

LAPORAN HASIL PENELITIAN
“PENGARUH PERENDAMAN DENGAN LARUTAN ASAM SULFAT
TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON DARI KULIT KAKAO”



DISUSUN OLEH:

ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA

21031010269

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2025

**PENGARUH PERENDAMAN DENGAN LARUTAN ASAM SULFAT
TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON DARI KULIT KAKAO**

Skripsi

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH:

Arya Widira Adi Nugraha

21031010269

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

JAWA TIMUR

2025

Laporan Hasil Penelitian

"Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"PENGARUH PERENDAMAN DENGAN LARUTAN ASAM SULFAT
TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON DARI KULIT KAKAO"**

DISUSUN OLEH:

ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA

NPM. 21031010269

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada Tanggal: 10 Oktober 2025

Dosen Penguji:

Dosen Pembimbing:

1.

1.

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

Dr. T. Ir. Susilowati, MT

NIP. 19650731 199203 2 001

NIP. 19621120 199103 2 001

2.

Ir. Caecilia Pujiastuti, MT

NIP. 19636305 198803 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Laporan Hasil Penelitian

"Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"PENGARUH PERENDAMAN DENGAN LARUTAN ASAM SULFAT
TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON DARI KULIT KAKAO"**

Disusun Oleh:

ARYA WIDIRA ADI NUGRAHA

21031010269

Laporan Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen pembimbing,

Dr. T. Ir. Susilowati, MT

NIP. 19621120-199103-2-001



Laporan Hasil Penelitian
"Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap
Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao"

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arya Widira Adi Nugraha
NPM : 21031010269
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

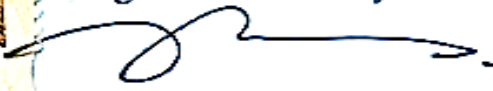
Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 05 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan




Arya Widira Adi Nugraha
21031010269



SURAT KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: 1. Octavia Marsha Pakpahan

NPM. 21031010191

2. Arya Widira Adi Nugraha

NPM. 21031010269

Jurusan: Teknik Kimia

Telah Mengerjakan revisi/~~tidak ada revisi~~ ~~Proposal/Skripsi/Praktek Kerja Lapangan~~ dengan judul:

“Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao”

Surabaya, 10 Oktober 2025

Dosen Penguji yang Memerintahkan Revisi:

1. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

NIP. 19650731 199203 2 001

2. Ir. Caecilia Pujiastuti, MT

NIP. 19630305 198803 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Dr. T. Ir. Susilowati, MT

NIP. 19621120 199103 2 001

*) Coret yang tidak perlu



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, sehingga dapat diselesaikan laporan hasil penelitian dengan judul **“Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao”** yang merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.

Dalam melaksanakan penyusunan laporan hasil penelitian ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Dr. T. Ir. Susilowati, MT selaku dosen pembimbing penelitian
4. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. selaku dosen penguji penelitian
5. Ir. Caecilia Pujiastuti, MT selaku dosen penguji penelitian
6. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moral maupun materil.

Penyusun menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun penyusun butuhkan untuk memperbaiki laporan hasil penelitian ini. Akhir kata semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberi manfaat semua pihak yang berkepentingan dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.

Hormat kami,

Peneliti



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
SURAT KETERANGAN REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan	3
I.3 Manfaat	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Secara Umum	4
II.1.1 Biomassa	4
II.1.2 Konversi Energi Biomassa	5
II.1.3 Kulit Kakao	5
II.2 Landasan Teori	6
II.2.1 Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam.....	7
II.2.2 Torefaksi.....	7
II.2.3 Mekanisme Dekomposisi Biomassa	9
II.2.4 Karakteristik Bahan Bakar	9
II.2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Padatan Karbon	12
II.3 Hipotesis.....	13
BAB III	14



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao”

METODOLOGI PENELITIAN	14
III.1 Bahan yang digunakan	14
III.2 Alat yang digunakan	14
III.3 Rangkaian Alat	14
III.4 Kondisi Penelitian	15
III.4.1 Kondisi yang ditetapkan.....	15
III.4.2 Kondisi Bebas	15
III.5 Prosedur Penelitian.....	16
III.5.1 Prosedur Preparasi Kulit Kakao	16
III.5.2 Prosedur Proses Torefaksi	17
III.5.3 Prosedur Proses Uji Karbon	18
III.5.3.1 Analisa Proksimat.....	18
III.5.3.2 Nilai Kalor	20
III.5.3.3 Analisa SEM-EDX	20
BAB IV	21
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV.1 Hasil Penelitian.....	21
IV.2 Hasil Analisa.....	23
IV.2.1 Analisa Proksimat	23
IV.2.2 Nilai Kalor.....	24
IV.2.3 Analisa SEM-EDX.....	25
IV.3 Grafik dan Pembahasan.....	27
IV.3.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Sulfat dan Suhu Operasi Torefaksi Terhadap Nilai Kadar Air	27
IV.3.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam dan Suhu Operasi Torefaksi Terhadap Nilai Kadar Abu.....	31
IV.3.3 Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam dan Suhu Operasi Torefaksi Terhadap Nilai Zat Terbang.....	35
IV.3.4 Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam dan Suhu Operasi Torefaksi Terhadap Nilai Karbon Tetap	39



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Perendaman dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Karakteristik Karbon dari Kulit Kakao”

IV. 4 Grafik 3D dengan <i>Response Surface Methodology</i>	43
BAB V.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
V. 1 Kesimpulan.....	51
V. 2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN I	55
LAMPIRAN II	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Skema Perbedaan Perlakuan Thermokimia pada Biomassa.....	8
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Penelitian.....	14
Gambar III. 2 Diagram Alir Preparasi Kulit Kakao	16
Gambar III. 3 Diagram Alir Proses Torefaksi	17
Gambar IV. 1 Morfologi SEM-EDX Biomassa Tanpa Torefaksi Literatur (A), Biomassa Tertorefaksi Literatur (B), dan Biomassa Tertorefaksi (C).....	26
Gambar IV. 2 Mapping SEM-EDX.....	27
Gambar IV. 3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam (M) Terhadap Kadar Air (%)	28
Gambar IV. 4 Grafik Standar Deviasi Kadar Air (%) pada Konsentrasi Asam Sulfat (M) Tertentu.....	28
Gambar IV. 5 Grafik Pengaruh Suhu Torefaksi (C) Terhadap Kadar Air (%)	29
Gambar IV. 6 Grafik Standar Deviasi Kadar Air (%) pada Suhu Torefaksi (C) tertentu.....	30
Gambar IV. 7 Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat (M) Terhadap Kadar Abu (%).....	31
Gambar IV. 8 Grafik Standar Deviasi Kadar Abu (%) pada Konsentrasi Asam Sulfat (M) Tertentu.....	32
Gambar IV. 9 Grafik Pengaruh Suhu Torefaksi (C) Terhadap Kadar Abu (%).....	33
Gambar IV. 10 Grafik Standar Deviasi Kadar Abu (%) Pada Suhu Torefaksi (C) Tertentu	34
Gambar IV. 11 Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat (M) Terhadap Kadar Zat Terbang (%).....	35
Gambar IV. 12 Grafik Standar Deviasi Kadar Zat Terbang (%) Pada Konsentrasi Asam Sulfat (%) Tertentu.....	36
Gambar IV. 13 Grafik Pengaruh Suhu Torefaksi (C) Terhadap Kadar Zat Terbang (%).....	37



Gambar IV. 14 Grafik Standar Deviasi Kadar Zat Terbang (%) Pada Suhu Torefaksi (C) Tertentu	38
Gambar IV. 15 Grafik Pengaruh Kosentrasi Asam Sulfat (M) Terhadap Kadar <i>Fixed carbon</i> (%)	39
Gambar IV. 16 Grafik Standar Deviasi Kadar <i>Fixed carbon</i> (%) Pada Konsentrasi Asam Sulfat (M) Tertentu	40
Gambar IV. 17 Grafik Pengaruh Suhu Torefaksi (C) Terhadap Kadar <i>Fixed carbon</i> (%).....	41
Gambar IV. 18 Grafik Standar Deviasi Kadar <i>Fixed carbon</i> (%) Pada Suhu Torefaksi (C) Tertentu	42
Gambar IV. 19 Hubungan Antara Data Prediksi dengan Data Aktual pada 25 data Percobaan	47
Gambar IV. 20 <i>Contour Plot</i> Pengaruh Suhu Torefaksi dan Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Kadar <i>Fixed carbon</i>	49
Gambar IV. 21 <i>Surface Plot</i> Pengaruh Suhu Torefaksi dan Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Kadar <i>Fixed carbon</i>	50



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kandungan Kimia Kulit Kakao	5
Tabel II. 2 Standar Biomassa untuk Energi.....	9
Tabel IV. 1 Uji Nilai Kalor.....	25
Tabel IV. 2 Presentase Senyawa Organik dari Uji SEM-EDX.....	26
Tabel IV. 3 Analysis of Variance (ANOVA) Model Kuadratik <i>Fixed carbon</i> (25 Data).....	44
Tabel IV. 4 Koefisien Determinasi untuk Model Regresi yang Dihasilkan dari Optimasi 25 Data.....	46
Tabel IV. 5 Solusi Optimal Berdasarkan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	48



INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) terhadap karakteristik karbon yang dihasilkan dari limbah kulit kakao melalui proses torefaksi. Kulit kakao dipilih sebagai bahan baku biomassa karena ketersediaannya melimpah dan kandungan lignoselulosanya tinggi, sehingga berpotensi sebagai bahan bakar padat alternatif pengganti batubara. Penelitian dilakukan dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 sebesar 0; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 M serta variasi suhu torefaksi 250–350°C. Tahapan penelitian meliputi preparasi bahan, perendaman (*pretreatment*) menggunakan larutan asam sulfat, pengeringan, proses torefaksi, dan analisis karakteristik karbon melalui uji proksimat, nilai kalor, serta SEM-EDX. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sulfat dan suhu torefaksi berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang, serta meningkatkan kadar karbon tetap. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi H_2SO_4 1 M dan suhu torefaksi 350°C, menghasilkan kadar air 0,1688%, kadar abu 3,0005%, kadar zat terbang 61,7896%, kadar karbon tetap 35,0412%, dan nilai kalor rata-rata sebesar 8071,34 kal/g, yang telah memenuhi standar SNI 8675-2018 untuk bahan bakar padat. Analisis SEM-EDX menunjukkan peningkatan porositas dan kandungan karbon sebesar 53,11%, dengan morfologi permukaan yang lebih berpori dan homogen.