



PEMANFAATAN MAKROALGA *PADINA AUSTRALIS* SEBAGAI KATALIS HETEROGEN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

AZIZAH NUR ALIYAH



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemanfaatan Makroalga *Padina australis* sebagai Katalis Heterogen pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Azizah Nur Aliyah
F1401201029



ABSTRAK

AZIZAH NUR ALIYAH. Pemanfaatan Makroalga *Padina australis* sebagai Katalis Heterogen pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. Dibimbing oleh OBIE FAROBIE.

@Hak cipta milik IPB University

Energi migas di Indonesia menjadi andalan utama untuk perekonomian, baik sebagai penghasil devisa ataupun pemasok kebutuhan energi dalam negeri. Peningkatan yang terus menerus terjadi mengharuskan Indonesia segera menemukan cadangan migas baru. Oleh karena itu, dilakukan penggunaan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan seperti biodiesel. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan memanfaatkan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam makroalga *Padina australis* yang dapat diolah menjadi katalis heterogen. Katalis heterogen dari *Padina australis* dibuat melalui proses kalsinasi dengan suhu kalsinasi 500 °C, 600 °C, dan 700 °C selama 4 jam. Penggunaan daya *microwave* 100 dan 400 watt untuk memanaskan minyak serta variasi waktu 5, 10, 15, 20, dan 25 menit dalam pembuatan biodiesel. Hasil analisis katalis *Padina australis* seperti *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET) serta Kromatografi Gas (GC) untuk mengetahui kandungan metil ester dalam biodiesel. Hasil terbaik yang diperoleh dari pembuatan biodiesel menggunakan katalis *Padina australis* adalah dengan variasi suhu kalsinasi 700 °C dengan daya 100 watt, dan waktu 10 menit. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor dan dianalisis menggunakan ANOVA ($\alpha = 0,05$) dan dilakukan uji lanjut Duncan. Penelitian ini diperoleh hasil biodiesel dengan nilai rendemen sebesar 70-85%, nilai densitas sebesar 0,863-0,888 g/ml, nilai angka asam sebesar 4,85-7,80 mg KOH/g, nilai kadar metil ester sebesar 10,99-48,91% pada penggunaan daya *microwave* 100 watt dan nilai rendemen sebesar 71-89%, nilai densitas sebesar 0,858-0,893 g/ml, nilai angka asam sebesar 4,67-6,48 mg KOH/g, nilai kadar metil ester sebesar 7,53-62,54% pada penggunaan daya *microwave* 400 watt.

Kata kunci: biodiesel, kalsinasi, katalis heterogen, *Padina australis*

ABSTRACT

AZIZAH NUR ALIYAH. Utilization of The Macroalgae *Padina australis* as a Heterogeneous Catalyst in Making Biodiesel from used Cooking Oil. Supervised by OBIE FAROBIE.

Oil and gas energy in Indonesia is a major mainstay for the economy, both as a foreign exchange earner and a supplier of domestic energy needs. The continuous increase requires Indonesia to immediately find new oil and gas reserves. Therefore, the use of environmentally friendly alternative fuels such as biodiesel is carried out. Making biodiesel is done by utilizing bioactive compounds contained in the macroalgae *Padina australis* which can be processed into heterogeneous catalysts. Heterogeneous catalyst from *Padina australis* is made through calcination process with calcination temperature of 500 °C, 600 °C, and 700 °C for 4 hours. The use of 100 and 400 watts microwave power for oil heating and time variations of 5, 10, 15, 20, and 25 minutes in making biodiesel. The results of *Padina australis* catalyst analysis such as Scanning Electron Microscope (SEM), X-ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Brunauer-Emmett-Teller (BET) and Gas Chromatography (GC) to determine the methyl ester content in biodiesel. The best result obtained from the production of biodiesel using *Padina australis* catalyst is the calcination temperature variation of 700 °C with 100 watts of power, and 10 minutes of time. This study used a two-factor complete randomized design and analyzed using ANOVA ($\alpha = 0.05$) and Duncan's further test. This study obtained biodiesel results with a yield value of 70-85%, density value of 0,863-0,888 g/ml, acid number value of 4,85-7,80 mg KOH/g, methyl ester content value of 10,99-48,91% at the use of 100 watts microwave power and a yield value of 71-89%, density value of 0,858-0,893 g/ml, acid number value of 4,67-6,48 mg KOH/g, methyl ester content value of 7,53-62,54% at the use of 400 watts microwave power.

Keywords: biodiesel, calcination, heterogeneous catalyst, *Padina australis*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PEMANFAATAN MAKROALGA *PADINA AUSTRALIS* SEBAGAI KATALIS HETEROGEN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

AZIZAH NUR ALIYAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. **Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.**
2. **Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc.**



Judul Skripsi : Pemanfaatan Makroalga *Padina australis* sebagai Katalis Heterogen pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

Nama : Azizah Nur Aliyah

NIM : F1401201029

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.

NIP 196304251989031001

Tanggal Ujian:
22 Juli 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juli 2024 ini ialah proses pembuatan biodiesel, dengan judul “Pemanfaatan Makroalga *Padina australis* sebagai Katalis Heterogen pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran, masukan dan ilmu pengetahuan kepada penulis.
2. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr. selaku dosen penguji pertama dan Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc. selaku dosen penguji kedua dan Lilis Sucahyo, S.TP., M.Si. selaku dosen moderator yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
3. Kedua orang tua yang berjasa dalam hidup penulis, Mastoni dan Somenih. Terima kasih atas doa, cinta, semangat dan pengorbanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kakak tercinta Egi Juliyanti Antoni dan keluarga yang telah mendoakan serta memotivasi penulis.
4. Staf Laboratorium SBRC dan staf Laboratorium Teknik Energi Terbarukan, Leuwikopo IPB yang telah membantu selama pengumpulan data.
5. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hafiz Catur Febrian yang telah membantu dan meluangkan waktu serta pikiran dalam penelitian ini.
6. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rani, Adisti, Risa, Anisya, Sonya, Nadhyah, Annida, Messa, dan Iin yang telah memberikan *support*.
7. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman TMB angkatan 57 yang telah kebersamai selama lebih kurang 4 tahun.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Azizah Nur Aliyah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Makroalga	3
2.2 <i>Padina australis</i>	3
2.3 Minyak Jelantah	4
2.4 Biodiesel	5
2.5 Transesterifikasi	6
2.6 Katalis Heterogen	7
2.7 Microwave	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.3.1 Persiapan Penelitian	12
3.3.2 Persiapan Katalis Makroalga <i>Padina australis</i>	12
3.3.3 Pengujian Katalis	12
3.3.4 Pembuatan Biodiesel	13
3.3.5 Pengujian Mutu Biodiesel	15
3.3.6 Analisis Kadar Metil Ester	16
3.4 Analisis Data	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis SEM	18
4.2 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis XRD	19
4.3 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis FTIR	20
4.4 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis BET	21
4.5 Analisis Karakteristik Minyak Jelantah	22
4.6 Pengaruh Suhu Kalsinasi dan Daya terhadap Rendemen Biodiesel	23
4.7 Pengaruh Suhu Kalsinasi dan Daya terhadap Densitas Biodiesel	24
4.8 Pengaruh Suhu Kalsinasi dan Daya terhadap Angka Asam Biodiesel	25
4.9 Analisis Kadar Metil Ester	26
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28



DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	58

DAFTAR TABEL

Katalis heterogen dari biomassa untuk produksi biodiesel	1
Kisaran variasi morfologi <i>Padina</i> di Pulau Lombok	4
Syarat mutu biodiesel	6
Matriks metode penelitian	16
Karakteristik minyak goreng bekas	22

DAFTAR GAMBAR

1	Makroalga <i>Padina australis</i>	3
2	Reaksi transesterifikasi (Haryanto <i>et al.</i> 2015)	7
3	Mekanisme pemanasan konvensional dan <i>microwave</i> (Gude <i>et al.</i> 2013)	8
4	Diagram preparasi katalis heterogen makroalga <i>Padina australis</i>	10
5	Diagram pembuatan biodiesel dari katalis heterogen makroalga <i>Padina australis</i>	11
6	<i>Microwave</i>	14
7	Hasil analisis SEM perbesaran 250x pada katalis makroalga <i>Padina australis</i> suhu kalsinasi 500 °C (a), 600 °C (b), dan 700 °C (c)	18
8	Hasil analisis SEM perbesaran 500x pada katalis makroalga <i>Padina australis</i> suhu kalsinasi 500 °C (a), 600 °C (b), dan 700 °C (c)	18
9	Hasil analisis SEM perbesaran 2500x pada katalis makroalga <i>Padina australis</i> suhu kalsinasi 500 °C (a), 600 °C (b), dan 700 °C (c)	19
10	Hasil analisis XRD katalis makroalga <i>Padina australis</i> dengan suhu kalsinasi 500 °C (K1), 600 °C (K2) dan 700 °C (K3)	19
11	Hasil analisis FTIR katalis makroalga <i>Padina australis</i> dengan suhu kalsinasi 500 °C (K1), 600 °C (K2) dan 700 °C (K3)	20
12	Hasil analisis BET katalis makroalga <i>Padina australis</i> dengan suhu kalsinasi 500 °C (a), 600 °C (b) dan 700 °C (c)	21
13	Grafik rendemen biodiesel terhadap suhu kalsinasi dan daya 100 watt (a) dan daya 400 watt (b)	23
14	Grafik densitas biodiesel terhadap suhu kalsinasi dan daya 100 watt (a) dan daya 400 watt (b)	24
15	Grafik angka asam terhadap suhu kalsinasi dan daya 100 watt (a) dan daya 400 watt (b)	25
16	Kurva kalibrasi standardisasi metil ester	26
	Grafik kadar metil ester terhadap suhu kalsinasi dan daya 100 watt (a) dan daya 400 watt (b)	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Penghitungan kebutuhan bahan dalam pembuatan biodiesel	34
2	Lampiran 2 Data hasil XRD pada katalis <i>Padina australis</i>	35
3	Lampiran 3 Data hasil FTIR pada katalis <i>Padina australis</i>	36
4	Lampiran 4 Data hasil BET pada katalis <i>Padina australis</i>	37
5	Lampiran 5 Data pengujian asam lemak bebas minyak jelantah	40
6	Lampiran 6 Data rendemen biodiesel	41
7	Lampiran 7 Data densitas biodiesel	42
8	Lampiran 8 Data angka asam biodiesel	43
9	Lampiran 9 Data kadar metil ester	44
10	Lampiran 10 Analisis statistika	46
11	Lampiran 11 Dokumentasi kegiatan penelitian	55