

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**“SINTESA DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG**  
**TEMPAKAU TERAKTIVASI ASAM KLORIDA DENGAN MODIFIKASI**  
**TITANIUM DIOKSIDA MENGGUNAKAN PROSES SONIKASI”**



**DISUSUN OLEH :**

**WIWIN NOPIYANTI      20031010173**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA**  
**TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2024**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**"SINTESA DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG**  
**TEBAKAU TERAKTIVASI ASAM KLORIDA DENGAN MODIFIKASI**  
**TITANIUM DIOKSIDA MENGGUNAKAN PROSES SONIKASI"**



**DISUSUN OLEH :**  
**WIWIN NOPIYANTI      20031010173**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA**  
**TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2024**



Laporan Hasil Penelitian  
"Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam  
Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi"

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN  
"SINTESA DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG  
TEMBAKAU TERAKTIVASI ASAM KLORIDA DENGAN MODIFIKASI  
TITANIUM DIOKSIDA MENGGUNAKAN PROSES SONIKASI"

Disusun Oleh:

WIWIN NOPIYANTI

(20031010173)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Penguji  
pada tanggal 14 Agustus 2024

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing

1.

(Ir. Titi Susilowati, M.T.)

NIP. 19600801 198703 2 008

(Ir. Ely Kurniati, MT)

NIP. 19641018 199203 2 901

2.

(Erwan Adi Saputro, ST, MT, PhD)

NIP. 19800410 200501 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



(Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.)

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi

Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

i



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp (031) 8782179 Surabaya 60294

**KETERANGAN REVISI**

Yang di bawah ini :

Nama : : 1. Wiwin Nopiyanti

Npm: 20031010173

2. Ahmad Sofwan Latif

Npm: 20031010175

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi-laporan-penelitian, dengan

Judul :

**"Sintesa Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam Klorida Dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi"**

Surabaya, 16 juli 2024

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Ir. Titi Susilowati, M.T)

NIP. 19600801 198703 2 008

Dosen Penguji II

(Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D.)

NIP. 19801004 200501 1 001

Dosen Pembimbing

(Ir. Ely Kurniati, MT)

NIP. 19641018 199203 2 001

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wiwin Nopiyanti

NPM : 20031010173

Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains /Teknik Kimia

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desertasi : Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 14 Agustus 2024

Yang Menyatakan

  
  
METERAI  
TEMPEL  
CF-ECAKX684567393

(Wiwin Nopiyanti)



---

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul **“Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi”**

Laporan hasil penelitian ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan baik sarana, prasarana, pemikiran, kritik, dan saran. Oleh karena itu, tidak lupa penyusun ucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Ely Kurniati, MT selaku Dosen Pembimbing
4. Ibu Ir. Titi Susilowati, MT selaku Dosen Penguji I
5. Bapak Erwan Adi Saputro, ST,.MT.Ph.D selaku Dosen Penguji II
6. Rekan-rekan mahasiswa yang membantu dalam memberikan masukan-masukan dalam pelaksanaan Riset

Penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh sebab itu saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada. Akhir kata, semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penyusun

Surabaya, 14 Agustus 2024

Penulis



---

---

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
INTISARI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Tujuan .....	3
I.3    Manfaat .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1    Teori Umum.....	5
II.1.1    Tembakau.....	5
II.1.2    Klasifikasi Tembakau .....	5
II.1.3    Batang Tembakau .....	6
II.1.4    Arang Aktif .....	8
II.1.5    Proses Pembuatan Arang Aktif.....	9
II.2    Landasan Teori.....	13
II.2.1    Karbonisasi .....	13
II.2.2    Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Arang Aktif dengan Metode Karbonisasi .....	13
II.2.3    Mekanisme Pembentukan Arang Aktif.....	15



Laporan Hasil Penelitian  
“Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi”

---

II.2.4	Aktivator Asam Klorida (HCl) .....	18
II.2.5	Syarat Mutu Arang Aktif .....	20
II.2.6	Ukuran Partikel Serbuk Optimum Pada Aktivasi Arang .....	21
II.2.7	Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) .....	21
II.2.8	Modifikasi Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) Pada Arang Aktif .....	22
II.2.9	Manfaat dan Kegunaan Arang aktif yang dimodifikasi TiO <sub>2</sub> .....	27
II.2.10	Sonikasi .....	28
II.2.10	Karakterisasi .....	31
II.2.11	Analisis BET (Brunauer-Emmett-Teller) .....	32
II.2.12	Analisis SEM (Scanning Electron Microscope) dan EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) .....	34
II.3	Hipotesis .....	36
BAB III METODE PENELITIAN .....		37
III.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	37
III.2	Bahan Penelitian .....	37
III.3	Alat Penelitian .....	37
III.4	Variabel .....	39
III.5	Prosedur Kerja .....	39
III.6	Diagram Alir .....	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		43
IV.1	Hasil Pengamatan .....	43
IV.2	Hasil Analisa .....	45
IV.3	Hasil Analisa BET (Brunauer, Emmett dan Teller) .....	50





Laporan Hasil Penelitian  
“Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam  
Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi”

---

IV.4	Grafik dan Pembahasan .....	54
IV.5	Analisis SEM-EDX.....	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		70
V.1	KESIMPULAN.....	70
V.2	SARAN .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....		71
LAMPIRAN I.....		85
LAMPIRAN II .....		88
LAMPIRAN III .....		94
LAMPIRAN IV .....		99



---

---

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tanaman Tembakau.....	5
Gambar II. 2 Arang Aktif.....	9
Gambar II. 3 mekanisme konversi selulosa menjadi Arang.....	15
Gambar II. 4 Morfologi Arang (a) tidak teraktivasi (b) teraktivasi Asam Sulfat.....	19
Gambar II. 5 Morfologi Arang (a) tidak teraktivasi (b) teraktivasi Asam Klorida .....	19
Gambar II. 6 Mekanisme Aktivasi Arang Aktif dengan Larutan HCl.....	20
Gambar II. 7 SEM (a) arang aktif (b) Ac-TiO <sub>2</sub> 1% (c) Ac-TiO <sub>2</sub> 5% (d) Ac-TiO <sub>2</sub> 10% .....	24
Gambar II. 8 Reaksi antara titanium dioksida (TiO <sub>2</sub> ) dengan arang .....	26
Gambar II.9 Komposit titanium dioksida (TiO <sub>2</sub> ) dengan arang menggunakan Proses pengadukan dan hidrothermal .....	29
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Karbonisasi.....	37
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Sonikasi.....	38
Gambar III. 3 Diagram Alir Persiapan Bahan Batang Tembakau.....	41
Gambar III. 4 Pembentukan arang dan Modifikasi arang aktif dengan TiO <sub>2</sub> .....	42
Gambar IV. 1 Grafik Pengaruh Relative Pressure (P/Po) terhadap $1/[W((Po/P)-1)]$ .....	52
Gambar IV. 2 Pengaruh Konsentrasi aktivator asam klorida (M) terhadap Kadar Air (%berat) dengan variasi perbandingan penambahan TiO <sub>2</sub> :arang aktif (%w/w) .....	54
Gambar IV. 3 Pengaruh Konsentrasi aktivator asam klorida (M) terhadap Kadar Abu (%berat) dengan variasi perbandingan penambahan TiO <sub>2</sub> :arang aktif (%w/w) .....	58
Gambar IV. 4 Pengaruh Konsentrasi aktivator asam klorida (M) terhadap Luas permukaan (m <sup>2</sup> /g) dengan variasi perbandingan penambahan TiO <sub>2</sub> :arang aktif (%w/w) .....	60
Gambar IV. 5 Pengaruh perbandingan penambahan TiO <sub>2</sub> :arang aktif (%w/w) terhadap Luas permukaan (m <sup>2</sup> /g) dengan variasi konsentrasi asam klorida (M) .....	62
Gambar IV.6 hasil karakterisasi SEM pada sampel arang aktif (a) Proses Mixing pada pembesaran 10000x (b) Proses Hidrothermal dan mixing pada pembesaran 10000x (c) Proses sonikasi pembesaran 10000x .....	65



Laporan Hasil Penelitian  
“Sintesa dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tembakau Teraktivasi Asam  
Klorida dengan Modifikasi Titanium Dioksida Menggunakan Proses Sonikasi”

---

Gambar IV.7 Hasil karakterisasi SEM-EDX pada sampel arang aktif dengan penambahan TiO <sub>2</sub> 5% dan diativasi HCl 1M perbesaran 2000 x .....	67
Gambar IV.8 Hasil uji Analisa EDX arang aktif-TiO <sub>2</sub> .....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 kandungan senyawa kimia pada batang tembakau .....	7
Tabel II. 2 kualitas Arang aktif menurut SNI 06-3730-1995 .....	8
Tabel II. 3 Syarat Mutu Arang Aktif.....	20
Tabel IV. 1 Hasil Analisa Batang Tembakau.....	43
Tabel IV. 2 Hasil Analisis Kadar Air dan Kadar Abu dan Luas Permukaan.....	46
Tabel IV. 3 Perbandingan hasil dengan standart SNI dan ISO .....	49
Tabel IV. 4 Hasil Analisis BET (Brunauer, Emmett dan Teller).....	50



---

## INTISARI

Batang tembakau, sebagai limbah pertanian yang belum diolah secara optimal, mengandung lignoselulosa yang tinggi, dengan komposisi selulosa 43,91%, hemiselulosa 23,53%, dan lignin 21,88%. Kandungan ini menjadikannya bahan potensial untuk dijadikan arang aktif dalam pengolahan limbah. Arang aktif, yang dikenal sebagai adsorben dengan luas permukaan yang besar, sering kali mengalami kekurangan efisiensi adsorpsi yang rendah. Untuk meningkatkan efisiensi tersebut, diperlukan material pendukung tambahan.  $\text{TiO}_2$ , sebuah material padat berwarna putih yang merupakan semikonduktor, digunakan dalam fotokatalisis untuk pengolahan limbah.  $\text{TiO}_2$  memiliki keuntungan dalam mengurangi kontaminan melalui proses dekomposisi dan oksidasi pada permukaan. Namun,  $\text{TiO}_2$  juga memiliki kelemahan, seperti kecenderungan untuk teraglomerasi, kapasitas adsorpsi yang rendah, dan kesulitan dalam pemisahan dari larutan. Untuk mengatasi masalah ini,  $\text{TiO}_2$  digabungkan dengan karbon aktif. Penggabungan ini menghasilkan karbon aktif yang tidak hanya memiliki daya adsorpsi tinggi tetapi juga mampu memecah berbagai senyawa organik serta dapat diregenerasi pada suhu ruang. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan batang tembakau sebagai bahan dasar arang aktif yang dimodifikasi dengan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) untuk meningkatkan efektivitasnya sebagai adsorben dalam pengolahan limbah. Proses yang dilakukan meliputi karbonisasi batang tembakau pada suhu  $350^\circ\text{C}$ , diaktivasi menggunakan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi (0,5M, 1M, 1,5M, 2M, dan 2,5M), dan modifikasi dengan  $\text{TiO}_2$  pada rasio (5%:95%), (10%:90%), (15%:85%), dan (20%:80%) melalui proses sonikasi. Hasil penelitian terbaik diperoleh pada perlakuan penggunaan konsentrasi HCl 1 M dan rasio penambahan  $\text{TiO}_2$  (5%:95%) yang menghasilkan kadar air 4,08%, kadar abu 3,08% dan luas permukaan  $4.257 \text{ m}^2/\text{g}$ . Hasil SEM-EDX mengungkapkan bahwa  $\text{TiO}_2$  terdistribusi secara merata pada permukaan arang aktif, dengan komposisi dominan unsur karbon (C), oksigen (O), dan titanium (Ti).

**Kata Kunci :** Batang Tembakau, Karbon Teraktivasi HCl,  $\text{TiO}_2$ , Sonikasi, Adsorpsi.