

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunianya, serta sholawat dan salam tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk Tar dan Char Hasil Pirolisis Batang Tembakau”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang untuk memperoleh gelar sarjana. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
2. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
3. Bapak Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT. selaku Ketua Prodi S1 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses perkuliahan S1.
4. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Konversi Energi, dosen pembimbing akademik, dan dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi dan saran sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi tepat waktu.
6. Seluruh Dosen Pengajar, Staf Administrasi, dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuannya untuk mendukung penyusunan skripsi ini.

7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Mulyana dan Ibu Yohana serta Gery dan Mas Abi. Terimakasih tak terhingga atas seluruh doa, nasihat, dan semangat yang selalu diberikan.
8. Dewi Murni Rachmawati yang selalu memberikan semangat dan doa untuk menyelesaikan skripsi.
9. Sahabat dari kecil Putra, Langgeng, Hanif, Dimas, Ardha, Aditya, Dandy, Kevin, Nanda, Andreas, Damar, dan Mine yang telah memotivasi selama perkuliahan.
10. Sahabat kost enzet dan 'domis' yang telah bekerjasama dan mendukung selama perkuliahan
11. Teman-teman Tim Gokart Universitas Brawijaya untuk pengalaman yang diberikan.
12. Teman-teman seperjuangan Mesin 2014 'Tekad Ini Satukan Kami Sampe Mati Tak Belani' terimakasih untuk solid, kebersamaan, dan momen yang tak terlupakan.
13. Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi dan membantu di bangku perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyusunan skripsi ini dengan baik.

Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna baik kita sebagai acuan penelitian selanjutnya demi kemajuan kita.

Malang, 23 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Proalisis	7
2.3 Jenis pirolisis	9
2.3.1 Pirolisis konvensional	9
2.3.2 <i>Fast pyrolysis</i>	9
2.3.3 <i>Flash pyrolysis</i>	10
2.4 Produk Hasil Pirolisis.....	10
2.4.1 <i>Tar</i>	11
2.4.2 <i>Char</i>	11
2.4.3 Gas	11
2.5 Biomassa	11
2.6 Struktur dan komposisi Lignusellusa	12
2.6.1 Selulosa.....	13
2.6.2 Hemiselulosa.....	14
2.6.3 Lignin.....	14
2.7 Tembakau.....	15

2.8 Bahan bakar.....	16
2.8.1 Bahan bakar cair.....	16
2.8.2 Bahan bakar padat.....	16
2.9 Sifat-sifat fisik bahan bakar	17
2.9.1 Nilai kalor (<i>heating value</i>).....	17
2.9.2 Titik nyala (<i>flash point</i>).....	18
2.9.3 Massa jenis (<i>density</i>).....	18
2.9.4 Viskositas (<i>viscosity</i>).....	18
2.9.5 Kadar air	19
2.10 Pengaruh variasi temperature pada pirolisis.....	20
2.11 Pengujian SEM EDX.....	20
2.12 Hipotesis.....	22

BAB III METODOLOGI PENGUJIAN23

3.1 Metode Penelitian.....	23
3.2 Tempat Pelaksanaan.....	23
3.3 Variabel Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.4.1 Alat Penelitian	24
3.4.2 Bahan Penelitian.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	33
4.2 Pembahasan.....	33
4.2.1 Hubungan antara Temperatur Terhadap Massa <i>Tar</i> dan Massa <i>Char</i>	33
4.2.2 Hubungan antara Temperatur Terhadap Volume <i>Tar</i> dan Volume <i>Char</i>	35
4.2.3 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa Jenis <i>Tar</i>	36
4.2.4 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor <i>Tar</i>	37
4.2.5 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Flashpoint <i>Tar</i>	38
4.2.6 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Viskositas <i>Tar</i>	39
4.2.7 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor <i>Char</i>	41
4.2.8 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Massa Jenis <i>Char</i>	42

4.2.9 Hubungan antara Temperatur Pirolisis Terhadap Kandungan Unsur <i>Char</i>	43
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
---	----

5.1 Kesimpulan.....	47
---------------------	----

5.2 Saran.....	47
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Parameter jenis pirolisis.....	9
Tabel 2.2	Sifat fisik dari bahan bakar minyak.....	16
Tabel 2.3	Nilai kalor dan Komposisi pada Batubara.....	17
Tabel 4.1	Kadar unsur <i>char</i> pada setiap variasi temperature	45

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik temperatur pirolisis terhadap massa <i>char</i>	5
Gambar 2.2	Grafik temperatur terhadap nilai kalor <i>char</i>	6
Gambar 2.3	Grafik temperatur terhadap nilai kalor <i>tar</i>	6
Gambar 2.4	Pirolisis pada partikel biomassa.....	7
Gambar 2.5	Proporsi relatif dari prosuk akhir pirolisis biomassa	8
Gambar 2.6	Konversi biomassa dari berbagai sumber dan produknya	10
Gambar 2.7	Konsep system aliran biomassa menjadi produk akhir energi.....	12
Gambar 2.8	Lignuselusolik biomassa.....	13
Gambar 2.9	Laju dekomposisi struktur lignoselulosa.....	13
Gambar 2.10	Struktur molekul selulosa.....	14
Gambar 2.11	Struktur molekul hemiselulosa.....	14
Gambar 2.12	Beberapa unit stuktural lignin.....	15
Gambar 2.13	Tanaman tembakau.....	15
Gambar 2.14	Pembentukan radikal bebas akibat thermal cracking.....	20
Gambar 2.15	Contoh foto hasil SEM.....	21
Gambar 3.1	Instalasi penelitian pirolisis.....	24
Gambar 3.2	<i>Bomb calorimeter</i>	26
Gambar 3.3	Viskometer	26
Gambar 3.4	<i>Flash Point Tester</i>	27
Gambar 3.5	<i>Moisture analyzer</i>	28
Gambar 3.6	Oven	28
Gambar 3.7	Timbangan elektrik	29
Gambar 3.8	Gelas ukur	29
Gambar 3.9	Batang tembakau.....	30
Gambar 4.1	Temperatur pirolisis terhadap massa <i>tar</i> dan massa <i>char</i>	33
Gambar 4.2	Temperatur pirolisis terhadap volume <i>tar</i> dan volume <i>char</i>	35
Gambar 4.3	Temperatur pirolisis terhadap massa jenis <i>tar</i>	36
Gambar 4.4	Temperatur pirolisis terhadap nilai kalor <i>tar</i>	37
Gambar 4.5	Temperatur pirolisis terhadap nilai <i>flashpoint tar</i>	38
Gambar 4.6	Temperatur pirolisis terhadap nilai viskositas <i>tar</i>	39

Gambar 4.7	Temperatur pirolisis terhadap nilai kalor <i>char</i>	41
Gambar 4.8	Temperatur terhadap massa jenis <i>char</i>	42
Gambar 4.9	Foto <i>char</i> hasil pengujian SEM EDX.....	44
Gambar 4.10	Temperatur pirolisis terhadap kadar karbon dan oksigen.....	44
Gambar 4.12	Reaksi dekarboksilasi pada saat pirolisis	45
Gambar 4.13	Reaksi dehidrasi yang terjadi saat pirolisis	45

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Data hasil penelitian
Lampiran 2	Data hasil komposisi <i>char</i>

RINGKASAN

Fraghian Aldy Prasangga, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2018, Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Produk *tar* Dan *char* Hasil Pirolisis Batang Tembakau, Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti dan Slamet Wahyudi

Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia pada biomassa agar menjadi sesuatu yang bernilai lebih, dengan cara pemanasan tanpa atau dengan oksigen yang terbatas. Biomassa adalah bahan organik dan satu-satunya energi terbarukan dari karbon yang dapat digunakan untuk memproduksi bahan bakar, pada penelitian ini menggunakan limbah batang tembakau untuk dikonversi menjadi bahan bakar dengan cara pirolisis.

Tujuan pada penelitian ini untuk mereduksi limbah batang tembakau menjadi bahan bakar alternatif dan mengetahui pengaruh variasi temperatur terhadap sifat fisik produk *tar* dan *char* hasil pirolisis batang tembakau. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan variasi temperatur pirolisis dari 350°C sampai 650°C. Proses pirolisis dilakukan selama dua jam dengan bahan batang tembakau sebanyak 100 gram.

Hasil penelitian ini akan mendapatkan massa dan volume *tar*, massa jenis *tar*, nilai kalor *tar*, flashpoint *tar*, viskositas *tar* serta massa dan volume *char*, massa jenis *char*, nilai kalor *char*, dan komposisi *char*. Dari hasil penelitian didapatkan dengan meningkatnya temperatur pirolisis maka massa dan volume *tar* akan meningkat sampai temperatur 550°C lalu mengalami penurunan sedangkan massa dan volume *char* menurun. Untuk nilai kalor *tar* meningkat sedangkan massa jenis, flashpoint, viskositas menurun. Pada produk *char*, nilai kalor meningkat dengan meningkatnya temperatur pirolisis sedangkan massa jenis *char* menurun. Untuk karakteristik *char* dengan meningkatnya temperatur pirolisis maka *char* akan semakin berongga dan kandungan karbonnya meningkat sedangkan kandungan oksigennya menurun.

Kata kunci: pirolisis, *char*, *tar*, temperatur, batang tembakau

SUMMARY

Fraghian Aldy Prasangga, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Brawijaya University, May 2018, *The Influence of Temperature Variation on tar And char Products of Tobacco Pyrolysis Result*. Academic Supervisor: Widya Wijayanti, Slamet Wahyudi

Pyrolysis is a process of chemical decomposition in biomass to be something of more value, by heating without or with limited oxygen. Biomass is the organic material and the only renewable energy from carbon that can be used to produce fuel, in this study using tobacco stem waste to be converted into fuel by pyrolysis.

The objective of this study was to reduce tobacco stem waste into alternative fuel and to know effect of temperature variation on physical properties of tar and char products of tobacco stems pyrolysis result. This research was conducted by experimental method with pyrolysis temperature variation from 350°C to 650°C. The pyrolysis process is carried out for two hours with a 100 gram tobacco.

The result of this study will obtain the mass and volume of tar, density of tar, heating value of tar, viscosity of tar as well as mass and volume of char, density of char, heating value of char, and char composition. From the research result obtained by increasing pyrolysis temperature the mass and volume of tar will increase until the temperature 550°C then decreased while massa and volume of char decreased. For heating value of tar increased while density, flashpoint, viscosity decreased. In a char product, the heating value increases with increasing pyrolysis temperature while the density of char decreases. For char characteristics with increasing pyrolysis temperature then char will be more hollow and carbon content increases while its oxygen content decreases.

Keywords: pyrolysis, char, tar, temperature, tobacco stalk