

**PENINGKATAN KUALITAS BIO-OIL DARI *PADINA SP.*
DENGAN METODE PIROLISIS KATALITIK
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi S-1
Teknik Mesin



MAUIZHATIL HASANAH

2010816320011

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

BANJARBARU

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

Peningkatan Kualitas Bio-oil *Padina sp.* dengan Metode Pirolisis Katalitik
Menggunakan Katalis Zeolit
Oleh
Mauizhatil Hasanah (2010816320011)


Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Januari 2024 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua	: Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE NIP 197608052008121001	
Anggota 1	: Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D, IPU NIP 197509242002121005	
Anggota 2	: Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T. NIP 199203222019031010	
Pembimbing Utama	: Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng NIP 198108102012121001	

Banjarbaru, Januari 2024
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,


Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001

HALAMAN IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**PENINGKATAN KUALITAS BIO-OIL DARI PADINA SP. DENGAN
METODE PIROLISIS KATALITIK MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT**

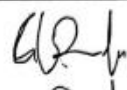
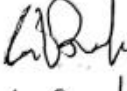


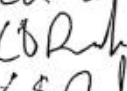
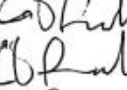
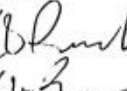
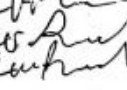
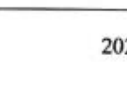
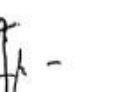
Nama Mahasiswa/I : Mauizhatil Hasanah
NIM : 2010816320011
Komite Pembimbing
Pembimbing I : Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng.
Pembimbing II (Jika ada) :
Komite Penguji
Dosen penguji I : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T.
Dosen Penguji II : Aqli Mursadin, S.T., M.T, Ph.D.
Dosen Penguji III : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
Waktu dan Tempat Ujian Skripsi
Seminar Proposal :
Seminar Hasil :
Ujian Akhir :
Tempat : Ruang Sidang PSTM
SK Penguji :

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Mauizhatil Hasanah

NIM : 2010816320011

Judul Skripsi : Peningkatan Kualitas bio-oil dari Padina Sp. dengan metode Pirolisis Katalitik menggunakan Katalis Zeolit

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1		Perbaiki BAB I	
2		Tambah Materi	
3		Perbaiki BAB II	
4		Perbaiki BAB III	
5		ACC BAB I	
6		ACC BAB II	
7		ACC BAB III	
8		Tambahkan Teori tentang zeolit	
9		Perbaiki BAB IV	
10		Tambahkan Sumber gambar	
11		Tambahkan Sitasi	
12		Perbaiki Font dan format Penulisan	
13		Tulis dengan benar rumus senyawa Kimia	
14		ACC BAB I - V	

Banjarbaru,

2024

Dosen Pembimbing



Dr. Eng Apip Amrullah S.T., M. Eng
NIP. 198108102012121001

**ORISINILITAS
PENELITIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis di kutip dari naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dari daftar Pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, Januari 2024
Mahasiswa

Mauizhatil Hasanah
NIM: 2010816320011

RIWAYAT HIDUP

Mauizhatil Hasanah lahir di Sumenep 17 mei 2002, Putri dari Bapak Lukman Hakim dan Ibu Hasni. Menyelesaikan Pendidikan di SDI Darussalam, Pulau Masalembu (2009-2014), MTs DDI Darussalam, Pulau Masalembu (2015-2017), MA Banu Hasyim, Kota Sidoarjo (2018-2020). Melanjutkan studi di Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Kota BANjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, Tahun Angkatan 2020.

Banjarbaru, Januari 2024
Mahasiswa

Mauizhatil Hasanah
NIM: 2010816320011

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Peningkatan Kualitas Bio-oil dari padina Sp. dengan metode katalitik menggunakan katalis Zeolit”.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak terlepas dari campur tangan dai berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibu saya, bapak Lukman Hakim dan Ibu Hasni yang telah banyak memberikan dukungan berupa doa, biaya, maupun dukungan moral dan mental yang sangat luar biasa, sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi saya dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad Alim Bachri, S.E., M.Si, selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
4. Bapak Dr. Mahmud, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
6. Bapak Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Seluruh kawan-kawan Angkatan 2020 (MACROS 20) yang telah banyak membantu dan mendukung saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Keluarga dan orang-orang terdekat saya yang selalu memberikan semangat serta doa untuk saya sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini.

10. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
11. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri. Diny. Terimakasih sudah bertahan sejauh ini. Terimakasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai dititik ini. Walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil. Dan terimakasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terimakasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikan dengan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan dan dibanggakan untuk diri sendiri. “Dan jika sudah terwujud, jangan lupa untuk tetap bersujud”.

Dalam kesempatan ini juga saya ingin menyampaikan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi saya, karena kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT. Untuk itu saran dan masukan yang membangun dari semua pihak sangat saya harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembacanya.

Banjarbaru, Januari 2024
Mahasiswa

Mauizhatil Hasanah
NIM: 2010816320011

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas Rahmat dan karunia-Nya yang tidak terhingga sehingga laporan penelitian skripsi yang berjudul “Peningkatan kualitas bio-oil dari padina sp. dengan metode pirolisis katalitik menggunakan katalis Zeolit”. Ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam penyusunan Skripsi ini, akan tetapi dengan adanya bantuan dari berbagai pihak, maka Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan berupa doa, maupun dukungan moral.
2. Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat
3. Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah mendoorng, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu penulis mengharapkan agar penelitian ini dapat berlanjut. Akhir kata, semoga skripsi ini berguna bagi pengembangan ilmu dan teknologi dalam bidang Konversi Energi kedepannya.

Banjarbaru, Januari 2024

Mauizhatil Hasanah

RINGKASAN

Bio-oil hasil pyrolysis, yang dikenal sebagai bahan bakar minyak nabati, diperoleh dari biomassa. Biomassa merujuk pada material yang berasal dari makhluk hidup, seperti tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Potensi biomassa yang sangat menjanjikan sebagai bahan baku bio-oil di Indonesia adalah sumber daya hayati berupa tanaman. Dari beragam potensi alam Indonesia, alga (rumput laut) dapat dijajaki sebagai alternatif bahan baku pembuatan bio-oil. Jenis alga yang sudah akrab dan ditanam di Indonesia adalah macroalgae atau rumput laut. Macroalgae tumbuh dalam koloni di perairan dangkal dengan kualitas air yang jernih, berpasir, dan berlumpur. Proses produksi bio-oil dari macroalgae dapat melibatkan metode pirolisis lambat dengan variasi temperatur, seperti 400°C, 500°C, dan 600°C dan penambahan variasi katalis zeolit. Pengujian hasil pirolisis dari macroalgae dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas dan spektrometri massa (GC-MS). Metode GC-MS dipilih karena memberikan resolusi dan sensitivitas tinggi, kekhususan, fleksibilitas (dapat diintegrasikan dengan instrumen fisika/kimia lainnya), mampu memberikan informasi struktur, dan efisien (memerlukan sedikit sampel dan waktu pemisahan yang relatif cepat). Hasil penelitian pirolisis menunjukkan bahwa sampel macroalgae laut seperti *Padina* sp. menghasilkan sekitar 16-28% bio-oil. Pengujian GC-MS pada bio-oil cairan hasil pirolisis mengidentifikasi senyawa-senyawa dominan termasuk Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester, Benzenesulfonic acid, 4-hydroxy, 3,9-DIAZATRICYCLO[7.3.0.0(3,7)]DODEC.

Kata kunci : *bio-oil*, biomassa, *macroalgae*, *pyrolysis*, GC-MS.

SUMMARY

*Bio-oil resulting from pyrolysis, known as vegetable oil fuel, is obtained from biomass. Biomass refers to material that comes from living things, such as plants, animals and microorganisms. The very promising potential for biomass as a raw material for bio-oil in Indonesia is biological resources in the form of plants. From Indonesia's diverse natural potential, algae (seaweed) can be explored as an alternative raw material for making bio-oil. The type of algae that is familiar and grown in Indonesia is macroalgae or seaweed. Macroalgae grow in colonies in shallow waters with clear, sandy and muddy water quality. The bio-oil production process from macroalgae can involve a slow pyrolysis method with temperature variations, such as 400°C, 500°C, and 600°C. Testing of pyrolysis results from macroalgae was carried out using gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS). The GC-MS method was chosen because it provides high resolution and sensitivity, specificity, flexibility (can be integrated with other physical/chemical instruments), is able to provide structural information, and is efficient (requires little sample and relatively fast separation times). The results of pyrolysis research show that samples of marine macroalgae such as *Padina* sp. produces around 16-28% bio-oil. GC-MS testing on pyrolysis liquid bio-oil identified dominant compounds including Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester, Benzenesulfonic acid, 4-hydroxy, 3,9-DIAZATRICYCLO[7.3.0.0(3,7)]DODEC.*

Key words: bio-oil, biomass, macroalgae, pyrolysis, GC-MS.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN IDENTITAS.....	iii
ORISINILITAS PENELITIAN SKRIPSI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
<i>SUMMARY</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Pyrolysis</i>	17
2.2.1 Jenis biomassa	18
2.2.2 Analisis komposisi senyawa biomassa	19
2.2.3 <i>Pretreatmen biomassa</i>	21
2.2.4 Suhu Pirolisis	22
2.2.5 Laju Pemanasan (<i>Heating rate</i>)	23
2.2.6 Laju aliran gas (<i>gas flow rate</i>)	23
2.2.7 Waktu tinggal (<i>Residence time</i>)	24
2.3 Jenis jenis pirolisis	24
2.4 Reaktor Pirolisis	27
2.5 Produk Pirolisis	30
2.6 Bahan baku	35

2.6.1 Padina Sp.	35
2.6.2 Zeolit.....	36
2.6.3 GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>).....	37
2.6.4 <i>Response Surface Method (RSM) dan ANOVA</i>	39
BAB III.....	46
METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Metode Penelitian.....	46
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	46
3.3 Objek Penelitian.....	46
3.4 Variabel Penelitian.....	46
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	47
3.5.1 Bahan.....	47
3.5.2 Alat.....	47
3.6 Metode.....	50
3.7 Randomized complete Block Design (RCBD).....	52
3.8 Tabel Pengamatan.....	53
3.8 Diagram Alir.....	54
BAB IV.....	55
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Hasil Pyrolisis.....	55
4.2 Hasil Distribusi Pyrolisis Pengaruh Suhu dan Katalis.....	58
4.3 Hasil Pengujian GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>).....	61
4.4 Karakteristik Hasil Pengujian GC-MS.....	64
4.5 Efek Penambahan Katalis dan Tanpa Katalis.....	66
4.6 Analisis RSM dan ANOVA.....	69
4.6.1 Hasil Analisis RSM.....	69
4.6.2 Hasil ANOVA.....	70
BAB V.....	74
PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1 komposisi dasar dan sifat fisik biomassa	20
Tabel 2 Ukuran biomassa	20
Tabel 3 Pengaruh suhu dan jenis biomassa	22
Tabel 4 Tipe reaktor suhu dan jenis pirolisis.....	26
Tabel 5 Tinjauan tentang parameter pirolisis	28
Tabel 6 Jenis FAME yang dihasilkan proses transesterifikasi.....	44
Tabel 3.1 Data hasil Pirolisis makroalga coklat	53
Tabel 3.2 Data hasil dari pengujian GC-MS Bio-oil	53
Tabel 4.1 Hasil Pirolisis Padina sp zeolit.....	55
Tabel 4.2 Hasil Pirolisis Padina sp zeolit.....	56
Tabel 4.3 Hasil pirolisis Padina sp Zeolit	57
Tabel 4.4 Penjabaran data hasil yield pirolisis Padina Sp dan Zeolit	59
Tabel 4.5 hasil pengujian GC-MS.....	61
Tabel 4.6 hasil pengujian GC-MS.....	61
Tabel 4.7 hasil pengujian GC-MS.....	62
Tabel 4.8 hasil pengujian GC-MS.....	62
Tabel 4.9 hasil pengujian GC-MS.....	62
Tabel 4.10 hasil pengujian GC-MS.....	62
Tabel 4.11 hasil pengujian GC-MS.....	63
Tabel 4.12 hasil pengujian GC-MS.....	63
Tabel 4.13 hasil pengujian GC-MS.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Temperatur dan Bio-oil yield	6
Gambar 2 2 reaction temperatur.....	8
Gambar 2 3 pengaruh massa char	11
Gambar 2 4 Volume tar terhadap presentase zeolit	11
Gambar 2 5 Volume char presentase Zeolit	12
Gambar 2 6 Pengaruh Massa terhadap PET dan PP	12
Gambar 2 7 Massa terhadap Hasil PET dan PP	13
Gambar 2 8 Perbandingan minyak yang dihasilkan.....	13
Gambar 2 9 Waktu penahanan terhadap hasil bio oil.....	13
Gambar 2 10 Pengaruh waktu terhadap hasil gas	14
Gambar 2 11 Konversi Thermal Biomassa	31
Gambar 2 12 Padina sp.	36
Gambar 2 13 Zeolit	37
Gambar 2 14 Aplikasi R.....	40
Gambar 2 15 Reaksi Transesterifikasi.....	42
Gambar 3 1 Zeolit dan Padina sp.	47
Gambar 3 2 Reaktor	48
Gambar 3 3 Gelas Ukur.....	49
Gambar 3 4 Stopwatch.....	49
Gambar 3 5 Timbangan digital.....	50
Gambar 3 6 Botol kaca.....	50
Gambar 3 7 Diagram Alir.....	54
Gambar 4 1 Efek suhu Terhadap Hasil Produk	55
Gambar 4 2 Efek suhu Terhadap Hasil Produk	56
Gambar 4 3 Efek suhu Terhadap Hasil Produk	57
Gambar 4 4 Pengaruh Temperatur terhadap Hasil solid, bio oil dan gas	60
Gambar 4 5 Pengaruh Temperatur terhadap Hasil solid, bio oil dan gas	60
Gambar 4 6 Pengaruh Temperatur terhadap hasil bio oil, solid dan gas	61
Gambar 4 7 Senyawa yang mendominasi di Temperatur 400.....	64
Gambar 4 8 Senyawa yang mendominasi di Temperatur 500.....	64
Gambar 4 9 Senyawa yang mendominasi di Temperatur 600.....	65
Gambar 4 10 Pengaruh suhu dan waktu tinggal.....	67