

PEMANFAATAN LIMBAH MAKROALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) SEBAGAI KATALIS HETEROGEN DALAM PEMBUATAN BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK CURAH

IIN INDAYANTI



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



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 Limbah Makroalga Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Katalis Heterogen Dalam Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Curah” 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

Iin Indayanti
F1401201004

@Hak cipta milik IPB University

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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

IIN INDAYANTI. Pemanfaatan Limbah Makroalga Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Katalis Heterogen Dalam Proses Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Curah. Dibimbing oleh OBIE FAROBIE.

Saat ini, energi menjadi faktor penting dalam mencapai pembangunan berkelanjutan. Seiring berjalannya waktu, sumber energi dunia juga telah mengalami perubahan signifikan. Pada awalnya, masyarakat memanfaatkan biomassa, seperti kayu bakar untuk memenuhi kebutuhan energi. Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu biodiesel sebagai pengganti bahan bakar pada mesin diesel. Dalam proses pembuatan biodiesel diperlukan katalis untuk mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu tanpa mengalami perubahan atau terjadinya reaksi balik. Salah satu jenis katalis yang dapat digunakan adalah katalis heterogen. Katalis heterogen dapat berasal dari limbah alga *Eucheuma cottonii* yang dibuat melalui proses kalsinasi pada suhu yang bervariasi yaitu 550 °C, 650 °C, dan 750 °C selama 4 jam. Konsentrasi katalis yang digunakan pada pembuatan biodiesel yaitu 2 %, 3 %, dan 4 % dengan waktu reaksi 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 35 menit menggunakan gelombang mikro. Katalis hasil kalsinasi diuji dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-ray Diffraction* (XRD), *Brunauer-Emmett-Teller* (BET), dan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR). Biodiesel yang telah diproduksi juga dilakukan uji analisis berupa rendemen, densitas, angka asam, kadar metil ester. Hasil kadar metil ester terbaik pada penelitian ini yaitu 92 %. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap faktorial tiga faktor dan dianalisis dengan ANOVA ($\alpha = 0,05$) serta uji lanjut Duncan. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu kalsinasi, konsentrasi katalis dan waktu reaksi dapat mempengaruhi hasil biodiesel.

Kata kunci: biodiesel, katalis heterogen, konsentrasi katalis, limbah *Eucheuma cottonii*, waktu reaksi.



ABSTRACT

IIN INDAYANTI. Utilization of Red Macroalgae Waste (*Eucheuma cottonii*) as Heterogeneous Catalyst in Biodiesel Production Process Using Bulk Oil. Supervised by OBIE FAROBIE.

Nowadays, energy is an important factor in achieving sustainable development. Over time, the world's energy sources have also undergone significant changes. At first, people utilized biomass, such as firewood to meet energy needs. One alternative energy that can be developed is biodiesel as a substitute for fuel in diesel engines. In the process of making biodiesel, a catalyst is needed to accelerate the rate of chemical reactions at a certain temperature without undergoing changes or the occurrence of reverse reactions. One type of catalyst that can be used is heterogeneous catalyst. Heterogeneous catalysts can be derived from *Eucheuma cottonii* algae waste which is made through a calcination process at various temperatures, namely 550 °C, 650 °C, and 750 °C for 4 hours. The catalyst concentrations used in making biodiesel are 2%, 3%, and 4% with reaction times of 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, and 35 minutes using microwaves. The calcined catalyst was tested by Scanning Electron Microscope (SEM), X-ray Diffraction (XRD), Brunauer-Emmett-Teller (BET), and Fourier Transform InfraRed (FTIR). Biodiesel that has been produced is also analyzed in the form of yield, density, acid number, methyl ester content. The best methyl ester content in this research is 92%. The experimental design used in this research is a three-factor factorial complete randomized design and analyzed by ANOVA ($\alpha = 0.05$) and Duncan's further test. Based on this research, it can be concluded that calcination temperature, catalyst concentration and reaction time can affect biodiesel yield.

Keywords: biodiesel, heterogeneous catalyst, catalyst concentration, *Eucheuma cottonii* waste, reaction time.

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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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.

© 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 LIMBAH MAKROALGA MERAH (*Eucheuma cottonii*) SEBAGAI KATALIS HETEROGEN DALAM PEMBUATAN BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK CURAH

IIN INDAYANTI

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 milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Setyo Pertiwi, M. Agr
2. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si

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.



Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Makroalga Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Katalis Heterogen Dalam Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Curah

Nama : Iin Indayanti
NIM : F1401201004

Disetujui oleh

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



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Hartulistiwa, M.Sc.Agr.
NIP 196304251989031001



Tanggal Ujian:
29 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 Maret 2024 sampai bulan Juli 2024 ini ialah proses produksi katalis dan biodiesel, dengan judul “Pemanfaatan Limbah Makroalga Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Katalis Heterogen Dalam Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Curah”. Penulisan karya ilmiah dan penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari do’a dan dukungan sebagai pihak dan kesempatan ini penulis ucapkan kepada

1. Pembimbing, Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran, arahan dan bimbingan kepada penulis.
2. Terima kasih kepada Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si. dan Dr. Ir. Setyo Pertiwi, M.Agr. selaku dosen penguji serta bapak Lilis Sucahyo, S.TP., M.Si. selaku dosen moderator
3. Kedua orang tua penulis atas segala do’a, dukungan dan kasih sayang yang diberikan.
4. Teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 57 atas segala dukungan, semangat dan bantuan yang telah diberikan selama penelitian
5. Serta seluruh pihak yang telah bersedia memberikan waktu dan bimbingannya untuk membantu penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang pantas atas segala kebaikan yang penulis terima. Penulis berharap semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Iin Indayanti



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Eucheuma cottonii</i>	4
2.2 Minyak Curah	4
2.3 Biodiesel	6
2.4 Esterifikasi	6
2.5 Transesterifikasi	6
2.6 Katalis	7
2.7 <i>Microwave</i>	7
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Karakteristik Minyak Goreng Curah	17
4.2 Analisis SEM pada Katalis	17
4.3 Analisis XRD pada Katalis	18
4.4 Analisis BET pada Katalis	18
4.5 Analisis FTIR pada Katalis	19
4.6 Pengaruh Suhu Kalsinasi, Konsentrasi Katalis, dan Waktu Reaksi terhadap Rendemen Biodiesel	21
4.7 Pengaruh Suhu Kalsinasi, Konsentrasi Katalis, dan Waktu Reaksi terhadap Densitas Biodiesel	23
4.8 Pengaruh Suhu Kalsinasi, Konsentrasi Katalis, dan Waktu Reaksi terhadap Angka Asam Biodiesel	24
4.9 Pengaruh Suhu Kalsinasi, Konsentrasi Katalis, dan Waktu Reaksi terhadap Kadar Metil Ester	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	41

DAFTAR TABEL

1	Standar Mutu Minyak Goreng Sawit	5
2	Standar Mutu Biodiesel	6
3	Matriks Metode Percobaan	16
4	Karakteristik Minyak Goreng Curah	18
5	Hasil Analisis BET pada katalis	20

DAFTAR GAMBAR

1	Mekanisme reaksi transesterifikasi	7
2	Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis basa	8
3	Reaktor dengan bantuan gelombang mikro	9
4	Diagram alir kalsinasi katalis	10
5	Diagram alir pembuatan biodiesel	11
6	Hasil analisis SEM katalis limbah <i>Eucheuma cottonii</i> dengan suhu kalsinasi 550 °C per besaran 250x (a), 550 °C per besaran 500x (b), 550 °C per besaran 2500x (c), 650 °C per besaran 250x (d), 650 °C per besaran 500x (e), 650 °C per besaran 2500x (f), 750 °C per besaran 250x (g), 750 °C per besaran 500x (h), 750 °C per besaran 2500x (i)	19
7	Hasil Analisis XRD katalis limbah <i>Eucheuma cottonii</i> dengan suhu kalsinasi 750 °C (A4), 650 °C (A3), 550 °C (A2), Bahan Baku (A1)	20
8	Hasil analisis BET katalis limbah <i>Eucheuma cottonii</i> bahan baku (a) serta suhu kalsinasi 550 °C (b), 650 °C (c) dan 750 °C (d)	21
9	Hasil analisis FTIR katalis Limbah <i>Eucheuma cottonii</i>	22
10	Grafik rendemen biodiesel dengan waktu reaksi dan konsentrasi katalis pada suhu kalsinasi 550 °C (a), 650 °C (b), dan 750 °C (c)	23
11	Grafik biodiesel dengan waktu reaksi dan konsentrasi katalis pada suhu kalsinasi 550 °C (a), 650 °C (b), dan 750 °C (c)	24
12	Grafik rendemen biodiesel dengan waktu reaksi dan konsentrasi katalis pada suhu kalsinasi 550 °C (a), 650 °C (b), dan 750 °C (c)	25
13	Grafik rendemen biodiesel dengan waktu reaksi dan konsentrasi katalis pada suhu kalsinasi 550 °C (a), 650 °C (b), dan 750 °C (c)	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data rendemen dan mutu biodiesel	32
2	Analisis statistika	33
3	Dokumentasi penelitian	41