

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**“OPTIMASI PROSES ADSORPSI ANGKA ASAM BIO-OIL HASIL
PIROLISIS BATANG TEMBAKAU MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)”**



DISUSUN OLEH :

Annisa Mutiara Salma Haque

NPM. 21031010092

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”

JAWA TIMUR

2025

**OPTIMASI PROSES ADSORPSI ANGKA ASAM BIO-OIL HASIL
PIROLISIS BATANG TEMBAKAU MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)**

Skripsi

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH :

Annisa Mutiara Selma Heque

21031010092

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"OPTIMASI PROSES ADSORPSI ANGKA ASAM BIO-OIL HASIL
PIROLISIS BATANG TEMBAKAU MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)"**

DISUSUN OLEH :

ANNISA MUTIARA SALMA HAQUE

NPM. 21031010092

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji

Pada Tanggal 14 April 2025

Dosen Penguji :

Dosen Pembimbing :

1.

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

NIP. 19650731 199203 2 001

Dr. Ir. Sintha Soraya Sanfi, M.T.

NIP. 19660621 199203 2 001

2.

Ir. Sani, M.T.

NIP. 19630412 199103 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"OPTIMASI PROSES ADSORPSI ANGKA ASAM BIO-OIL HASIL
PIROLISIS BATANG TEMBAKAU MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)"

DISUSUN OLEH :

Annisa Mutiara Salma Haque (21031010092)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Sintia Soraya Santi, M.T.)

NIP. 19660621 199203 2 001



Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Mutiara Salma Haque
NPM : 21031010092
Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains/Teknik Kimia
Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desetasi : Optimasi Proses Adsorpsi Angka
Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis Batang Tembakau Menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

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.



**METERAI
TEMPEL**

42AMX249005229

Surabaya, 14 April 2025

Yang Menyatakan

(Annisa Mutiara Salma Haque)



**Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)**

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Anita Ristikawati NPM. 21031010073
2. Annisa Mutiara Salma Haque NPM. 21031010092

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi ~~Proposal/Skripsi/Praktik Kerja Lapangan~~
dengan judul :

**“Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau Menggunakan Response Surface Methodology
(RSM)”**

Surabaya, 14 April 2025

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. (Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)
NIP. 19650731 199203 2 001

()

2. (Ir. Sani, M.T.)
NIP. 19630412 199103 2 001

()

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.)
NIP. 19660621 199203 2 001

*) Coret yang tidak perlu



Laporan Hasil Penelitian **Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis** **Batang Tembakau menggunakan Response Surface** **Methodology (RSM)**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah kebersamai penyusun dalam setiap fase penyusunan sehingga dapat menyusun laporan hasil penelitian dengan judul “Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis Batang Tembakau Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)” sebagai salah satu tugas penelitian penyusun. Ucapan terima kasih kepada orang-orang yang bersama kami dalam menyelesaikan proposal penelitian ini :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur dan Dosen Pembimbing dalam penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT dan Ir. Sani, MT., selaku Dosen Penguji dalam penelitian

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan proposal ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun atas proposal ini. Akhir kata, penyusun mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan laporan ini penyusun melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja.

Surabaya, 14 April 2025

Penyusun



Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
INTISARI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan	3
I.3 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Batang Tembakau	4
II.2 Bio-Oil	4
II.3 Proses Pirolisis.....	6
II.4 Proses Sintesis Bio-Oil	7
II.5 Delignifikasi.....	7
II.6 Arang Aktif	8
II.7 Angka Asam	8
II.8 Adsorpsi	9
II.9 Mekanisme Adsorpsi Angka Asam.....	9
II.10 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi	10
II.11 Response Surface Methodology.....	11
II.12 Hipotesis.....	13
BAB III RENCANA PENELITIAN.....	14
III.1 Bahan	14
III.2 Gambar Rangkaian Peralatan.....	14
III.2.1 Rangkaian Alat Proses Delignifikasi	14



Laporan Hasil Penelitian

Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis Batang Tembakau menggunakan Response Surface Methodology (RSM)

III.2.2 Rangkaian Alat Proses Pirolisis	15
III.2.3 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi	16
III.3 Kondisi yang Dijalankan.....	16
III.3.1 Kondisi yang ditetapkan.....	16
III.3.2 Kondisi yang diubah	16
III.4 Prosedur Penelitian	16
III.4.1 Preparasi Bahan.....	16
III.4.2 Delignifikasi.....	17
III.4.3 Tahap Pirolisis.....	17
III.4.4 Tahap Adsorpsi	17
III.5 Diagram Alir	18
III.5.2 Diagram Alir Optimasi RSM	20
III.6 Analisa	21
III.6.1 Uji Angka Asam.....	21
III.6.2 Uji Titik Nyala	21
III.6.3 Uji Proksimat	22
III.6.4 Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam Menggunakan RSM.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
IV.1 Hasil Analisa Batang Tembakau.....	23
IV.2 Hasil Analisa Angka Asam	23
IV.3 Optimasi Menggunakan Response Surface Methodology (RSM).....	27
IV.4 Hasil Analisa Karakteristik Bio-oil.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
V.1 Kesimpulan	35
V.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
APPENDIX	41
LAMPIRAN	42



Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Standar Mutu Bahan Bakar Nabati (Biofuel)	5
Tabel IV. 1 Kandungan Batang Tembakau.....	23
Tabel IV. 2 Hasil Analisa Angka Asam.....	24
Tabel IV. 3 Model Summary Statistic	27
Tabel IV. 4 ANOVA for Cubic Model	28
Tabel IV. 5 Solusi Angka Asam Minimum	29
Tabel IV. 6 Perbandingan Angka Asam Eksperimen dan Prediksi	30
Tabel IV. 7 Hasil Analisa Uji Proksimat	34



Laporan Hasil Penelitian
Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis
Batang Tembakau menggunakan Response Surface
Methodology (RSM)

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Rangkaian Alat Delignifikasi	14
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Pirolisis.....	15
Gambar III. 3 Rangkaian Alat Adsorpsi	16
Gambar III. 4 Diagram Alir Delignifikasi.....	18
Gambar III. 5 Diagram Alir Pirolisis	19
Gambar III. 6 Diagram Alir Adsorpsi	19
Gambar III. 7 Diagram Alir Optimasi RSM	20
Gambar IV. 1 Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben (gr) terhadap Angka Asam (mgKOH/gr).....	25
Gambar IV. 2 Grafik Hubungan Antara Waktu Adsorpsi (menit) Terhadap Angka Asam (mgKOH/gr).....	26
Gambar IV. 3 Contour Plot Angka Asam (mgKOH/gr) vs Waktu Adsorpsi (menit), Massa Adsorben (gr)	32
Gambar IV. 4 surface plot of Angka asam (mgKOH/g) vs waktu adsorpsi (menit), massa adsorben (gr).....	33



Laporan Hasil Penelitian

Optimasi Proses Adsorpsi Angka Asam Bio-Oil Hasil Pirolisis Batang Tembakau menggunakan Response Surface Methodology (RSM)

INTISARI

Batang tembakau merupakan limbah biomassa yang jumlahnya melimpah di Indonesia, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu potensi pemanfaatannya adalah melalui proses pirolisis yang dapat menghasilkan bio-oil, yaitu bahan bakar cair alternatif yang ramah lingkungan. Meski demikian, bio-oil memiliki kelemahan berupa tingginya angka asam akibat kandungan senyawa organik seperti asam asetat dan fenolat, yang dapat menyebabkan korosi dan menurunkan performa bahan bakar. Untuk mengurangi angka asam tersebut, dilakukan penelitian yang mencakup proses delignifikasi batang tembakau menggunakan larutan NaOH 12%, pirolisis pada suhu 400°C selama 1 jam, serta tahap pemurnian dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan massa karbon aktif (5 gr; 7,5 gr; 10 gr; 12,5 gr; 15 gr) serta lama waktu adsorpsi (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit). Proses adsorpsi dioptimasi menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM). Hasil menunjukkan bahwa angka asam terendah diperoleh pada variasi massa adsorben 15 gram dengan waktu adsorpsi 150 menit, yaitu 0,61990 mgKOH/gr. Model cubic dipilih sebagai model terbaik dalam *Response Surface Methodology* (RSM) dengan nilai R^2 sebesar 0,9934, dengan p-value < 0,0001 yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara variabel dan respon.

Kata Kunci: Batang Tembakau, Bio-Oil, Adsorpsi, RSM