

SKRIPSI

***Kinetika Co-Pyrolysis Limbah Tandan Kelapa Sawit dan Plastik Polyethylene
Terephthalate (PET) Menggunakan Oven Microwave dengan Daya 300 Watt***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata →1 Pada
Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

Shofwan Hanif Albahy

2015 013 0041

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2021

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini tidak berisi hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dan disebutkan sumbernya di dalam naskah maupun daftar pustaka.

Yogyakarta, 7 Mei 2021



Shofwan Hanif Albahy

INTISARI

Seiring peningkatan populasi manusia, sumber energi fosil akan semakin berkurang sedangkan kebutuhan energi akan semakin meningkat sehingga membutuhkan energi alternatif. Ketersediaan limbah padat tandan kelapa sawit dan sampah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dapat menjadi sumber energi terbarukan menggunakan metode pirolisis. *Co-pyrolysis* menggunakan *microwave* merupakan salah satu metode yang dirasa tepat untuk menjadikan limbah padat kelapa sawit dan PET agar memiliki nilai tambah sebagai energi alternatif yang bersifat terbarukan.

Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui kinetika *co-pyrolysis* dari campuran biomassa (tandan) dan PET menggunakan *oven microwave* dengan daya sebesar 300 watt yang meliputi *heating rate*, *mass lose rate* dan energi aktivasi. Komposisi pencampuran kedua jenis limbah terdiri dari lima jenis variasi tandan kosong yaitu 100%, 75%, 50%, 25% dan 0% dengan menggunakan arang batok kelapa sawit sebagai *absorber* untuk menaikkan tingkat serapan gelombang mikro. Perekaman suhu dan massa otomatis didapat dari hasil rekaman per detik dengan menggunakan *data logger* dan aplikasi *hyper terminal*.

Hasil pencampuran biomassa (tandan) dan PET menunjukkan bahwa semakin sedikit *fixed carbon* berpengaruh terhadap proses *co-pyrolysis* menggunakan *oven microwave*. Hal ini berdampak pada nilai *heating rate*, *mass lose rate* yang menurun dan sebaliknya nilai energi aktivasi mengalami peningkatan.

Kata Kunci: *absorber*, biomassa, *data logger*, *hyper terminal*, tandan kelapa sawit, PET, *fixed carbon*

ABSTRACT

As the human population increases, fossil energy sources will decrease while energy demand will increase so that it requires alternative energy. The availability of solid waste from oil palm bunches and plastic waste from Polyethylene Terephthalate (PET) can be a renewable energy source using the pyrolysis method. Microwave co-pyrolysis is one method that is deemed appropriate to make solid waste oil palm and PET so that it has added value as an alternative, renewable energy.

This research was conducted to determine the co-pyrolysis kinetics of a mixture of biomass (bunch) and PET using a microwave oven with a power of 300 watt which includes heating rate, mass lose rate and activation energy. The composition of the mixing of the two types of waste consists of five types of empty bunches, namely 100%, 75%, 50%, 25% and 0% using oil palm charcoal as an absorber to increase the absorption rate of microwaves. Automatic temperature and mass recording is obtained from recordings per second using a data logger and hyper terminal application.

The results of mixing biomass (bunches) and PET show that the less fixed carbon affects the co-pyrolysis process using a microwave oven. This has an impact on the value of heating rate, decreasing mass lose rate and vice versa, the value of activation energy has increased.

Keywords: absorber, biomass, data logger, hyper terminal, oil palm bunches, PET, fixed carbon

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil alamin washolatu wassalamu'ala asrofil ambiya iwalmursalin wa'ala alihi wasohbihi aj ma'in, amma ba'du. Puji syukur kehadiran Allah *subhanahu wata'ala* karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul **“Kinetika Co-Pyrolysis Limbah Tandan Kelapa Sawit dan Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Menggunakan Oven Microwave dengan Daya 300 Watt”**.

Kelapa sawit dan plastik merupakan material yang banyak digunakan oleh masyarakat dan pelaku industri dalam upaya memenuhi kebutuhan manusia. Adanya kebutuhan tersebut menyebabkan limbah dari material kelapa sawit dan plastik terus meningkat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menangani penumpukan limbah yaitu dengan metode *co-pyrolysis*. Terdapat teknologi yang dapat digunakan dalam *co-pyrolysis* yaitu *oven microwave*.

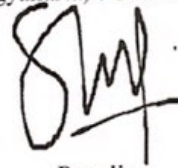
Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan limbah kelapa sawit dan PET menggunakan beberapa variasi di antaranya 100:0, 50:50, dan 0:100. Penyerapan gelombang mikro dilakukan dengan menambahkan material berupa arang batok kelapa sebagai *absorber* sehingga berat sample mencapai 15 gram. Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data temperatur dan massa menggunakan *data logger* dan aplikasi *hyper terminal* untuk mengetahui kinetika *co-pyrolysis* pada pencampuran limbah cangkang kelapa sawit dan PET menggunakan *oven microwave*.

Selama proses pembuatan skripsi ini, banyak pihak yang turut membantu hal bimbingan, dukungan, kritik, dan saran yang membangun. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada : Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Selain itu, terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Segala bentuk kritikan dan saran yang membangun terhadap skripsi ini diterima oleh peneliti. Akhir kata, peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan digunakan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 7 Mei 2021



Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1. Kelapa Sawit.....	9
2.2.2. Plastik	10
2.3 Co-pyrolysis.....	12
2.4 <i>Microwave</i>	12
2.4.1 Oven Microwave.....	13
2.5 Mass Loss Rate.....	15
2.6 Heating Rate.....	15
2.7 Energi Aktivasi.....	15
BAB III.....	17

METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Prosedur Penelitian	21
3.4 Metode Pengujian	23
3.5 Variasi Pengujian	23
3.6 Pengolahan Data	24
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Uji Analisis <i>Proximate</i>.....	26
4.1.1 Profil Temperatur	27
4.1.2 Penurunan Massa	28
4.1.3 Laju Kenaikan Temperatur (<i>Heating Rate</i>).....	29
4.1.4. Laju Penurunan Massa (<i>Mass Lose Rate</i>)	30
4.1.5. Energi Aktivasi	31
BAB V.....	33
KESIMPULAN	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
UCAPAN TERIMAKASIH.....	38
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian pohon limbah kelapa sawit (Abnisa dkk., 2013).	10
Gambar 2.2 Spektrum elektromagnetik (Motasemi & Afzal, 2013)	12
Gambar 2.3 Medan gelombang magnetik dan elektrik pada microwave (Motasemi & Afzal, 2013).....	13
Gambar 2.4 Perbedaan pemanasan oven microwave dan oven konvensional (Mushtaq dkk., 2014).....	14
Gambar 3.1 Instalasi peralatan	17
Gambar 3.2 Tandan kelapa sawit.....	20
Gambar 3.3 Plastik PET.....	20
Gambar 3.4 Arang batok kelapa	21
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian	22
Gambar 4.1 Temperatur terhadap waktu.....	27
Gambar 4.2 Penurunan Massa Terhadap Waktu	28
Gambar 4.3 Heating Rate	29
Gambar 4.4 Mass Lose Rate.....	30
Gambar 4.5 Energi Aktivasi.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	6
Tabel 2.2 Komposisi tandan kosong kelapa sawit (Sukiran dkk., 2017).....	10
Tabel 2.3 Analisis proksimate plastik (Anuar Sharuddin dkk., 2016).....	11
Tabel 3.4 Spesifikasi Timbangan Digital	18
Tabel 3.5 Spesifikasi Oven Microwave.....	19
Tabel 3.6 Variasi Pengujian.....	23
Tabel 4.1 Hasil Analisis proksimat dan kadar holoselulosa-alfaselulosa tandan kelapa sawit dan PET	26
Tabel 4.2 Nilai Ea dan R2	31