

**PENGOLAHAN LIMBAH *STYROFOAM* DENGAN PENAMBAHAN BAHAN  
ORGANIK BERUPA KULIT JERUK DAN DAUN KAYU PUTIH  
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Azizah Nur Adilah Rohmah  
NIM 1510211024**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
2019**

**PENGOLAHAN LIMBAH *STYROFOAM* DENGAN PENAMBAHAN BAHAN  
ORGANIK BERUPA KULIT JERUK DAN DAUN KAYU PUTIH  
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Universitas Muhammadiyah Jember  
untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam  
menyelesaikan Program Sarjana Pendidikan Biologi



Oleh  
**Azizah Nur Adilah Rohmah**  
**NIM 1510211024**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
2019**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi oleh Azizah Nur Adilah Rohmah ini telah diperiksa dan dipersetujui untuk diuji oleh Tim Penguji

Jember, 16 Juli 2019

Pembimbing I

**Dra. Sawitri Komarayanti, MS.**

NPK. 8802183

Jember, 17 Juli 2019

Pembimbing II

**Ir. Elfien Herrianto, M.P.**

NPK. 85 07 129



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh Azizah Nur Adilah Rohmah ini telah dipertahankan di depan Dewan  
Penguji pada tanggal 24 Juli 2019  
Dewan Penguji,

**Ika Priantari, S.Si, M.Pd**  
NPK. 06 09 460

**Ketua**

**Dra. Sawitri Komaravanti, MS.**  
NPK. 8802183

**Anggota**

**Ir. Elfien Herrianto, M.P**  
NPK. 85 07 129

**Anggota**



Mengetahui,

Dekan

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**Dr. Mochamad Hatip, M.Pd**  
NPK. 87 02 165

## PRAKATA

Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pengolahan Limbah *Styrofoam* Dengan Penambahan Bahan Organik Berupa Kulit Jeruk Dan Daun Kayu Putih Sebagai Bahan Bakar Alternatif

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan dari Dosen pembimbing skripsi dan juga berkat penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sekaligus menambah khasanah ilmu pengetahuan kita tentang pentingnya pemahaman pengolahan limbah di lingkungan sekitar.

Seperti kata pepatah “ **Tiada Gading yang Tak Retak** ”, maka penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan dan terdapat kekurangan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan guna memperbaiki skripsi ini, sehingga hasilnya dapat menjadi lebih baik lagi dari sebelumnya.

Jember, 30 Juli 2019

Penulis,

## UNGKAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang mana akan kuasanya skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Mochammad Hatip, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Novi Eurika, S.Si, M.Pd selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Dra. Sawitri Komarayanti, M.S dan Ir. Elfien Herrianto, M.P selaku dosen pembimbing I dan II yang selama ini dengan ulet dan sabar telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Agus Prasetyo, S.Si, M.Pd, Ibu Ika Priantari, S.Si, M.Pd, Bapak Ir. Arief Noof Akhmadi, M.P, Bapak Dr. Kukuh Munandar, S.Pd, M.Kes, Ibu Ari Indriana Hapsari S.Si, M.Si, selaku dosen FKIP Biologi yang selama ini telah sabar mendidik dan membimbing saya selama berkulia di Universitas Muhammadiyah Jember.
5. Almarhum Bapak Dr. Gatot Sungeng Purwono selaku dosen metodologi penelitian.
6. Seluruh dosen non Biologi yang telah mendidik saya.
7. Staf pengajaran FKIP Universitas Muhammadiyah Jember.
8. Kepala dan Staf Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju Universitas Malang.
9. Kepala dan Staf Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya Malang.
10. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Adil Mulyo dan Ibu Ida Nuraeni yang selalu mendoakan dan mendukung saya sepanjang waktu.
11. Kedua kakek dan nenek saya tercinta Bpk Muldjodono dan Ibu Farida yang tiada henti mendoakan dan mendukung saya.
12. Adik Fitri, Adik iik, Mbak faza, Mas Rais dan Mas Zarfani yang

memberikan motivasi kepada saya.

13. Teman teman FKIP Biologi 2015 Universitas Muhammadiyah Jember seperjuangan yang saling support selama menyelesaikan skripsi ini.
14. Mas Aldi yang selalu membantu dan mendampingi selama proses pengerjaan skripsi ini.
15. Ibu Suryati yang telah memberikan motivasi dan arahannya.
16. Dewi Sekar Miasih dan Mastika Marisahani Ulfah yang memberikan pertolongan saat mengurus administrasi di malang.
17. Mbak puput, desi, dinda dan nada yang telah memeberikan motivasi selama ini.
18. Teman teman IKAHIMBI Wilker V Jawa 3 yang saya cintai.

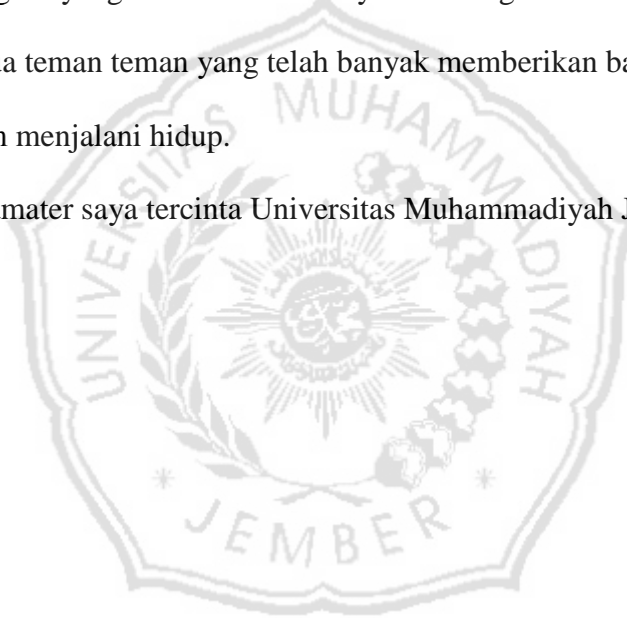




## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Abi dan umi tercinta yang telah memberikan banyak hal dalam pendidikan saya selama ini.
2. Kakek dan nenek tercinta yang senantiasa berdoa di rumah.
3. Adik dan kakak di rumah yang senantiasa memberikan support untuk saya.
4. Para guru yang telah mendidik saya dari bangku Tk hingga tamat sarjana.
5. Semua teman teman yang telah banyak memberikan banyak inspirasi dalam menjalani hidup.
6. Almamater saya tercinta Universitas Muhammadiyah Jember.



## ABSTRAK

Rohmah, Adilah, Nur, Azizah. 2019. *Pengolahan Limbah Styrofoam dengan Penambahan Ekstrak Minyak Atsiri Kulit Jeruk dan Minyak Kayu Putih Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi, Jurusan MIPA, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jember.

Pembimbing: (1) Dra. Sawitri Komarayanti, M.S. (2) Ir. Elfi Herrianto, M.P.

**Kata Kunci:** *Styrofoam*, Pirolisis, Katalis

Penggunaan *styrofoam* semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya jumlah masyarakat dengan budaya modern praktis. Namun sifat dari *styrofoam* yang sulit terurai di alam menjadi permasalahan tersendiri. Teknik pengolahan *styrofoam* telah dikembangkan namun pengolahannya masih belum maksimal seperti mengolah *styrofoam* menjadi beton. Teknik pirolisis dilakukan sebagai inovasi pengolahan *styrofoam* menjadi bahan bakar alternatif. Penelitian pirolisis limbah *styrofoam* telah dilakukan dengan katalis *zeolit* yang harganya mahal. Penelitian ini menggunakan katalis berupa kulit jeruk dan daun kayu putih sebagai pengganti *zeolit*. Pada penelitian ini juga menggunakan alat pirolisis yang telah disederhanakan. Sehingga hasil penelitian ini dapat diterapkan sebagai sumber pembelajaran Biologi.

Masalah dalam penelitian ini terkait dengan banyaknya limbah *styrofoam* yang meningkat karena sifatnya yang tidak mudah diuraikan oleh alam. Sedangkan dalam pengolahan limbah *styrofoam* masih belum maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah *styrofoam* menjadi bahan bakar alternatif yang dapat bermanfaat bagi lingkungan sekaligus menangani masalah energi yang semakin menipis.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 Mei 2019 – 1 Juli 2019. Pada pembuatan sampel dilakukan di rumah dengan metode pirolisis dengan katalis kulit jeruk Bali dan daun kayu putih. Proses pirolisis berlangsung selama 2 jam dengan suhu 200° C. Pada penelitian uji sifat fisik yang meliputi uji massa jenis, viskositas, kalor pembakaran dan *flash point* dilakukan di Laboratorium Motor Bakar universitas Brawijaya Malang. Sedangkan untuk uji senyawa kimia dengan metode *GC-MS* dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Malang.

Berdasarkan hasil penelitian ini proses pirolisis dengan katalis kulit jeruk Bali dan daun kayu putih menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan katalis daun kayu putih dan kulit jeruk bali terhadap cairan yang dihasilkannya. Yang mana pada katalis 26 gr menghasilkan cairan 120 mL. Hasil pirolisis juga menunjukkan bahwa senyawa *polystyrene* telah dipecah menjadi senyawa *styrene*. Dan hasil dari *styrofoam* dapat menghasilkan cairan yang memenuhi standart SNI bahan bakar alternatif.

## ABSTRAK

Rohmah, Adilah, Nur, Azizah. 2019. *Styrofoam Waste Processing with Addition of Essential Oil of Orange Peel and Eucalyptus Oil as Alternative Fuels*. Skripsi, Jurusan MIPA, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jember. Pembimbing: (1) Dra. Sawitri Komarayanti, M.S. (2) Ir. Elfi Herrianto, M.P.

**Key Words** : Styrofoam, Pyrolysis, Catalyst

The use of styrofoam is increasing along with the increasing number of people with practical modern culture. But the nature of styrofoam that is difficult to decompose in nature is a problem in itself. Styrofoam processing techniques have been developed, but the processing is still not optimal, such as processing styrofoam into concrete. The pyrolysis technique is carried out as an innovation in processing styrofoam into alternative fuels. Pyrolysis of styrofoam waste has been carried out with expensive zeolite catalysts. This study uses a catalyst in the form of orange peel and eucalyptus leaves as a substitute for zeolite. In this study also using a simplified pyrolysis tool. So that the results of this study can be applied as a source of learning Biology.

The problem in this study is related to the increasing amount of styrofoam waste due to its nature which is not easily broken down by nature. While processing Styrofoam waste is still not optimal. This study aims to process styrofoam waste into alternative fuels that can be beneficial to the environment while addressing energy problems that are increasingly depleting.

This research was conducted on 1 May 2019 - 1 July 2019. The sample was made at home by pyrolysis method with catalyst of pomelo peel and eucalyptus leaves. The pyrolysis process lasts for 2 hours with a temperature of 200°C. In the physical properties test, which includes the test of density, viscosity, heat of combustion and flash point, it is carried out at the Motor Fuel Laboratory of Brawijaya University Malang. Whereas the chemical compound test using GC-MS method was carried out at the Central Laboratory of the University of Malang.

Based on the results of this study the pyrolysis process with catalyst of pomelo skin and eucalyptus leaves showed that there was an effect of adding catalysts of eucalyptus leaves and grapefruit peel to the liquid produced. Which in the 26 gr catalyst produces 120 mL of liquid. Pyrolysis results also showed that polystyrene compounds had been broken down into styrene compounds. And the results of Styrofoam can produce liquids that meet SNI standard for alternative fuels

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN LOGO	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PRAKATA	vi
UNGKAPAN TERIMAKASIH	vii
PERSEMBAHAN	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Masalah Penelitian	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Definisi Operasional	7
1.4.1 <i>Styrofoam</i>	7
1.4.2 Kulit Jeruk	8
1.4.3 Minyak Kayu Putih	9
1.4.4 Bahan Bakar Alternatif	9
1.4.5 Parameter Kualitas Hasil Pirolisis	10
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	11
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS</b>	
2.1 Kajian Pustaka	13
2.1.1 <i>Styrofoam</i>	13
2.1.2 Minyak Atsiri Kulit Jeruk	15
2.1.3 Minyak Kayu Putih	17
2.1.4 Bahan Bakar Alternatif	19
2.1.5 Limonene	20
2.1.6 Hubungan Limonene dengan <i>Styrofoam</i>	21
2.1.7 Pirolisis	22
2.2 Hipotesis	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Rancangan Penelitian	29
3.3 Prosedur Penelitian	32
3.3.1 Alat dan Bahan	34
3.3.2 Pirolisis Sederhana	36
3.3.3 Uji Massa Jenis	37

3.3.4 Uji Viskositas .....	38
3.3.5 Uji Titik Nyala Api .....	39
3.3.6 Uji Kalor .....	40
3.3.7 Analisis GS-MS .....	41
3.4 Populasi dan Sampel.....	43
3.5 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	43
3.6 Teknik Pengumpulan Data .....	44
3.6.1 Instrumen Pengumpulan Data .....	44
3.6.2 Teknik Penganalisan Data.....	46
3.6.2.1 Teknik Analisis Data Untuk Pengujian Hipotesis .....	46
3.6.2.1 Teknik Analisi Data Untuk Sumber Belajar .....	47
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
4.1 Deskripsi Data .....	48
4.1.1 Hasil Pengamatan CHP .....	48
4.1.2 Karakteristik Fisik CHP <i>Styrofoam</i> .....	49
4.1.2.1 Uji Fisik Cairan Hasil Pirolisis .....	50
4.1.2.1.1 Rendemen Hasil Pirolisis .....	50
4.1.2.1.2 Massa Jenis Cairan Hasil Pirolisis .....	52
4.1.2.1.3 Viskositas Cairan Hasil Pirolisis .....	52
4.1.2.1.4 Titik Nyala Api .....	53
4.1.2.1.5 Nilai Kalor .....	54
4.1.2.2 Uji Kimia Cairan Hasil Pirolisis .....	54
4.2 Pengujian Hipotesis .....	55
4.3 Proses dan Hasil Sebagai Sumber Belajar .....	66
 <b>BAB V PEMBAHASAN</b>	
5.1 Pengaruh Katalis Terhadap Banyaknya CHP .....	68
5.2 Uji Karakteristik Cairan Hasil Pirolisis (CHP) .....	73
5.2.1 Massa Jenis .....	74
5.2.2 Viskositas .....	76
5.2.3 Flash Point .....	77
5.2.4 Kalor Pembakaran .....	78
5.3 Hasil Uji Kimia .....	80
5.4 Bahan Bakar <i>Styrofoam</i> Sebagai Pemecahan Masalah Energi .....	82
5.5 Potensi Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar .....	84
 <b>BAB V PEMBAHASAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	86
6.2 Saran .....	87
 <b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>88</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Kombinasi perlakuan kulit jeruk dan daun kayu putih .....	32
3.2 Pengamatan jumlah CHP .....	44
3.3 Pengamatan jumlah nilai kalor CHP .....	45
3.4 Pengamatan Viskositas .....	45
3.5 Pengamatan Massa Jenis .....	46
3.6 Pengamatan Flah Point .....	46
3.7 Tabel Analisis GC-MS .....	46
4.1 Pengamatan Cairan Hasil Pirolisis .....	48
4.2 Data Persentase Rendemen Hasil Pirolisis .....	51
4.3 Data Massa Jenis Cairan Hasil Pirolisis .....	52
4.4 Data Uji Viskositas Cairan Hasil Pirolisis .....	53
4.5 Data Uji Flash Point Hasil Pirolisis .....	53
4.6 Data Uji Nilai Kalor Hasil Pirolisis .....	54
4.7 Data Uji GC-MS Cairan Hasil Pirolisis .....	55
4.8 Hasil Uji Normalitas .....	57
4.9 Hasil Uji Homogenitas .....	57
4.10 Hasil Uji ANAVA .....	58
4.11 Hasil Post Hoc Tests Kulit Jeruk .....	59
4.12 Hasil Post Hoc Tests Daun Kayu Putih .....	61
4.15 Uji Beda Nyata Duncan dan Tukey .....	63
4.16 Notasi Hasil Uji Beda Nyata Duncan .....	65
4.17 Kesesuaian Pengolahan Limbah Styrofoam dengan Penambahan Ekstrak Minyak Atsiri Kulit Jeruk dan Minyak Kayu Putih Sebagai Bahan Bakar ALternatif dengan Kurikulum Biologi SMA 2013 revisi 2018.....	67
5.1 Syarat Mutu Bahan Bakar Standar SNI 7182:2012 .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alat Pirolisis Kompleks .....	27
2.2 Alat Pirolisis .....	27
3.1 Prosedur Penelitian .....	32
3.2 Skema Kerja Pirolisis .....	36
3.3 Alat Pirolisis Sederhana .....	37
3.4 Alat Pirolisis.....	37
3.5 Aerometer.....	38
3.6 Viskositas Kinematik .....	39
3.7 Flash Point Tester .....	40
3.8 Kalorimeter Bomb .....	41
3.9 Alat GC-MS .....	42
5.1 Alat Pirolisis Sederhana .....	68
5.2 Proses Berlangsungnya Pirolisis .....	69
5.3 Hasil Cairan Pirolisis .....	70
5.4 Bahan Bakar Alternatif <i>Styrofoam</i> .....	71
5.5 Pengujian Massa Jenis .....	75
5.6 Pengujian Viskositas .....	76
5.7 Pengujian Flash Point .....	78
5.8 Pengujian Nilai Kalor .....	79
5.9 Kromatogram CHP .....	80
5.10. Reaksi Dekomposisi <i>Styrofoam</i> .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Matrik Penelitian.....	92
2 Perhitungan Rendemen .....	93
3 Dokumentasi .....	96
4 Rincian Dana Pada Proses Penelitian .....	97
5 Pernyataan Keaslian Tulisan .....	98
6 Daftar Riwayat Hidup .....	99
7 Lembar Hasil Uji Fisik .....	100
8 Lembar Hasil Uji <i>GC-MS</i> .....	104

