. <https://doi.org/10.30556/imj.vol24.no2.2021.1234>
- Hasanudin, Mara., A., & Efrita., E. (2002). Pengaruh Perbandingan Berat Aktivator  $ZnCl_2$  : Batubara Terhadap Porositas Karbon Aktif Dari Batubara Subbituminus. *Jurnal Penelitian Sain*, 12, 64-72.
- Hendrawan, Y., Sutan, S. M., & Kreative, R. (2019). Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 5(3), 200–207. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/420>
- Ibrahim, Martin, A., & Nasruddin. (2014). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkag Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 1–11.
- Imammuddin, A., Soeparman, S., Suprpto, W., & Sonief, A. (2018). Pengaruh Temperatur Karbonisasi terhadap Mikrostruktur dan Pembentukan Kristal pada Biokarbon Eceng Gondok sebagai Bahan Dasar Absorber Gelombang Elektromagnetik Radar. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 135–141. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2018.009.02.10>
- Jiang, X., Xu, J., He, Q., Wang, C., Jiang, L., Xu, K., Wang, Y., Su, S., Hu, S., Du, Z., & Xiang, J. (2023). A study of the relationships between coal heterogeneous chemical structure and pyrolysis behaviours: Mechanism and predicting model. *Energy*, 282(June), 128715. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128715>
- Laos, L. E., Masturi, M., & Yulianti, I. (2016). *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap*

*Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri. V*, SNF2016-MPS-135-SNF2016-MPS-140. <https://doi.org/10.21009/0305020226>

- Li, X., Tian, J., Ju, Y., & Chen, Y. (2022). Permeability variations of lignit and bituminous coals under elevated pyrolysis temperatures (35–600 °C): An experimental study. *Energy*, *254*, 124187. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124187>
- Liu, W., Niu, S., Tang, H., & Zhou, K. (2021). Pore structure evolution during lignit pyrolysis based on nuclear magnetic resonance. *Case Studies in Thermal Engineering*, *26*(June), 101125. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101125>
- Loganathan, S., Valapa, R. B., Mishra, R. K., Pugazhenti, G., & Thomas, S. (2017). Thermogravimetric Analysis for Characterization of Nanomaterials. In *Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization* (Vol. 3). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46139-9.00004-9>
- Novananda, A., Rahmawati, I., Sani, S., Astuti, D. H., & Suprianti, L. (2020). Karbon Aktif Dari Batubara Lignit Dengan Proses Aktivasi Menggunakan Hidrogen Flourida. *Jurnal Teknik Kimia*, *15*(1). [https://doi.org/10.33005/jurnal\\_tekkim.v15i1.2297](https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v15i1.2297)
- Nunes, C. A., & Guerreiro, M. C. (2011). Estimation of surface area and pore volume of activated carbons by methylene blue and iodine numbers. *Quimica Nova*, *34*(3), 472–476. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300020>
- Nurrahman, A., Permana, E., Gusti, D. R., & Lestari, I. (2021). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit. *Jurnal Daur Lingkungan*, *4*(2), 44. <https://doi.org/10.33087/daurling.v4i2.86>
- Prasetyo, T., Nugroho, W., & Trides, T. (2018). Studi Pencairan Batubara (Coal Liquefaction) Metode Pirolisis pada Batubara Peringkat, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, *6*(2), 21–28.
- Prasetyo, A., Yudi, A., & Astuti, R. N. (2011). Dari Ban Bekas Dengan Variasi Konsentrasi. *Nutrino*, *4*, 16–23. [https://www.academia.edu/5864363/Adsorpsi\\_Metilen\\_Blue\\_Pada\\_Karbon\\_Aktif\\_Dari\\_Ban\\_Bekas\\_Dengan\\_Variasi\\_Konsentrasi\\_Nacl\\_Pada\\_Suhu\\_Pengaktifan\\_600\\_O\\_C\\_Dan\\_650\\_O\\_C\\_Oleh](https://www.academia.edu/5864363/Adsorpsi_Metilen_Blue_Pada_Karbon_Aktif_Dari_Ban_Bekas_Dengan_Variasi_Konsentrasi_Nacl_Pada_Suhu_Pengaktifan_600_O_C_Dan_650_O_C_Oleh)
- Qi, J., Fan, C., Wu, H., & Li, S. (2022). Structure evolution of lignit char in step pyrolysis and its combustion reactivity. *Fuel*, *315*(January), 123256. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123256>
- Ridhuan, K., & Suranto, J. (2017). Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori. *Turbo* :

- Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 50–56. <https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.119>
- Rumbino, Y. (2016). Kinetika Pirolisis Batubara Lignit Menggunakan Analisa Termogravimetry. *Seminar Nasional*, 11, 592-598.
- Saparudin, S., Syahrul, S., & Nurchayati, N. (2015). Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Hasil Dan Nilai Kalor Briket Campuran Sekam Padi-Kotoran Ayam. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(1), 16–24. <https://doi.org/10.29303/d.v5i1.46>
- Srisard, S. (2014). Preparation of Activated Carbon from Sindora Siamensis Seed and Canarium Sublatum Guillaumin fruit for Methylene Blue Adsorption. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 5(4), 235–245.
- Sulistyah, S., & Sari, I. P. (2021). Effect of temperature and time of carbonization on coal-based activated carbon adsorption. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098(6), 062020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/6/062020>
- Tani, D., & Lumingkewas, S. (2022). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Dengan Kombinasi Aktivasi Kimia dan Fisika. *Fullerine Journal of Chemistry*. 2(7), 2598-1269.
- Toraya, H. (2016). Introduction to X-ray analysis using the diffraction method. *Rigaku Journal*, 32(2), 35–43. [https://www.rigaku.com/downloads/journal/RJ32-2/Rigaku Journal 32-2\\_35-43.pdf](https://www.rigaku.com/downloads/journal/RJ32-2/Rigaku Journal 32-2_35-43.pdf)
- Xu, K., Hu, S., Zhang, L., Li, H., Chen, Y., Xiong, Z., Xu, J., Jiang, L., Wang, Y., Su, S., & Xiang, J. (2021). Effect of temperature on Shenfu coal pyrolysis process related to its chemical structure transformation. *Fuel Processing Technology*, 213(July 2020), 106662. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2020.106662>
- Zhang, X., Wang, L., Jin, Q., Lin, Z., Zheng, C., Wu, Y., & Wu, X. (2023). Research on on-site measurement factors and performance of coal calorific value based on laser ignition. *Fuel*, 351(May), 128854. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128854>
- Zhao, X., An, Q. Da, Xiao, Z. Y., Zhai, S. R., & Shi, Z. (2018). One-step preparation of Fe<sub>x</sub>O<sub>y</sub>/N-GN/CNTs heterojunctions as a peroxy monosulfate activator for relatively highly-efficient methylene blue degradation. *Cuihua Xuebao/Chinese Journal of Catalysis*, 39(11), 1842–1853. [https://doi.org/10.1016/S1872-2067\(18\)63114-6](https://doi.org/10.1016/S1872-2067(18)63114-6)
- Zhu, W., Kierzek, K., Wang, S., Li, S., Holze, R., & Chen, X. (2021). Improved performance in lithium ion battery of CNT-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@graphene induced by three-dimensional structured construction. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 612(November 2020), 126014. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.126014>