



**PEMANFAATAN BIOCHAR HASIL PIROLISIS *FLUFF* TEH SEBAGAI
BIOBRIKET DENGAN PEREKAT GETAH DAMAR DAN PENCELUPAN
MINYAK JELANTAH**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Fisika**

Oleh:

**SITI RAHMAH
1911014220009**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN BIOCHAR HASIL PIROLISIS *FLUFF* TEH SEBAGAI
BIOBRIKET DENGAN PEREKAT GETAH DAMAR DAN PENCELUPAN
MINYAK JELANTAH**

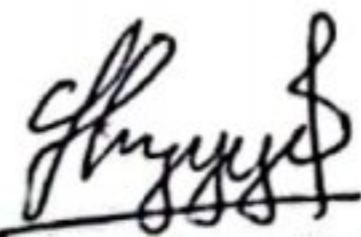
Oleh:

Siti Rahmah

NIM 1911014220009


Telah dipertahankan di depan dosen penguji pada tanggal: **22 November 2023**


Pembimbing I




Dr. Suryajaya, S. Si., M. Sc Tech
NIP. 19730920 199803 1 009

Susunan Dosen Penguji,
Dosen Penguji:

1. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S 

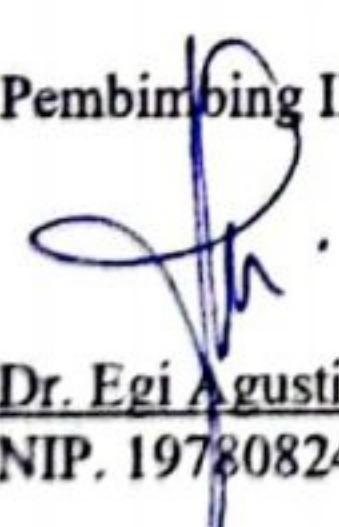
2. Dr. Tetti Novalina Manik, S. Si., M.T 

Pembimbing II



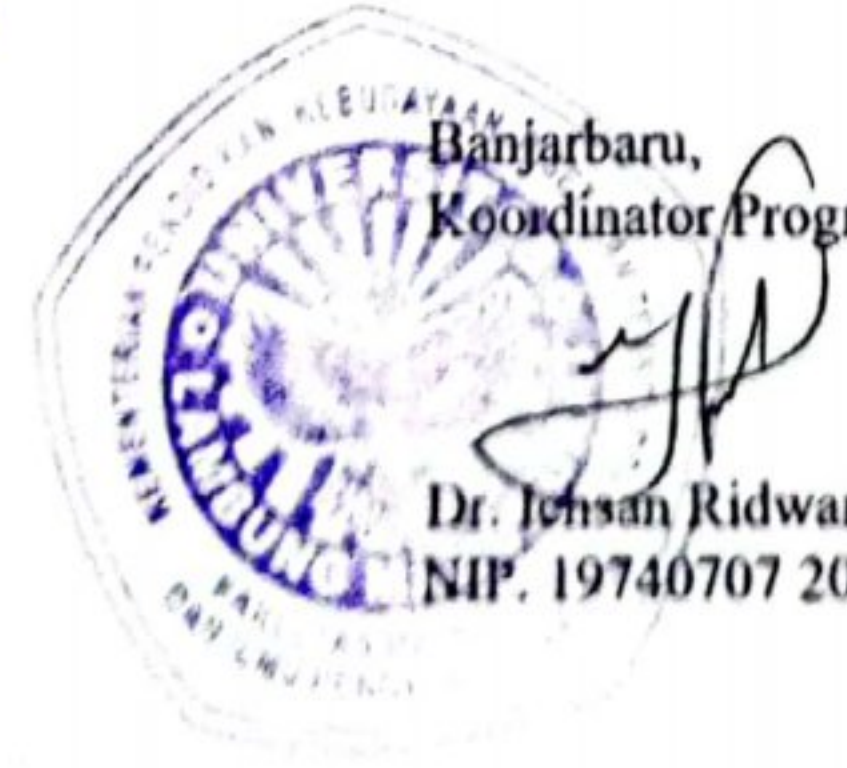
Dr. Totok Wianto, S. Si., M. Si
NIP. 19780504 200312 1 004

Pembimbing III



Dr. Egi Agustian, M. Eng
NIP. 19780824 200604 1 021

Banjarbaru, 2023
Koordinator Program Studi Fisika



Dr. Ihsan Ridwan S.Si., M.Kom.
NIP. 19740707 200212 1 003

PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan karya tulis sederhana ini untuk:

Kedua Orangtua tercinta dan tersayang Bapak Rahmi dan Ibu Mardhotillah Nachrawie yang selalu menjadi *support system* terbaik kepada penulis, serta doa yang tiada hentinya untuk kesehatan, kelancaran dalam melakukan penelitian dan kesuksesan penulis, serta kepada **Keluarga Besar** yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan doa agar penulis selalu diberikan kelancaran dalam menjalani dunia perkuliahan.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, November 2023



Siti Rahmah

Siti Rahmah
NIM. 1911014220009

ABSTRAK

PEMANFAATAN BIOCHAR HASIL PIROLISIS *FLUFF* TEH SEBAGAI BIOBRIKET DENGAN PEREKAT GETAH DAMAR DAN PENCELUPAN MINYAK JELANTAH (Oleh: Siti Rahmah; Pembimbing: Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech, Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si, Dr. Egi Agustian, M.Eng; 2023; 101 halaman)

Pembuatan biobriket telah dilakukan dengan memanfaatkan sisa hasil pengolahan teh yang bersumber dari pabrik pengolahan teh yakni *fluff* teh. Pembuatan biobriket dilakukan dengan menggunakan perekat getah damar dan pencelupan pada minyak jelantah. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan data ilmiah bahan *fluff* teh sebelum pirolisis dan sesudah pirolisis (biochar *fluff* teh) terhadap analisis kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, nilai kalor, analisis CHN, gugus fungsi (FTIR), dan morfologi (SEM). Sedangkan uji propertis biobriket dari *fluff* teh dilakukan uji laju pembakaran, densitas, dan kuat tekan. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) model *Box-Behnken Design* (BBD) dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi optimum pembuatan biobriket *fluff* teh. Kondisi optimum pembuatan biobriket *fluff* teh didapatkan pada ukuran partikel 850 mikron, konsentrasi perekat 11%, dan waktu pencelupan selama 5 menit dengan nilai prediksi yang dihasilkan untuk kadar air sebesar 3,53%, kadar abu sebesar 5,65%, *volatile matter* sebesar 14,75%, *fixed carbon* sebesar 76,14%, nilai kalor sebesar 7.796,37 kal/g, laju pembakaran sebesar 0,11 g/menit, densitas sebesar 1,22 g/cm³, dan kuat tekan sebesar 35,57 N/cm². Dari hasil verifikasi model didapatkan kadar air sebesar 3,44%, kadar abu sebesar 6,01%, *volatile matter* sebesar 15,22%, *fixed carbon* sebesar 75,34%, nilai kalor sebesar 7.609,03 kal/g, laju pembakaran sebesar 0,10 g/menit, densitas 1,15 g/cm³ dan kuat tekan sebesar 45,62 N/cm². Berdasarkan hasil verifikasi yang diperoleh bahwa biobriket dari *fluff* teh terutama pada nilai kadar air, kadar abu, dan nilai kalor menunjukkan nilai yang sudah memenuhi SNI 01-6235-2000, sedangkan *volatile matter* dan *fixed carbon* menunjukkan nilai yang sudah memenuhi standar kualitas mutu Jepang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pembuatan biobriket dari biochar *fluff* teh dengan getah damar dan pencelupan minyak jelantah telah berhasil.

Kata Kunci: Biobriket, *Fluff* Teh, Getah Damar, Minyak Jelantah, *Response Surface Methodology* (RSM), *Box-Behnken Design* (BBD)

ABSTRACT

UTILIZATION OF BIOCHAR PRODUCED OF TEA FLUFF PYROLYSIS AS BIOBRIQUETTE WITH GUM ADHESIVE AND WOSPEED OIL DYES (By: Siti Rahmah; Supervisor: Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech, Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si, Dr. Egi Agustian, M.Eng; 2023; 101 pages)

The production of biobriquettes has been carried out by utilizing the remaining tea processing products sourced from tea processing factories, namely tea fluff. Biobriquettes are made using gum resin adhesive and dipping in used cooking oil. The aim of this research is to obtain scientific data on tea fluff material before pyrolysis and after pyrolysis (tea biochar fluff) on the analysis of water content, ash content, volatile matter, fixed carbon, heating value, CHN analysis, functional groups (FTIR), and morphology (SEM). Meanwhile, the properties of biobriquettes from tea fluff were tested for burning rate, density and compressive strength. This research uses the Response Surface Methodology (RSM) approach with the Box-Behnken Design (BBD) model with the aim of obtaining optimum conditions for making tea fluff biobriquettes. The optimum conditions for making tea fluff biobriquettes were obtained at a particle size of 850 microns, adhesive concentration of 11%, and immersion time of 5 minutes with the resulting predicted values for water content of 3.53%, ash content of 5.65%, volatile matter of 14.75%, fixed carbon of 76.14%, heating value of 7,796.37 cal/g, combustion rate of 0.11 g/minute, density of 1.22 g/cm³, and compressive strength of 35.57 N/cm². From the model verification results, it was found that the water content was 3.44%, the ash content was 6.01%, the volatile matter was 15.22%, the fixed carbon was 75.34%, the heating value was 7,609.03 cal/g, the combustion rate was 0.10 g/minute, density 1.15 g/cm³ and compressive strength of 45.62 N/cm². Based on the verification results obtained, biobriquettes from tea fluff, especially in terms of water content, ash content and heating value, show values that meet SNI 01-6235-2000, while volatile matter and fixed carbon show values that meet Japanese quality standards. These results show that the process of making biobriquettes from tea biochar fluff with resin and dipping in used cooking oil has been successful.

Keywords: *Biobriquette, Tea Fluff, Damar Gum, Used Cooking Oil, Response Surface Methodology (RSM), Box-Behnken Design (BBD)*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Biochar Hasil Pirolisis *Fluff* Teh Sebagai Biobriket Dengan Perekat Getah Damar dan Pencelupan Minyak Jelantah”. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan, dukungan, motivasi dan kemurahan hati dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

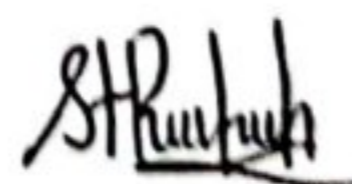
1. Bapak Prof Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Dr. Ichsana Ridwan, S.Si., M.Kom selaku Koordinator Program Studi S-1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing pertama yang selalu sabar dan tulus dalam mendidik dan memberikan arahan serta dukungan dalam perkembangan akademik sampai dengan penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Egi Agustian, M.Eng – Pusat Riset Kimia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selaku pembimbing ketiga yang selalu sabar dan tulus dalam menjelaskan dan memberikan arahan demi kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi ini
6. Ibu Prof. Dr. Ir Anny Sulaswatty, M.Eng – Pusat Riset Kimia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selaku ketua tim riset BRIN-ULM yang selalu memberikan arah, dukungan, motivasi serta kritik dan saran demi kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi.
7. Ibu Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S dan Ibu Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan laporan skripsi ini.

8. Seluruh dosen FMIPA ULM, khususnya dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis.
9. Kedua orang tua yang telah memberikan banyak pengorbanan baik dalam hal mengasuh, mendidik, mendoakan, dan memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materil serta memberikan cinta dan kasih sayang tak terhingga sampai saat ini.
10. Siti Fatimah selaku saudara kembar seperjuangan yang telah bersedia menjadi teman curhat dalam hal apapun, memberikan semangat, dukungan dan bantuan serta masukan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
11. Nurbiya Wada selaku teman sejak pertama memasuki dunia perkuliahan sampai saat ini yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan semangat kepada penulis dalam menjalani perkuliahan sampai saat ini.
12. Putri Ayu, Hainur Aini, Laily Diah Oktasari dan teman-teman penelitian lainnya yang juga telah bersedia menjadi teman cerita dan selalu memberikan bantuan, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini, dan
13. Semua pihak terlibat yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan membantu penulis dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan penulisan skripsi ini. Penulis juga berharap laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi pihak manapun, terutama bagi pembaca.

Banjarbaru, November 2023

Penulis



Siti Rahmah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Fluff</i> Teh Hasil Pengolahan Pabrik Teh.....	6
2.2 Perekat Getah Damar	7
2.3 Minyak Jelantah	9
2.4 Proses Pirolisis	10
2.5 Biochar	12
2.6 Biobriket.....	13
2.7 RSM (<i>Response Surface Methodology</i>)	15
2.8 Analisis Pengujian.....	17
2.8.1 <i>CHN Analyzer</i>	17
2.8.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	17
2.8.3 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	18
2.9 Pembuatan Biobriket dari Limbah Biomassa.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21

3.2	Alat dan Bahan.....	21
	3.2.1 Alat.....	21
	3.2.2 Bahan.....	21
3.3	Tahapan Penelitian.....	21
3.4	Rancangan Penelitian.....	22
3.5	Variabel Penelitian.....	23
3.6	Prosedur Kerja.....	24
	3.6.1 Preparasi Bahan Baku.....	24
	3.6.2 Pembuatan Biochar.....	24
	3.6.3 Pembuatan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	24
3.7	Prosedur Pengujian.....	25
	3.7.1 Kadar Air.....	25
	3.7.2 Kadar Abu.....	25
	3.7.3 <i>Volatile matter</i>	25
	3.7.4 <i>Fixed carbon</i>	26
	3.7.5 Nilai Kalor.....	26
	3.7.6 Laju Pembakaran.....	26
	3.7.7 Densitas.....	27
	3.7.8 Kuat Tekan.....	27
	3.7.9 Analisis CHN.....	27
	3.7.10 Analisis FTIR.....	27
	3.7.11 Analisis SEM.....	28
3.8	Analisis ANOVA.....	28
3.9	Tahap Verifikasi.....	28
BAB IV	PEMBAHASAN.....	29
4.1	Hasil Analisis Uji Proksimat Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	29
	4.1.1 Hasil Analisis Kadar Air Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	29
	4.1.2 Hasil Analisis Kadar Abu Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	30
	4.1.3 Hasil Analisis <i>Volatile Matter</i> Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	32

4.1.4	Hasil Analisis <i>Fixed Carbon</i> Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh	33
4.1.5	Hasil Analisis Nilai Kalor Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh	34
4.2	Hasil Analisis Optimasi Biobriket <i>Fluff</i> Teh	35
4.2.1	Hasil Analisis ANOVA Kadar Air Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	36
4.2.2	Hasil Analisis ANOVA Kadar Abu Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	40
4.2.3	Hasil Analisis ANOVA <i>Volatile Matter</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh..	44
4.2.4	Hasil Analisis ANOVA <i>Fixed Carbon</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh ...	48
4.2.5	Hasil Analisis ANOVA Nilai Kalor Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	52
4.2.6	Hasil Analisis ANOVA Laju Pembakaran Biobriket <i>Fluff</i> Teh	57
4.2.7	Hasil Analisis ANOVA Densitas Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	61
4.2.8	Hasil Analisis ANOVA Kuat Tekan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	65
4.3	Solusi Design-Expert	68
4.4	Verifikasi Data	69
4.5	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Standar Kualitas Briket	70
4.6	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya	72
4.7	Hasil Analisis CHN Bahan Baku, Biochar, dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh..	73
4.8	Hasil Analisis FTIR Bahan Baku, Biochar, dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh..	74
4.9	Hasil Analisis SEM Bahan Baku, Biochar dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh...	76
BAB V	KESIMPULAN.....	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran.....	80
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN.....	97
	RIWAYAT HIDUP	101

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jelantah	10
Tabel 2.	Perbandingan Kandungan Minyak Jelantah Berdasarkan Standar AOCS	10
Tabel 3.	Sifat-sifat Briket Arang	15
Tabel 4.	Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang di Beberapa Negara.....	15
Tabel 5.	Variabel Penelitian yang Digunakan dalam Optimasi Pembuatan Biobriket <i>Fluff</i> Teh	23
Tabel 6.	Rancangan Penelitian Optimasi Biobriket <i>Fluff</i> Teh	23
Tabel 7.	Hasil Analisis Kadar Air Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	29
Tabel 8.	Hasil Karakteristik Biobriket <i>Fluff</i> Teh	35
Tabel 9.	Hasil Analisis ANOVA Kadar Air Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	36
Tabel 10.	Hasil Analisis ANOVA Kadar Abu Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	41
Tabel 11.	Hasil Analisis ANOVA <i>Volatile Matter</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh	45
Tabel 12.	Hasil Analisis ANOVA <i>Fixed Carbon</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh	49
Tabel 13.	Hasil Analisis ANOVA Nilai Kalor Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	53
Tabel 14.	Hasil Analisis ANOVA Laju Pembakaran Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	57
Tabel 15.	Hasil Analisis ANOVA Densitas Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	61
Tabel 16.	Hasil Analisis ANOVA Kuat Tekan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	65
Tabel 17.	Prediksi dan Hasil Verifikasi Nilai Respon Optimum Pembuatan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	69
Tabel 18.	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Standar Mutu Kualitas Briket	70
Tabel 19.	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya	72
Tabel 20.	Hasil Analisis CHN Bahan Baku dan Biochar <i>Fluff</i> Teh.....	73
Tabel 21.	Gugus Fungsi pada Bilangan Gelombang 4000-400 Cm^{-1} Untuk Bahan Baku, Biochar, dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	74
Tabel 22.	Hasil Analisis EDX pada Bahan Baku, Biochar dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Perkebunan Teh.....	6
Gambar 2.	<i>Fluff</i> Teh.....	7
Gambar 3.	Getah Damar	8
Gambar 4.	Minyak Jelantah	9
Gambar 5.	<i>Fast Pyrolysis</i>	12
Gambar 6.	<i>Slow Pyrolysis</i>	12
Gambar 7.	Biochar	13
Gambar 8.	Biobriket Limbah Daun Jati Kering.....	13
Gambar 9.	<i>Box-Bhenken Design</i>	17
Gambar 10.	<i>Central Composite Design</i>	17
Gambar 11.	Tahapan penelitian	22
Gambar 12.	Histogram Hasil Kadar Air Terhadap Bahan Baku <i>Fluff</i> Teh Sebelum dan Sesudah Pirolisis	30
Gambar 13.	Histogram Hasil Kadar Abu Terhadap Bahan Baku <i>Fluff</i> Teh Sebelum dan Sesudah Pirolisis	31
Gambar 14.	Histogram Hasil <i>Volatile Matter</i> Terhadap Bahan Baku <i>Fluff</i> Teh Sebelum dan Sesudah Pirolisis.....	32
Gambar 15.	Histogram Hasil <i>Fixed Carbon</i> Terhadap Bahan Baku <i>Fluff</i> Teh Sebelum dan Sesudah Pirolisis.....	33
Gambar 16.	Histogram Hasil Nilai Kalor Terhadap Bahan Baku <i>Fluff</i> Teh Sebelum dan Sesudah Pirolisis	34
Gambar 17.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Kadar Air Biobriket <i>Fluff</i> Teh	38
Gambar 18.	Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Kadar Air Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	39
Gambar 19.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu	

	Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Kadar Abu Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	42
Gambar 20.	Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Kadar Abu Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	42
Gambar 21.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon <i>Volatile Matter</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	46
Gambar 22.	Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon <i>Volatile Matter</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	46
Gambar 23.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon <i>Fixed Carbon</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh	50
Gambar 24.	Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon <i>Fixed Carbon</i> Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	50
Gambar 25.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Nilai Kalor Biobriket <i>Fluff</i> Teh	53
Gambar 26.	Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Nilai Biobriket <i>Fluff</i> Teh	54
Gambar 27.	3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Laju Pembakaran Biobriket <i>Fluff</i> Teh	58

Gambar 28. Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Laju Pembakaran Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	59
Gambar 29. 3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Densitas Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	62
Gambar 30. Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Densitas Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	63
Gambar 31. 3D <i>Surface</i> yang Menggambarkan Interaksi Antar Faktor (a) Ukuran Partikel dan Konsentrasi Perekat, (b) Ukuran Partikel dan Waktu Pencelupan, dan (c) Konsentrasi Perekat dan Waktu Pencelupan Terhadap Respon Kuat Tekan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	66
Gambar 32. Kecenderungan Faktor Ukuran Partikel (a), Konsentrasi Perekat (b), dan Waktu Pencelupan (c) Terhadap Respon Kuat Tekan Biobriket <i>Fluff</i> Teh.....	67
Gambar 33. Solusi yang Ditawarkan Berdasarkan Model Yang Dibuat	68
Gambar 34. Kurva Gugus Fungsi Analisis FTIR <i>Fluff</i> Teh Sebelum Pirolisis (a), <i>Fluff</i> Teh Sesudah Pirolisis (Biochar <i>Fluff</i> Teh) (b), dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh (c)	74
Gambar 35. Hasil Analisis SEM <i>Fluff</i> Teh Sebelum Pirolisis (a), <i>Fluff</i> Teh Sesudah Pirolisis (Biochar <i>Fluff</i> Teh) (b), dan Biobriket <i>Fluff</i> Teh (c)	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan biobriket.....	97
Lampiran 2. Biobriket Fluff Teh Hasil Optimasi.....	97
Lampiran 3. Dokumentasi penelitian	98
Lampiran 4. Alat-alat yang digunakan.....	99
Lampiran 5. Mengikuti SENFIT VI 2023 (Seminar Nasional Fisika dan Terapannya VI 2023)	100