

**PENGARUH PENAMBAHAN KATALIS DAN VARIASI SUHU
TERHADAP KUALITAS BIO-OIL DARI MAKROALGA LAUT
DENGAN METODE *SLOW-PYROLYSIS***

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



NOVIANI HATY LALA

2010816120007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

Pengaruh Penambahan Katalis dan Variasi Suhu Terhadap Kualitas Bio-Oil
Dari Makroalga Laut Dengan Metode *Slow-Pyrolysis*

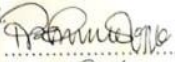


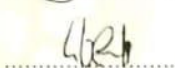
Oleh

Noviani Haty Lala (2010816120007)

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


L U L U S

Komite Penguji :

Ketua	: Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT, IPM, ACPE NIP 197608052008121001	
Anggota 1	: Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, MT.,IPM NIP 197007171998021001	
Anggota 2	: Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng NIP 199210182019031010	
Pembimbing Utama	: Dr. Eng. Apip Amrullah, ST.,M.Eng NIP 198108102012121001	

Banjarbaru, 17 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

IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

PENGARUH PENAMBAHAN KATALIS dan VARIASI SUHU TERHADAP
KUALITAS BIO-OIL DARI MAKROALGA LAUT DENGAN METODE *SLOW-
PYROLYSIS*

Nama Mahasiswa/i : Noviani Haty Lala

NIM : 2010816120007

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Dr. Eng. Apip Amrullah, ST.,M.Eng

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT, IPM,

Dosen Penguji II : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, MT.,IPM

Dosen Penguji III : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 31 October 2023

Seminar Hasil : Kamis, 28 Desember 2023

Ujian Akhir : Kamis, 11 Januari 2024

Tempat : Ruang Sidang PSTM

SK Penguji :

**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Noviani Haty Lala
 NIM : 2010816120007
 Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Katalis dan Variasi Suhu Terhadap Kualitas Bio Oil Dari Makroalga Laut Dengan Metode Slow Pyrolysis

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	04-09-2023	Perbaiki latar belakang, tambahkan referensi	hbl
2	08-09-2023	cek rumusan masalah	hbl
3	12-09-2023	Bab II perbaiki kembali tujuan	hbl
4	15-10-2023	Bab II tambahkan referensi	hbl
5	19-10-2023	perbaiki metode.	hbl
6	20-10-2023	Beni keterangan pd foto alat	hbl
7	10-12-2023	Bab 4 alat pembuatannya	hbl
8	15-12-2023	Bab 4 golongan senyawa	hbl
9	18-12-2023	perbaiki pembahasan	hbl
10	18-12-2023	perbaiki pembahasan	hbl
11	23-12-2023	tambahkan perbandingan katalis	hbl
12	26-12-2023	sertakan referensi hasil biologi	hbl
13	28-12-2023	perbaiki kesimpulan	hbl
14	31-12-2023	ACC	hbl

Banjarbaru, Desember 2023

Dosen Pembimbing

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

NIP. 198108102012121001

ORISINALITAS PENELITIAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam 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



Noviani Haty Lala
NIM.2010816120007

RIWAYAT HIDUP

Noviani Haty Lala lahir di Pangkalan Bun, 16 November 2001, putri ke 1 dari Ayah Agus Wassono dan Ibu Haryatu. SDN 1 Raja Pangkalan Bun (2008-2014), SMP 2 Arut Selatan (2014-2017), MAN Pangkalan Bun (2017-2020). Studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan tahun 2020.

Banjarbaru, Januari 2024

Mahasiswa



Noviani Haty Lala
NIM.2010816120007

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah mencurahkan karunia berkah dan kasih sayang-Nya sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Katalis dan Variasi Suhu Terhadap Kualitas Bio-Oil Dari Makroalga Laut Dengan Metode *Slow-Pyrolysis*”

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

1. Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Mahmud S.T., M.T selaku Wakil Dekan II Bidang Akademik Fakultas teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat sekaligus ketua komite pengujian skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Apip Amrullah, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, MT., IPM selaku Penguji I skripsi.
7. Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng selaku Penguji II Skripsi sekaligus dosen PA saya yang telah membimbing saya dalam hal KRS di setiap semesternya

Akhir kata, penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembacanya.

Banjarbaru, Januari 2024



Noviani Haty Lala
NIM.20108162120007

RINGKASAN

Noviani Haty Lala, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Januari 2024. Pengaruh Penambahan Katalis Dan Variasi Suhu Terhadap Kualitas Bio-Oil Dari Makroalga Laut Dengan Metode *Slow-Pyrolysis*. Komisi Pembimbing: Dr. Eng Apip Amrullah, S.T., M.Eng. Ketua : Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE. Anggota I : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, MT.,IPM Anggota II : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng

Indonesia mempunyai potensi laut yang menjanjikan, salah satunya makroalga laut “*Padina sp*” yang dapat dikembangkan menjadi biomassa. Biomassa ialah material yang berasal dari makhluk hidup, berpotensi menjadi bahan bakar minyak atau bio oil yang bisa menjadi bahan bakar alternatif. Untuk memanfaatkan potensi makroalga di indoneisa, maka dapat dilakukan pirolisis makroalga dengan tambahan katalis *amberlyst-15*. Tujuan dari penelitian ini ini adalah untuk mengetahui efek suhu dan katalis pada hasil produksi bio oil serta karakteristik senyawa yang dihasilkan oleh pirolisis lambat. Dalam penelitian ini terdapat variasi suhu sebesar 400°C,500°C dan 600°C dengan variasi katalis 1%,2% dan 3% dan bahan baku sebanyak 50 gram. Proses berlangsung selama 30 menit. Pengujian yang dilakukan adalah GC-MS. Hasil pirolisis penambahan katalis *amberlyst-15* meningkatkan hasil produk minyak serta semakin tinggi suhi amka minyak yang dihasilkan semakin banyak. Hasil bio oil tertinggi didapatkan pada suhu 600°C dengan 1% katalis. Keasaman dan struktur katalis *amberlyst-15* secara signifikan mempengaruhi distribusi komponen produk. Pada pengujian GC-MS didapatkan senyawa dominan yaitu *dodecanoic acid*, *1,2,3-propanetriyl ester* yang mana termasuk ke dalam golongan senyawa ester

Kata Kunci: Pirolisis,,makroalga, biomassa

SUMMARY

Indonesia has promising marine potential, one of which is marine macroalgae "Padina sp" which can be developed into biomass. Biomass is material derived from living things, potentially becoming fuel oil or bio oil which can be an alternative fuel. To utilize the potential of macroalgae in Indonesia, macroalgae pyrolysis can be carried out with the addition of amberlyst-15 catalyst. The purpose of this study is to determine the effect of temperature and catalyst on the production of bio oil and the characteristics of the compounds produced by *Slow Pyrolysis*. In this study, there were temperature variations of 400°C, 500°C and 600°C with catalyst variations of 1%, 2% and 3% and 50 grams of raw materials. The process lasted for 30 minutes. The test carried out is GC-MS. The results of pyrolysis with the addition of amberlyst-15 catalyst increase the yield of oil products and the higher the temperature, the more oil is produced. The highest bio oil yield was obtained at 600°C with 1% catalyst. The acidity and structure of amberlyst-15 catalyst significantly affected the distribution of product components. In GC-MS testing, the dominant compounds were *dodecanoic acid*, *1,2,3-propanetriyl ester* which belongs to the ester compound class.

Keywords: *Pyrolysis, macroalga, biomass*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan karunia serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul “Pengaruh Penambahan Katalis Dan Variasi Suhu Terhadap Kualitas Bio-Oil Dari Makroalga Laut Dengan Metode *Slow-Pyrolysis*”. Ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Selama pelaksanaan dan penulisan Skripsi ini, tentunya tak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat.
2. Dr. Eng. Apip Amrullah, ST.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pembelajaran.
3. Agus Wassono dan Haryati selaku kedua orang tua saya.
4. Seluruh mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2020 yang telah memberikan dorongan secara materi atau spiritual.
5. Teman-teman *basecamp* yang selalu memberikan bantuan selama ini.
6. Dan yang terakhir, saya ingin berterima kasih kepada diri saya sendiri karena telah berjuang dan bertahan hingga titik ini, sehingga saya dapat melewatinya dengan kuat.

Penulis menyadari kemungkinan masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu, saran & kritik yang sifatnya membangun akan selalu penulis terima dengan tangan terbuka. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, Januari 2024



Noviani Haty Lala

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
INDENTITAS.....	ii
LEMBAR KONSULTASI.....	iii
ORISINALITAS PENELITIAN	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Proses dan Reaksi Pembakaran	24
2.3 Dasar Dasar Pembakaran.....	25

2.4 Gasifikasi	27
2.5 Karbonisasi.....	28
2.6 <i>Pyrolysis</i>	28
2.6.1 Proses <i>Pyrolysis</i>	29
2.6.2 Parameter Proses <i>Pyrolysis</i>	31
2.6.3 Jenis-Jenis <i>Pyrolysis</i>	34
2.7 Biomassa	37
2.8 Produk <i>Pyrolysis</i>	38
2.9 Reaktor <i>Pyrolysis</i>	40
2.10Bahan Baku	41
2.10.1 <i>Padina Sp</i>	41
2.10.2 Katalis Amberlyst 15.....	42
2.11GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectra</i>)	44
BAB III METODE PENELITIAN	49
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	49
3.2 Objek Penelitian	49
3.3 Variabel Penelitian.....	49
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	49
3.4.1 Alat yang Digunakan	49
3.5 Metode Penelitian	52
3.6 Tabel Pengamatan.....	53
3.7 Diagram Alir	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Hasil <i>Pyrolysis</i>	56

4.2 Pengaruh Suhu Terhadap Hasil Distribusi <i>Pyrolysis</i>	59
4.3 Pengaruh Penambahan Katalis dan Tanpa Katalis	63
4.4 Hasil Pengujian GC-MS (<i>Gas Chromatogography Mass Spectrometry</i>)	64
4.5 Karakteristik Hasil Pengujian GC-MS	67
4.5.1 Pada Suhu 400°C.....	67
4.5.2 Pada Suhu 500°C.....	68
4.5.3 Pada Suhu 600°C.....	69
4.6 Karakteristik Hasil Dengan Katalis dan Tanpa Katalis.....	70
4.7 Hasil Analisa RSM (<i>Response Surface Methodology</i>).....	71
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 <i>Reaction Temperature</i> Pengaruh suhu <i>pyrolysis</i> terhadap distribusi hasil produk dan <i>Temperature</i> (°C) Pengaruh penambahan katalis terhadap distribusi hasil produk. (Amrullah et al., 2023).....	5
Gambar 2. 3 Pengaruh suhu dan waktu tinggal pada (a) hasil padatan, (b) hasil gas piro,(c) hasil minyak piro, (d) hasil tar	7
Gambar 2. 4 Pengaruh Katalis Pada Hasil Cairan <i>Pyrolysis</i>	17
Gambar 2. 5 Proses Dekomposisi Molekul Hidrokarbon selama Proses <i>Pyrolysis</i> (Basu, 2010).....	29
Gambar 2. 6 <i>Pyrolysis</i> dalam partikel biomassa.....	30
Gambar 2. 7 Prinsip <i>Pyrolysis</i> Biomassa.....	41
Gambar 2. 8 Makroalga Coklat <i>Padina</i> sp	41
Gambar 2. 9 SEM dari resin <i>Amberlyst-15</i> dan SEM Rantai kimia <i>Amberlyst-15</i> ..	43
Gambar 2. 10 Gas <i>Chromatography-Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	44
Gambar 2. 11 Aplikasi Response surface method (RSM)	47
Gambar 3. 1 Reaktor <i>Pyrolysis</i>	50
Gambar 3. 2 Stopwatch.....	50
Gambar 3. 3 Timbangan Elektrik	51
Gambar 3. 4 Gelas Ukur	51
Gambar 3. 5 Botol Kaca	52
Gambar 3. 6 Diagram Alir	55
Gambar 4. 1 Hasil <i>Pyrolysis</i> <i>Padina</i> sp dengan katalis 1%.....	56
Gambar 4. 2 Hasil <i>Pyrolysis</i> <i>Padina</i> sp dengan katalis 2%.....	57
Gambar 4. 3 <i>Pyrolysis</i> <i>Padina</i> Sp Dengan Katalis 3%	58
Gambar 4. 4 Grafik Efek Katalis 1% Dan Suhu Pada Hasil Distribusi Produk	59
Gambar 4. 5 Grafik Efek Katalis 2% Dan Suhu Pada Hasil Distribusi Produk	60
Gambar 4. 6 Grafik Efek Katalis 3% Dan Suhu Pada Hasil Distribusi Produk	61
Gambar 4. 7 <i>Reaction Time</i> dan Hasil Produksi Yield.....	63
Gambar 4. 8 Katalis dan Non Katalis Pada Bio Oil.....	64
Gambar 4. 9 Dominan Persen Area Senyawa Yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS Bio-Oil	67
Gambar 4. 10 Dominan Persen Area Senyawa Yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS	

Bio-Oil	68
Gambar 4. 11 Dominan Persen Area Senyawa Yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS Bio-Oil	69
Gambar 4. 12 Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap Distribusi Produk Pirolisis Padina Sp. Pada (a) 400°C, (b) 500°C, dan (c) 600°C	71
Gambar 4. 13 Dominan Persen Area Senyawa Yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS Bio-Oil Pada Suhu 600°C	71
Gambar 4. 14 Predicted dan Actual	74
Gambar 4. 15 Suhu 400°C Katalis 1%	76
Gambar 4. 16 Suhu 500°C Katalis 1%	76
Gambar 4. 17 Suhu 500°C Katalis 1%	77
Gambar 4. 18 Suhu 400°C Katalis 2%	77
Gambar 4. 19 Suhu 500°C Katalis 2%	77
Gambar 4. 20 Suhu 600°C Katalis 2%	78
Gambar 4. 21 Suhu 400°C Katalis 3%	78
Gambar 4. 22 Suhu 500°C Katalis 3%	78
Gambar 4. 23 Suhu 600°C Katalis 3%	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Reaction Temperature</i> Pengaruh suhu <i>pyrolysis</i> terhadap distribusi hasil produk dan Temperature (°C) Pengaruh penambahan katalis terhadap distribusi hasil produk	34
Tabel 2. 2 Karakteristik Beberapa Proses <i>Pyrolysis</i>	35
Tabel 2. 3 Tipikal Parameter Operasi dan Produk Hasil dari Proses <i>Pyrolysis</i>	36
Tabel 2. 4 Perbandingan Nilai Kalor dari Dua Bahan Bakar	40
Tabel 3. 1 Data Hasil Proses <i>Pyrolysis</i> Padina sp dan Katalis <i>Amberlyst 15</i>	53
Tabel 3. 2 Data Hasil Dari Pengujian GC-MS Bio Oil <i>Pyrolysis</i> Padina Sp Dengan Katalis <i>Amberlyst 15</i>	54
Tabel 4. 1 Hasil <i>Pyrolysis</i> Padina sp dengan katalis 1%	56
Tabel 4. 2 Hasil <i>Pyrolysis</i> Padina sp dengan katalis 2%	57
Tabel 4. 3 Hasil <i>Yield Pyrolysis</i> padina sp dengan tambahan katalis	62
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 1% dan Suhu 400°C	65
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 1% dan Suhu 500°C	65
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 1% dan Suhu 600°C	65
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 2% dan Suhu 400°C	65
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 2% dan Suhu 500°C	66
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 2% dan Suhu 600°C	66
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 3% dan Suhu 400°C	66
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 3% dan Suhu 500°C	66
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian GC-MS <i>Slow Pyrolysis</i> Padina sp dengan Variasi Katalis 3% dan Suhu 600°C	66

Tabel 4. 13 Tiga Belas Percobaan Dari Kombinasi Parameter berbeda.....	72
Tabel 4. 14 Model <i>Summary Statistics</i>	72
Tabel 4. 15 Experimental dan Prediksi	75
Tabel 4. 16 Parameter Variabel Bebas dan Variabel Terikat	75
Tabel 4. 17 Hasil Analisa Optimasi	75