

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk *Char* dan *Tar* Hasil Pirolisis Batang Tembakau Dengan Zeolit 25%mt”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, akan tetapi diharapkan segala usaha yang telah dilakukan dapat menjadi ilmu yang bermanfaat.

Selama proses penulisan dan penyelesaian skripsi ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dan dukungan yang didapat tidak mungkin skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis dengan tulus hati ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr.Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr.Eng. Widya WIjayanti, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Konversi Energi dan juga selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, bantuan, serta ilmu dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan, bantuan, serta ilmu dalam penyusunan skripsi ini.
5. Staf dari Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah melancarkan proses dari skripsi ini.
6. Kedua orang tua serta adik dan kakak dari penulis yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta doa yang tak terhingga sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman M'14 yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman ngopi yaitu, Fadillah , Isfan, Dana, Obi, Dhyan, Romy, Topan, Kakek Feyzar, Ash, Abo, Hilmy, Satrio, Ghani, pipit yang setia menemani disaat susah dan senang

9. Teman-teman KGDM squad yaitu capt.fadillah,dhewapp,falih,isan,bagus, amir,rifqi yang selalu membantu menghilangkan rasa bosan saat pengerjaan skripsi.
10. Rekan-rekan Laboratorium Mesin Pendingin FT-UB yaitu Mea, dbie, Made, Fikri, Hebron, Akbar, Anggi, dan Tejo yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Saudara Dhona, Fraghian, Obi, Ichsan, Dhio, yang telah memberikan saran serta ilmu untuk penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Seluruh Asisten dan Laboran Laboratorium Motor Bakar yang telah banyak memberikan bantuan dalam menyusun skripsi ini.
13. Berbagai pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini,yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, semoga amal, bantuan, bimbingan dan doa yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat di harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aamin.

Malang, Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pirolisis.....	5
2.2 Jenis-jenis Pirolisis.....	6
2.3 <i>Biomassa</i> .....	7
2.4 Batang Tembakau.....	8
2.5 Komponen <i>Biomassa</i> .....	9
2.5.1 Lignoselulosa <i>Biomassa</i> .....	9
2.5.2 Selulosa.....	10
2.5.3 Hemiselulosa.....	10
2.5.4 Lignin.....	11
2.6 Zeolit .....	12
2.7 Bahan Bakar .....	13
2.7.1 Bahan Bakar Padat .....	13
2.7.2 Bahan Bakar Cair .....	14
2.8 Produk Hasil Pirolisis .....	15
2.8.1 <i>Char</i> .....	15

2.8.2 Tar.....	15
2.8.3 Gas .....	15
2.9 Sifat-sifat Fisik Bahan Bakar .....	15
2.9.1 Titik nyala ( <i>Flash Point</i> ).....	16
2.9.2 Massa Jenis ( <i>density</i> ) .....	16
2.9.3 Nilai Kalor ( <i>heating value</i> ).....	16
2.9.4 Viskositas ( <i>Viscosity</i> ).....	17
2.9.5 Kadar air .....	17
2.10 <i>Scanning Electron Microscopy-Energi Dispersive X-ray Spektrometer</i> (SEM-EDX) .....	17
2.11 Penelitian sebelumnya .....	18
2.12 Hipotesa .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Metode Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.3 Variabel Penelitian .....	19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	20
2.9.1 Alat Penelitian.....	20
2.9.1 Bahan Penelitian .....	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa Tar dan Char .....	29
4.2 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Volume Char.....	31
4.3 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Volume Tar.....	32
4.4 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Massa Jenis Tar.....	33
4.5 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Massa Jenis Char .....	34
4.6 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap <i>Flash Point</i> .....	35
4.7 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Viskositas.....	36
4.8 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Tar.....	37
4.9 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Char .....	38
4.10 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Kandungan Unsur Char .....	40

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	43

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Parameter operasi dan produk pirosalisis untuk proses pirolisis .....	6
Tabel 2.2	Kandungan Lignoselulosa batang tembakau .....	9
Tabel 2.3	Nilai kalor dari Batubara.....	14
Tabel 4.1	Kadar unsur <i>char</i> hasil pirolisis batang tembakau pada variasi temperatur 350°C dan 650°C .....	41

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Dekomposisi molekul hidrokarbon .....	5
Gambar 2.2	Proses pengolahan biomassa.....	8
Gambar 2.3	Lignoselulosa biomassa .....	9
Gambar 2.4	Selulosa.....	10
Gambar 2.5	Struktur gula pada hemiselulosa .....	11
Gambar 2.6	Lignin.....	11
Gambar 2.7	Pengaruh Zeolit pada pirolisis lignin .....	12
Gambar 2.8	Reaksi limbah polystyrene dengan zeolit .....	13
Gambar 2.9	Pengaruh variasi temperatur terhadap produk minyak pirolisis pirolisis dengan katalis zeolit 25%mt (tar) .....	18
Gambar 3.1	Intalasi penelitian .....	20
Gambar 3.2	Oven.....	22
Gambar 3.3	<i>Stopwatch</i> .....	22
Gambar 3.4	<i>Bomb</i> Kalorimeter .....	23
Gambar 3.5	Viscometer .....	23
Gambar 3.6	Gelas ukur .....	24
Gambar 3.7	<i>Flash Point Tester</i> .....	24
Gambar 3.8	<i>Moisture analyzer</i> .....	25
Gambar 3.9	<i>Timbangan Elektrik</i> .....	25
Gambar 3.10	Diagram alir penelitian .....	27
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Massa tar dan char .....	29
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Volume char .....	31
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Volume tar .....	32
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Temperatur Pirolisis terhadap Massa Jenis Tar .....	33
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Temperatur Pirolisis terhadap Massa Jenis Char .....	34
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Temperatur terhadap <i>Flash Point</i> .....	35
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Viskositas .....	36
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Nilai Kalor Tar .....	37
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Temperatur terhadap Nilai Kalor Char .....	38
Gambar 4.10	Foto char hasil pengujian SEM-EDX .....	40
Gambar 4.11	Reaksi yang terjadi saat pirolisis.....	41

## RINGKASAN

**Muhammad Reza Fadhila**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2018, *Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk Char Dan Tar Hasil Pirolisis Batang Tembakau Dengan Katalis Zeolit 25%mt*, Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti, Slamet Wahyudi.

Tembakau dapat menghasilkan *biofuel* lebih efisien daripada produk pertanian lainnya., pada penelitian kali ini akan mereduksi sisa batang tembakau untuk menghasilkan *biofuel*, sehingga akan dilihat apakah batang tembakau juga akan menghasilkan bio fuel dengan properties yang baik apabila menggunakan katalis zeolit 25%mt.

Pirolisis adalah proses dekomposisi dari biomassa menjadi produk yang lebih bernilai dengan menggunakan sedikit oksigen atau tanpa oksigen . Selama pirolisis molekul-molekul hidrokarbon berukuran besar yang rumit dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dan sederhana dalam bentuk gas, cair dan char

Tujuan penelitian ini adalah untuk mereduksi sampah batang tembakau menjadi *biofuel* dan mengetahui sifat fisik serta produk hasil pirolisis dengan variasi temperatur. Dalam penelitian ini menggunakan variasi temperatur 350°C, 450°C, 550°C dan 650°C. Proses pirolisis ini dilakukan selama dua jam tanpa atau sedikit oksigen dengan bahan baku batang tembakau sebanyak 100 gram. Hasil penelitian akan diuji kadar unsur dari char dengan menggunakan perangkat SEM-EDX dan diuji sifat fisik dari tar dan char.

Dari hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi temperatur pada pirolisis menggunakan zeolit maka char yang terbentuk akan semakin sedikit dan tar yang dihasilkan akan semakin banyak. Hasil pirolisis menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka nilai kalor yang dihasilkan pada tar dan char akan semakin banyak, penambahan zeolit mengurangi nilai kalor pada char hasil pirolisis. Hasil SEM-EDX menunjukkan bahwa semakin meningkatnya temperatur akan meningkatkan persentase dari karbon dan semakin meningkatnya temperatur akan menghasilkan partikel yang semakin kecil.

**Kata Kunci** : Pirolisis, Temperatur, Tembakau, Katalis, Zeolit, Tar, Char



## SUMMARY

**Muhammad Reza Fadhila**, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, May 2018, Effect of Temperature on Tar and Char Products Results of Pyrolysis of Tobacco Stems With Zeolite 25%wt, Academic Supervisor : Widya Wijayanti, Slamet Wahyudi.*

*Tobacco can produce biofuel more efficient than other agricultural products. In this research, it will reduce the rest of the tobacco stem to produce biofuel, so it will be seen whether the tobacco stem will also produce bio fuel with good properties when using a 25% mt zeolite catalyst.*

*Pyrolysis is the process of decomposition from biomass into a more valuable product by using less oxygen or without oxygen. During pyrolysis large complex molecular hydrocarbons are broken down into smaller, simpler molecules in the form of gases, liquids and chars*

*The purpose of this research is to reduce the waste of tobacco stem into biofuel and to know the physical properties and products of pyrolysis with variety of temperature. In this research, the temperature variety are 350°C, 450°C, 550°C and 650°C.*

*The time spent in pyrolysis process was 2 hours without or with small amount of oxygen with 100 grams of tobacco stem. The results will be tested the element content of char by using SEM-EDX device and tested the physical properties of tar and char.*

*From the results of the study showed that the higher temperature in pyrolysis using zeolite then the char that formed will be less and the resulting tar will be more and more. The pyrolysis results show that the higher the temperature the calor value generated on tar and char will be more, the addition of zeolite reduces the calorific value of the pyrolysis char. The SEM-EDX results show that increasing temperature will increase the percentage of carbon and the increasing temperature will result in smaller particles.*

*Keywords: Pyrolysis, Temperature, Tobacco, Catalyst, Zeolite, Tar, Char*