

**SKRIPSI**

**PENGARUH MASSA KATALIS ZEOLIT DAN SUHU TERHADAP  
*YIELD BIO-OIL* PADA PIROLISIS SERBUK BUAH PINUS**



Diajukan oleh :

David Reinaldo 5203015016

Gunawan Andri Wijaya 5203015045

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : David Reinaldo

NRP : 5203015016

telah diselenggarakan pada tanggal 30 Mei 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 8 Juni 2018

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM  
NIK.521.87.0127

Pembimbing II



Sandy Budi Hartono, Ph. D. IPM  
NIK.521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua



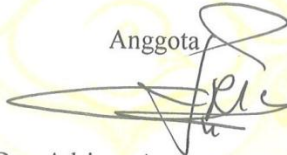
Ir. Setiyadi, M.T.  
NIK. 521.88.0127

Sekretaris



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM  
NIK. 521.87.0127

Anggota



Dra. Adriana Anteng A., M.Si.  
NIK.521.86.0124

Mengetahui

Fakultas Teknik  
Dekan



Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.  
NIK: 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia  
Ketua



Sandy Budi H., Ph.D. IPM  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : **Gunawan Andri Wijaya**

NRP : **5203015045**

telah diselenggarakan pada tanggal 30 Mei 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 8 Juni 2018

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM  
NIK.521.87.0127

Pembimbing II



Sandy Budi Hartono, Ph. D. IPM  
NIK.521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua



Ir. Setiyadi, M.T.  
NIK. 521.88.0127

Sekretaris



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM  
NIK. 521.87.0127

Anggota



Dra. Adriana Anteng A., M.Si.  
NIK.521.86.0124

Mengetahui

Fakultas Teknik  
Dekan



Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.  
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia  
Ketua



Sandy Budi H., Ph.D. IPM  
NIK. 521.99.0401

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : David Reinaldo  
NRP : 5203015016

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

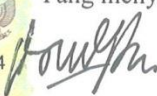
Judul :


**Pengaruh Massa Katalis Zeolit dan Suhu Terhadap *Yield Bio-oil* Pada Pirolysis Serbuk Buah Pinus**

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 8 Juni 2018

Yang menyatakan,  
  
(David Reinaldo)  
NRP. 5203015016



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Gunawan Andri Wijaya  
NRP : 5203015045

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

**Pengaruh Massa Katalis Zeolit dan Suhu Terhadap *Yield Bio-oil* Pada Pirolisis Serbuk Buah Pinus**

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 8 Juni 2018

Yang menyatakan,



  
(Gunawan Andri Wijaya)  
NRP. 5203015045

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 8 Juni 2018

Mahasiswa,


(David Reinaldo)

NRP. 5203015016

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 8 Juni 2018

Mahasiswa,

*GAU*



(Gunawan Adhiti Wijaya)

NRP. 5203015045

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Massa Katalis Zeolit dan Suhu Terhadap *Yield Bio-oil* Pada Pirolisis Serbuk Buah Pinus”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya penulisan Skripsi, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
2. Sandy Budi Hartono Ph.D selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
3. Ir. Setiyadi, M.T. dan Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. selaku dosen penguji;
4. Seluruh dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini;
5. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Skripsi ini;
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 8 Juni 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Buah pinus	4
II.2 <i>Bio-oil</i>	5
II.3 Pirolisis	6
II.4 Zeolit	7
BAB III METODE PERCOBAAN	9
III.1 Rancangan Penelitian	9
III.2 Variabel Penelitian	9
III.2.1 Variabel Tetap	9
III.2.2 Variabel Bebas	10
III.3 Alat dan Bahan	10
III.3.1 Bahan	10
III.3.2 Alat	10
III.4 Rangkaian Alat	11
III.5 Prosedur Penelitian	11
III.5.1 Persiapan Serbuk Buah Pinus	11
III.5.2 Persiapan Katalis	11
III.5.3 Proses Pirolisis	12
III.5.3.1 Pengaruh Rasio Massa Katalis/Massa Serbuk Buah Pinus	12
III.5.3.2 Pengaruh Suhu Pirolisis	12
III.6 Karakterisasi	13
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	14
IV.1 Analisis Proksimat Serbuk Buah Pinus	14

IV.2 Preparasi Katalis Zeolit	14
IV.2 Pengaruh Rasio Massa Katalis Terhadap <i>Yield Bio-oil</i>	16
IV.3 Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap <i>Yield Bio-oil</i>	17
IV.4 Pengaruh Gabungan Rasio Massa Katalis/Massa Serbuk Buah Pinus dan Suhu	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Skema Alat Pirolisis	11
Gambar IV.1 Bentuk Morfologi Zeolit Alam yang Telah Diaktivasi dengan Asam Klorida dan Kalsinasi 500°C	15
Gambar IV.2 Pengaruh rasio massa katalis/massa serbuk buah pinus terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa serbuk buah pinus = 200 gram;suhu = 400°C;waktu pirolisis = 3 jam)	16
Gambar IV.3 Pengaruh suhu pirolisis terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa serbuk buah pinus = 200 gram;massa katalis = 15 gram;waktu pirolisis = 3 jam)	17
Gambar IV.4 Pengaruh rasio massa katalis/massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa serbuk buah pinus = 200 gram;waktu pirolisis = 3 jam)	20

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Senyawa Golongan Terpenoid	5
Tabel II.2 Perbandingan Sifat Fisika <i>Bio-oil</i> Menurut Peneliti Terdahulu	6
Tabel IV.1 Analisa Serbuk Buah Pinus	14
Tabel IV.2 Pengaruh gabungan rasio massa katalis/massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap densitas <i>bio-oil</i> (massa serbuk buah pinus = 200 gram; waktu pirolisis = 3 jam)	19
Tabel IV.3 Pengaruh gabungan rasio massa katalis/massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa serbuk buah pinus = 200 gram; waktu pirolisis = 3 jam)	19

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber energi, namun hingga saat ini masyarakat masih sangat bergantung pada energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2015 konsumsi energi terbesar di Indonesia adalah bahan bakar minyak (BBM) dengan ketergantungan mencapai 97%, dengan meningkatnya konsumsi bahan bakar fosil di Indonesia, maka perlu dicari sumber energi terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dikembangkan adalah energi yang berasal dari biomassa yaitu *bio-oil*. Salah satu sumber biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai *bio-oil* adalah buah pinus. Buah pinus yang melimpah merupakan limbah perkebunan dan pemanfaatannya yang masih kurang.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio massa katalis zeolit/massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap *yield bio-oil*. Pirolisis dilakukan dengan mencampurkan serbuk buah pinus dengan katalis zeolit yang sudah diaktivasi. Aktivasi katalis dilakukan dengan mencampur katalis dengan asam HCl 2 N 500 ml dan diaduk selama 3 jam pada suhu kamar dan dilanjutkan kalsinasi di dalam *furnace* pada suhu 500°C selama 3 jam. Selanjutnya, katalis zeolit 5 gram dicampur dengan serbuk buah pinus 200 gram dan dilakukan proses pirolisis pada suhu 300°C sampai 500°C dan massa katalis 5 sampai 25 gram selama 3 jam. Dari hasil penelitian ini didapatkan semakin besar rasio massa katalis/massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis, maka *yield bio-oil* semakin meningkat. Hasil *bio-oil* dengan *yield* tertinggi sebesar 8,1% dicapai pada saat massa katalis 25 gram/200 gram serbuk buah pinus dan suhu pirolisis 500°C dengan karakteristik *bio-oil* meliputi densitas sebesar 1,006 g/ml, viskositas 65,94 cSt, dan nilai kalor 31,256 MJ/kg.

## ABSTRACT

Indonesia is a country rich in energy resources. But until now people are still very dependent on energy derived from fossil fuels. Therefore, it is currently being discussed about new ideas or ideas about renewable energy sources to balance the source of energy derived from fossil fuels. Based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM) in 2015 the largest consumption in Indonesia is fuel oil (BBM) with a dependence of 97%. The high consumption of fossil fuels in Indonesia will require new renewable energy sources. One renewable energy source that can be developed is energy derived from biomass that is bio-oil. One source of biomass that can be used as bio-oil is pine fruit. Pine fruit has an abundant source because it is one of the plantation wastes and its utilization is still lacking.

In this study the objective to be achieved is to study the mass of zeolite catalysts used to produce the highest yield of bio-oil and study the optimal temperature of bio-oil making through pyrolysis process. Pyrolysis was done with mix pine powder and catalyst zeolite. Catalyst activation was done with mix it with acid for 3 hours and furnace process at 500°C for 3 hours. From the study produce bio-oil with 8,1% yield when catalyst mass 25 gram/200 gram pine powder and pyrolysis temperature 500°C with density 1,006 g/ml, viscosity 65,94 cSt, and calorific value 31.256 MJ/kg.