

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi saya dengan judul, **“Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk Tar dan Char Hasil Pirolisis Daun Tembakau”** sebagai salah satu persyaratan untuk melaksanakan studi di jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang dan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Teknik.

Dalam penelitian ini, penulis mendapat banyak bimbingan, kritik, saran, dan motivasi yang sangat besar dari berbagai pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya skripsi ini. Untuk itu penulis dengan tulus hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Seluruh keluarga saya ibu Rosni Annah Rambe, Fariza Indra Tanjung, Mardian Putra Tanjung dan Maudia Bunga Marina Tanjung yang terus menerus mendukung saya dan mendoakan saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. 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.
4. Ibu Dr.Eng. Widya WIjayanti, ST., M. Eng., selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Konversi Energi dan juga selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, bantuan, waktu serta ilmu dalam penyusunan skripsi ini, karena berkat bimbingan yang ibu berikan penulis bisa menyelesaikan segala proses dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan banyak waktu, bimbingan, bantuan, serta ilmu dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini, berkat semangat yang bapak berikan penulis bisa menyelesaikan segala tahapan dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis untuk bisa melangkah lebih baik sehingga dapat menyelesaikan prososal skripsi ini.
7. Livia Dea Yuliani wanita tangguh yang terus menemani penulis dan memberikan masukan serta menjadi pendengar setia di setiap keluhan yang penulis rasakan dalam

proses penyusunan skripsi ini, tanpa dirimu hal tersebut akan terasa kurang dalam proses penyusunan skripsi ini.

8. Teman-teman KINGDOM (reza, fadil, dana, romy, feyzar, topan, ilyas, ash, hilmy, isfan, abo, dhyan, satrio, ghani) yang telah memberikan banyak bantuan, pengalaman kenangan, pikiran maupun material.
9. Keluarga besar APATTE-62 Brawijaya yang telah banyak memberikan penulis kenangan, pikiran, candaan, rasa capek selama bersama kalian
10. Seluruh teman-teman seperjuangan M14VA (M'14) Brawijaya yang menemani saya dalam menyusun skripsi ini.
11. Seluruh Asisten dan Laboran Laboratorium Motor Bakar yang telah banyak memberikan bantuan dalam menyusun skripsi ini.
12. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar terciptanya karya tulis yang lebih baik. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 9 Juli 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Prolisis .....	6
2.3 Mekanisme Pirolisis .....	7
2.3.1 Pirolisis Primer .....	7
2.3.2 Pirolisis Sekunder .....	8
2.4 Jenis pirolisis .....	10
2.4.1 Pirolisis Lambat ( <i>Slow Pyrolysis</i> ) .....	10
2.4.2 Pirolisis Cepat ( <i>Fast Pyrolysis</i> ) .....	10
2.4.3 Pirolisis Kilat ( <i>Flash Pyrolysis</i> ) .....	11
2.5 Produk Hasil Pirolisis .....	12
2.5.1 <i>Tar</i> .....	12
2.5.2 <i>Char</i> .....	13
2.5.3 Gas .....	13
2.6 Biomassa .....	14
2.7 Struktur dan komposisi Lignusellusa .....	16
2.7.1 Lignin .....	17
2.7.2 Selulosa .....	19
2.7.3 Hemiselulosa .....	21

2.8	Tembakau.....	22
2.9	Pengaruh Variasi Temperature Pada Pirolisis.....	23
2.10	<i>Thermal Cracking</i> .....	24
2.11	Bahan Bakar .....	25
2.11.1	Bahan Bakar Padat.....	25
2.11.2	Bahan Bakar Cair .....	26
2.12	Sifat-sifat fisik bahan bakar .....	27
2.12.1	Nilai Kalor ( <i>Heating Value</i> ).....	27
2.12.2	Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ).....	27
2.12.3	Massa Jenis ( <i>Density</i> ).....	28
2.12.4	Viskositas ( <i>Viscosity</i> ).....	28
2.13	Kadar Air.....	29
2.14	Pengujian Komposisi <i>Char</i> .....	29
2.14.1	Analisa SEM-EDX.....	29
2.15	Hipotesis.....	30
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>31</b>
3.1	Metode Penelitian.....	31
3.2	Tempat Pelaksanaan.....	31
3.3	Variabel Penelitian.....	31
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.4.1	Alat Yang Digunakan.....	32
3.4.2	Bahan Yang Digunakan .....	36
3.5	Prosedur Penelitian .....	36
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	37
3.7	Instalasi Penelitian .....	38
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>41</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	41
4.2	Pembahasan.....	41
4.2.1	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa <i>Tar</i> dan <i>Char</i> ...	42
4.2.2	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Volume <i>Tar</i> dan <i>Char</i>	43
4.2.3	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa Jenis <i>Tar</i> .....	45
4.2.4	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa Jenis <i>Char</i> .....	46
4.2.5	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Viskositas .....	47
4.2.6	Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap <i>Flash Point</i> .....	48

4.2.7 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor <i>Char</i> .....	49
4.2.8 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor <i>Tar</i> .....	50
4.2.9 Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Terhadap Kandungan Unsur .....	51
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Parameter Operasi Dan Produk Pirosalisis Untuk Proses Pirolisis .....	12
Tabel 2.2	Unit Dasar Dalam Lignin.....	19
Tabel 2.3	Kandungan Kimia Tembakau .....	22
Tabel 2.4	Nilai Kalor Dari Batubara.....	26
Tabel 2.5	Perbandingan Sifat Bahan Bakar Minyak Pirolisis .....	27

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik hubungan antara temperatur pirolisis dan massa <i>tar</i> hasil pirolisis....	5
Gambar 2.2	Grafik hubungan antara temperatur pirolisis dan nilai kalor pada <i>tar</i> .....	5
Gambar 2.3	Skema proses pirolisis .....	6
Gambar 2.4	Jalur reaksi pada mekanisme primer konversi konstituen biomassa (M: monomer; MW: berat molekul) .....	7
Gambar 2.5	Tahap pirolisis primer dan skunder .....	8
Gambar 2.6	Skema aliran karbon utama terkait dengan pirolisis biomassa .....	15
Gambar 2.7	Biomassa tumbuh dengan menyerap energi matahari, karbon dioksida, dan air fotosintesis .....	15
Gambar 2.8	Selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam sel tumbuhan.....	17
Gambar 2.9	Kurva pirolisis hemiselulosa, selulosa, dan lignin dari TGA .....	17
Gambar 2.10	Unit dasar polimer lignin .....	19
Gambar 2.11	Struktur molekul selulosa .....	19
Gambar 2.12	Struktur kimia blok bangunan hemiselulosa.....	21
Gambar 2.13	Hubungan temperatur dengan produk akhir proses pirolisis <i>yield</i> biomassa (% wt).....	23
Gambar 2.14	Reaksi <i>thermal cracking</i> .....	24
Gambar 3.1	Oven.....	32
Gambar 3.2	<i>Moisture analyzer</i> .....	32
Gambar 3.3	Timbangan elektrik .....	33
Gambar 3.4	<i>Pyrolyzer</i> .....	33
Gambar 3.5	Cawan Ukur .....	34
Gambar 3.6	<i>Stopwatch</i> .....	34
Gambar 3.7	<i>Flash point tester</i> .....	35
Gambar 3.8	<i>Bomb Calorimeter</i> .....	35
Gambar 3.9	<i>Viscometer</i> .....	35
Gambar 3.10	Instalasi penelitian .....	38

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Pengolahan Data Hasil Pirolisis
- Lampiran 2 Data SEM-EDX



## RINGKASAN

**Obi Nazari Gusmana**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk *Tar* Dan *Char* Hasil Pirolisis Daun Tembakau. Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti, Slamet Wahyudi.

Pirolisis adalah dekomposisi termokimia biomassa ke dalam berbagai produk yang berguna, melalui proses pemanasan biomassa tanpa adanya udara atau oksigen. *Tar* (bio-oil) dan *char* (arang) merupakan produk hasil dari pirolisis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi produk *tar* dan *char* hasil pirolisis daun tembakau dengan variasi temperatur. Dalam penelitian ini menggunakan variasi temperatur 350°C, 450°C, 550°C dan 650°C yang dilakukan selama 2 jam dengan bahan baku daun tembakau sebanyak 100 gram dengan kadar air 10%. Hasil dari penelitian ini akan diuji sifat fisik sebagai pembanding untuk substansi bahan bakar cair dan padat begitu juga kadar unsur dengan menggunakan perangkat SEM-EDX. Dari hasil penelitian ini akan menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh terhadap hasil produk daun tembakau. Variasi temperatur juga berpengaruh terhadap semakin besarnya karbon dan semakin sedikitnya oksigen, begitu juga dengan kehilangan massa dan volume *char* cenderung bertambah seiring dengan penambahan temperatur.

**Kata Kunci:** Pirolisis, Daun Tembakau, *Tar*, *Char*, Sifat Fisik, SEM-EDX, Kandungan Unsur Temperatur

## SUMMARY

**Obi Nazari Gusmana**, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of engineering, Universitas Brawijaya, July 2018, Effect of Temperature on Tar and Char Products of Tobacco Leaves. Academic Supervisor: Widya Wijayanti, Slamet Wahyudi.*

*Pyrolysis is the decomposition of thermochemical biomass into a variety of useful products, through the heating process of biomass in the absence of air or oxygen. Tar (bio-oil) and char (charcoal) are the result of products of pyrolysis. The purpose of this study is to identify tar and char products from the resulting pyrolysis of tobacco leaf with variations of temperature. In this study used variations of temperature 350°C, 450°C, 550°C and 650°C conducted for 2 hours with the raw material of tobacco leaf as much as 100 grams with 10% moisture content. The results of this study will be tested for physical properties as comparators for liquid and solid fuel substances as well as elemental content by using SEM-EDX devices. The results of this study will show that variations of temperature affect towards tobacco leaf product results. Variations of temperature also affect towards the greater carbon and the less oxygen, as well as mass losses and char volumes tend to increase along with the addition of temperature.*

**Keywords:** *Pyrolysis, Tobacco Leaf, Tar, Char, Physical Properties, SEM-EDX, Element Temperature Content*