



UNIVERSITAS NEGERI PADANG

*"Alam Takambang Jadi Guru"*

**TUGAS AKHIR-MSN1.62.8002**

**PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR *TORREFACTION*  
TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET SAMPAH ORGANIK**

**RIKY SATRIA  
NIM 18338018**

**Dosen Pembimbing  
Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19760706 200312 1 001**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

**Departemen Teknik Mesin**

**Fakultas Teknik**

**Padang**

**2023**

## PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Pengaruh Tekanan dan Temperatur Torrefaction terhadap  
Karakteristik Briket Sampah Organik

Nama : Riky Satria

NIM : 18338018

Tahun Masuk : 2018

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik


Padang, 25 Agustus 2023

Disetujui oleh:

Koordinator Program Studi  
S1 Teknik Mesin

Dosen Pembimbing,

  
Dr. Ir. Remon Lapis, S.T., M.T., M.Sc  
NIP. 19770918 200812 1 001

  
Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19760706 200312 1 001

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

*Dinyatakan lulus setelah mempertahankan tugas akhir di depan tim penguji  
Program Studi SI Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Padang.*

Judul : Pengaruh Tekanan dan Temperatur *Torrefaction* terhadap  
Karakteristik Briket Sampah Organik

Nama : Riky Satria

NIM : 18338018

Tahun Masuk : 2018

Program Studi: SI Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

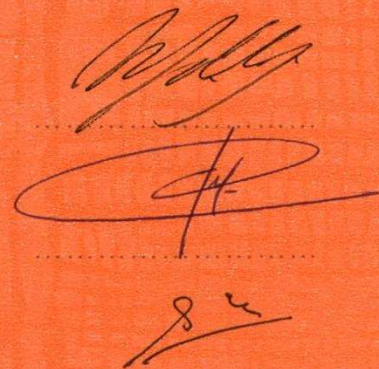
Fakultas : Teknik

Padang, 25 Agustus 2023

### Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.
2. Anggota : Dr. Refdinal, M.T.
3. Anggota : Sri Rizki Putri Primandari, M.T., Ph.D.



.....

.....

.....

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulisan saya, dengan judul “Pengaruh Tekanan dan Temperatur *Torrefaction* terhadap Karakteristik Briket Sampah Organik” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang, maupun di Perguruan Tinggi Lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari tim pembimbing dan penguji.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila ada di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 25 Agustus 2023

Saya yang menyatakan,



Riky Satria

NIM 18338018

## ABSTRAK

### **Riky Satria : Pengaruh Tekanan dan Temperatur *Torrefaction* terhadap Karakteristik Briket Sampah Organik.**

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah seringkali mengacu kepada material sisa yang tidak diinginkan atau tidak bermanfaat bagi manusia dikarenakan tidak memiliki nilai ekonomi lagi, dan bahkan menimbulkan dampak negatif. Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Biomassa dibagi menjadi dua jenis yaitu organik dan anorganik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pengolahan sampah terutama sampah organik menjadi bahan bakar yaitu briket.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, bahan baku sampah organik dengan partikel lewat dari 18 mesh tetapi tidak lewat dari 30 mesh. Pembriketan menggunakan pompa hidrolis dan cetak panas briket. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian densitas, Thermogravimetri, nilai kalori, dan *Combustion Analysis*.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah menemukan tekanan dan temperatur yang baik untuk sampah organik menjadi briket. Dan didapat temperatur torrefaction dengan suhu 300 °C dan tekanan 10 dan 20 MPa untuk briket yang padat dan solid.

Hasil penelitian ini briket mengalami perubahan kandungan akibat dari variasi tekanan dan temperatur, dan juga nilai densitas briket tekanan 10 dan 20 MPa yaitu 1,342 dan 1,512 gr/cm<sup>3</sup>, dan untuk nilai kalorinya sekitar 15.336 J/gr dan 15.078 J/gr. Untuk *combustion Analysis* didapat briket tekanan 10 dan 20 MPa memiliki nyala api yang stabil dan lama pembakaran sekitar 102,5 detik dan 117,75 detik. Ini menunjukkan semakin tinggi temperatur *torrefaction* maka semakin lama waktu pembakarannya.

**Kata Kunci** : Biomassa, Briket, Kalori, Sampah Organik, *Combustion Analysis*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyusun proposal penelitian dengan judul **“PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR *TORREFACTION* TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET SAMPAH ORGANIK”**.

Penyusunan proposal penelitian ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan penulis pada program studi S1 Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penyusunan proposal ini berkat adanya dorongan dari dalam diri penulis serta pihak yang memberikan semangat, motivasi dan arahnya. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, nasehat, motivasi, serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup.
2. Bapak Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.Eng. selaku Pembimbing Tugas Akhir penulis yang selalu mendorong dan memotivasi penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

4. Bapak Hendri Nurdin, M.T selaku Sekretaris Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Dr. Ir. Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Mesin yang memberikan arahan dan dukungan kepada penulis.
6. Bapak Febri Prasetya, S.Pd., M.Pd.T. Selaku Pembimbing Akademik penulis yang selalu mendorong dan memotivasi penulis selama perkuliahan.
7. Dosen beserta Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Rekan-rekan Kuliah Kopi Nyantuy yang memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
9. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Walaupun demikian, dalam penulisan proposal penelitian ini, penulis menyadari masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya masukan dari saran yang dapat membangun.

Padang, 25 Agustus 2023

**Riky Satria**

NIM. 18338018

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>



A. Biomassa.....	7
B. Klasifikasi Biomassa .....	8
C. Kandungan atau Komposisi Biomassa .....	11
D. Proses Konversi Biomassa sebagai Bahan Bakar.....	13
E. <i>Torrefaction</i> .....	18
F. Briket Biomassa.....	21
G. Analisis Biomassa Sebagai Bahan Bakar .....	22
H. Penelitian Relevan .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Jenis Penelitian .....	32
B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	32
C. <i>Flowchart</i> .....	32
D. Parameter Eksperimen.....	33
E. Alat dan Bahan Penelitian .....	34
F. Prosedur Penelitian .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
A. Preliminary Experiment.....	42
B. Massa Sisa Briket .....	44

C. Densitas .....	45
D. <i>Thermogravimetri dan Thermogravimetri Diferensial</i> .....	47
E. <i>Heating Heat Value (HHV)</i> .....	49
F. <i>Combustion Analysis</i> .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran .....	58
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Biomassa .....	7
Gambar 2. <i>Pyrolysis</i> dalam partikel biomassa .....	16
Gambar 3. <i>Flowchart</i> .....	33
Gambar 4. Pemilahan Sampah Organik .....	35
Gambar 5. Penghancuran Menjadi Serbuk .....	36
Gambar 6. Proses Pengayakan .....	36
Gambar 7. Proses Pembuatan Briket.....	37
Gambar 8. Cetakan Briket.....	37
Gambar 9. Alat Uji Thermogravimetri di Labor Kimia Fakultas FMIPA Universitas Negeri Padang .....	39
Gambar 10. Alat Uji Kalori (Bomb Calorimeter) di Laboratorium Batubara Fakultas Tambang Universitas Negeri Padang .....	39
Gambar 11. Alat Epiradiator .....	41
Gambar 12. Foto-foto Briket Hasil Pengaruh Pada Temperatur Berbeda 200-330 °C Tekanan 10 MPa .....	42
Gambar 13. Hasil Produk Briket dengan Variasi Tekanan pada Temperatur 300 °C.	43
Gambar 14. Grafik Densitas Briket.....	46
Gambar 15. Grafik TGA .....	47
Gambar 16. Grafik DTG .....	48

Gambar 17. Perbandingan <i>Heating Value</i> .....	50
Gambar 18. Grafik <i>Ignition Time</i> .....	53
Gambar 19. Foto Nyala Api <i>Ignition Time</i> .....	53
Gambar 20. Grafik <i>Burning Time</i> .....	55
Gambar 21. Foto Nyala Api <i>Burning Time</i> .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai kalor beberapa biomassa sebelum dan sesudah proses torrefaksi.....	20
Tabel 2. Metode Standar untuk Analisis Komposisi Biomassa .....	24
Tabel 3. Massa Briket pada Tekanan 10 MPa dengan Temperatur 200-300 °C.....	44
Tabel 4. Massa Briket pada Tekanan 20 MPa dengan Temperatur 200-300 °C.....	45
Tabel 5. Nilai Densitas Briket 300 °C.....	45
Tabel 6. <i>Heating Value</i> .....	50
Tabel 7. Hasil Uji <i>Ignition Time</i> .....	52
Tabel 8. Hasil Uji <i>Burning Time</i> .....	52

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah seringkali mengacu kepada material sisa yang tidak diinginkan atau tidak bermanfaat bagi manusia dikarenakan tidak memiliki nilai ekonomi lagi, dan bahkan menimbulkan dampak negatif. Pada umumnya, sampah dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik adalah limbah atau sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup (alam) seperti hewan, manusia, tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan dan sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari sisa manusia yang sulit untuk diurai oleh bakteri, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diuraikan. Sedangkan untuk sampah organik ini belum banyak diolah sehingga menimbulkan masalah lingkungan seperti penumpukan sampah organik yang menimbulkan bau yang tidak enak, pembuangan sampah organik ke sungai atau selokan. Untuk mengatasinya, sampah organik biasanya diolah menjadi kompos, manggot, dan pakan ternak. Selain itu sampah organik juga dapat digunakan sebagai bahan bakar tetapi belum banyak yang menggunakannya.

Biomassa sebagai sumber energi mempunyai beberapa kelebihan yaitu merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat

menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Parinduri & Parinduri, 2020). Biomassa dapat dimanfaatkan secara langsung dengan cara dibakar, namun biomassa yang digunakan secara langsung memiliki beberapa kelemahan antara lain nilai kalor yang rendah, kandungan air yang tinggi, kandungan abu yang tinggi, penyimpanan biomassa yang tidak bisa terlalu lama dan hal lainnya.

Pemenuhan terhadap kebutuhan energi yang terus meningkat memberikan dampak negatif terhadap ketersediaan sumber energi. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara pengembangan bahan bakar alternatif yang cenderung lebih ramah lingkungan yang bersifat *renewable* (terbaharukan) (Kalsum, 2016). Sumber energi terbarukan dapat berasal dari energi matahari, energi panas bumi, energi air, dan energi biomassa. Biomassa sebagai sumber energi mempunyai beberapa kelebihan yaitu merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Parinduri & Parinduri, 2020). Biomassa dapat dimanfaatkan secara langsung dengan cara dibakar, namun biomassa yang digunakan secara langsung memiliki beberapa kelemahan antara lain nilai kalor yang rendah, kandungan air yang tinggi, kandungan abu yang tinggi, penyimpanan biomassa yang tidak bisa terlalu lama dan hal lainnya.

Salah satu pemanfaatan energi biomassa yaitu sampah organik. Secara struktur sampah organik bisa digunakan sebagai bahan bakar secara langsung setelah dikeringkan. Akan tetapi sampah organik ini memiliki kelemahan yaitu memiliki nilai

kalor yang rendah, memiliki senyawa simpan, transport, dan emisi gas buang. Maka untuk sampah organik perlu diolah sebelum menjadi bahan bakar.

Untuk mengatasi kelemahan energi biomassa yang penggunaannya secara langsung, energi biomassa diubah dalam bentuk lain, baik dalam bentuk padat, cair, dan gas. Salah satu energi biomassa yang berbentuk padat yaitu briket. Briket adalah salah satu cara yang digunakan untuk mengkonversi sumber energi biomassa yang diolah dan dimampatkan sehingga bentuknya menjadi lebih teratur dan mempunyai nilai kalor yang tinggi (Hendra, 2007).

Salah satu pengolahan sampah organik sebagai bahan bakar dapat berupa briket. Namun untuk pengolahan sampah organik menjadi briket belum banyak yang mengolah dikarenakan pengolahannya yang sulit dan membutuhkan waktu yang lama. Biasanya untuk mengolah sampah menjadi briket dibutuhkan penekanan dan pemadatan untuk mendapatkan nilai kalor yang tinggi. Pembuatan briket dari sampah organik dapat dijadikan alat alternatif penanggulangan sampah selain untuk menghasilkan sumber alternatif energi terbarukan. Karakteristik bahan bakar yang dihasilkan dari bahan sampah organik belum banyak diteliti karakteristik bahan bakarnya terutama nilai kalor, kandungan elemental dan lain-lain. Keunggulan pembuatan briket dari sampah organik ini antara lain mampu meningkatkan nilai kalor per satuan volume, peningkatan sifat hidrofobik, ukuran yang seragam, kemudahan dalam pengemasan dan kemudahan penyimpanan.



Pengujian yang digunakan dalam pengujian briket sampah organik sebagai bahan bakar antara lain uji karakteristik briket sampah organik, uji *thermogravimetri*, dan pengujian tentang karakteristik pembakaran antara lain *Ignition Time* dan *Burning Time* perlu juga diteliti. Untuk parameter yang digunakan dalam pembriketan antara lain tekanan, temperatur dan waktu.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan berikut ini :

1. Sampah organik yang memiliki jumlah yang sangat besar belum dapat ditangani dengan baik, sehingga menimbulkan masalah lingkungan akibat penimbunan.
2. Sampah dapat diolah menjadi bahan bakar, tetapi memiliki kelemahan yaitu nilai kalor yang masih rendah.
3. Pengolahan sampah organik masih cenderung diolah menjadi kompos belum diolah mejadi bahan bakar.
4. Karakteristik briket yang dihasilkan sebagai bahan bakar perlu adanya pengkajian.
5. Belum banyaknya proses pengolahan sampah organik sebagai bahan bakar, terutama dijadikan briket.

### **C. Batasan Masalah**

Agar lebih terarahnya penelitian ini, penulis membatasi masalah penelitian ini dengan mengolah sampah organik menjadi briket, mengetahui karakteristik briket sampah organik dan mengetahui pengaruh tekanan dan temperatur terhadap briket sampah organik. Dan parameter pengujian briket dari sampah organik adalah uji TGA (Thermogravimetri), nilai kalor, *Ignition Time* dan *Burning Time*.

### **D. Rumusan Masalah**

Untuk mengatasi permasalahan ini dilakukan kajian experimental untuk mengkaji kandungan briket sampah organik menjadi briket serta nilai energinya.

1. Bagaimana proses pengolahan sampah organik menjadi briket ?
2. Bagaimana pengaruh tekanan terhadap briket ?
3. Bagaimana karakteristik dari briket ?
4. Bagaimana Heating Heat Value setiap briket terhadap pengaruh temperature dan tekanan ?
5. Bagaimana *Combustion Analysis* terhadap briket ?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengurangi penumpukan sampah yang belum banyak diolah terutama sampah organik.

2. Mengetahui proses pengolahan sampah organik menjadi briket.
3. Mengetahui kandungan dari briket sampah organik sebagai energi biomassa.
4. Mengetahui *Heating Heat Value* dari uji bom calorimeter terkait dengan nilai kalori.
5. Mengetahui nilai TGA (thermogravimetri), nilai kalori, *Ignition* dan *Burning Time* briket.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Teoritis
  - a) Seberapa besar nilai kalori yang dihasilkan oleh briket yang dibuat oleh sampah organik.
  - b) Sebagai bahan rujukan atau bacaan bagi civitas akademik, terkhusus mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Praktis
  - a) Mendapatkan bahan bakar yang murah yang dapat dimanfaatkan di masyarakat.
  - b) Sebagai referensi untuk pembuatan bahan bakar padat dari limbah sampah organik.