

ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BERBENTUK BIOPELET



PUTRI DWI LARASATI
D131201017



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

**ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI ENERGI
ALTERNATIF BERBENTUK BIOPELET**

**PUTRI DWI LARASATI
D131201017**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI ENERGI
ALTERNATIF BERBENTUK BIOPELET**

PUTRI DWI LARASATI

D131201017

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Lingkungan

pada



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

SKRIPSI**ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI ENERGI
ALTERNATIF BERBENTUK BIOPELET**

PUTRI DWI LARASATI
D131201017

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 20 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Lando, S.T., M.T.
2002

Dr.Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.
NIP. 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul **"ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BERBENTUK BIOPELET"** adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 21 September 2024



Putri Dwi Larasati
NIM D131201017



Optimized using
trial version
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi sebagai Energi Alternatif berbentuk Biopellet”. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan lancar dapat terampungkan atas dukungan kedua orang tua (Bapak Supangkat dan Ibu Salmah) tercinta dan tersayang yang telah memberikan kasih sayang dan doa yang tak henti-henti serta motivasi selama saya menempuh pendidikan. Selain itu, saya mengucapkan berlimpah terima kasih karena penelitian ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Dr. Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan dan koreksi kepada penulis serta ketulusan dan kesabaran selama proses bimbingan. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh Dosen Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang luar biasa selama perkuliahan serta terima kasih kepada staff dan karyawan Departemen Teknik Lingkungan yang telah penulis repotkan selama proses pendidikan.

Kepada kakak-kakakku (Sigit Bayu, Sulfitri, dan Noviani) saya mengucapkan terima kasih telah mendukung dan mendoakan penulis untuk menyelesaikan pendidikan di Departemen Teknik Lingkungan. Kepada Maudzara dan Shanum yang telah memberikan senyuman manis kepada penulis dikala letih penulis. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman seperjuangan bimbingan dan penelitian (Aul, Suzhan, Kadri, Cipa, dan Febri), sahabat Talaks (Yani, Naya, Nisa, Ikka, Olip, Nade, Luls, Fitri, Nat, Yo, Pahir, dan Gup) yang menemani penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini, SD geng, dan Benzena. Ucapan terima kasih kepada kakak, teman dan adik-adik Asisten Lab. Sanitasi dan Persampahan yang telah menjadi teman/rekan dan memberikan cerita baru yang terukir indah, tidak lupa ucapan terima kasih kepada Teman-teman Lingkungan 2020 yang telah memberikan banyak cerita dan pengalaman selama perkuliahan. Serta ucapan terima kasih kepada EXO, SVT, dan NCT yang telah mewarnai kehidupan penulis melalui konten virtual sehingga penulis dapat tertawa dan mengurangi lelah selama perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan mohon maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir, semoga dapat memenuhi syarat akademis. Penyusun juga sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan penyusunan berikutnya dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan dunia ilmu pengetahuan pada umumnya.

Makassar, 30 September 2024



Penulis

ABSTRAK

PUTRI DWI LARASATI. **Analisis Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi Sebagai Energi Alternatif Berbentuk Biopelet** (dibimbing oleh Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T.)

Latar Belakang. Kopi saat ini menjadi trend di kalangan masyarakat baik remaja maupun dewasa, tren peningkatan kopi diperkirakan akan terus berlangsung seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi serta perubahan gaya hidup masyarakat. Tingginya minat masyarakat terhadap minuman kopi menyebabkan kedai kopi menjamur dan mudah untuk ditemui. Semakin tinggi minat konsumsi kopi, maka semakin tinggi jumlah limbah ampas kopi yang dihasilkan. Rata-rata berat ampas kopi yang dibuang setiap satu cangkirnya yaitu sebanyak 20 gram. Limbah ampas kopi memiliki komposisi organik yang tinggi dan bersifat racun bagi lingkungan karena terdapat kandungan kafein, tanin dan polifenol sehingga pembuangan ampas kopi tidak semudah limbah lainnya karena dapat terjadi pembakaran spontan, menghasilkan metana, dan menimbulkan bau yang kurang sedap. Pengolahan limbah ampas kopi salah satunya dengan cara pemanfaatan ampas kopi sebagai energi alternatif berbentuk biopelet. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio bahan perekat, pengaruh ukuran partikel limbah ampas kopi terhadap biopelet, serta kesesuaian (kadar air, kadar abu, kadar volatil, kadar karbon, dan nilai kalor) terhadap ketetapan SNI 8675:2018. **Metode.** Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan memvariasikan bahan perekat yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20% serta pengaruh ukuran ayakan menggunakan 30 mesh dan 50 mesh. **Hasil.** Diperoleh bahwa biopelet dengan menggunakan ayakan 30 mesh serta variasi perekat 5% memperoleh karakteristik yang terbaik yaitu kadar air 3,51%, kadar abu 5,58, kadar volatil 22,43%, kadar karbon 68,40% dan nilai kalor 0,45 MJ/kg. Namun, hasil kadar abu dan nilai kalor tidak sesuai dengan ketentuan SNI 8675:2018. **Kesimpulan.** Penambahan bahan perekat dan variasi ukuran ayakan mempengaruhi kualitas biopelet.

Kata Kunci: Ampas kopi, Biopelet



ABSTRACT

PUTRI DWI LARASATI. ***Analysis Use of Waste Coffee Grounds as Alternative Energy in the Form of Biopellets*** (Supervised by Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T.)

Background. Coffee is currently a trend among people both teenagers and adults, the trend of increasing coffee is expected to continue along with population and economic growth and changes in people's lifestyles. The high public interest in coffee drinks causes coffee shops to mushroom and easy to find. The higher the interest in coffee consumption, the higher the amount of coffee grounds waste generated. The average weight of coffee grounds discarded per one cup is 20 grams. Coffee grounds waste has a high organic composition and is toxic to the environment because it contains caffeine, tannins and polyphenols so that the disposal of coffee grounds is not as easy as other wastes because spontaneous combustion can occur, produce methane, and cause unpleasant odours. One of the ways to process coffee grounds waste is by utilising coffee grounds as alternative energy in the form of biopellets. **Aim.** Aims to determine the effect of adhesive ratio, the effect of particle size of coffee grounds waste on biopellets, and suitability (moisture content, ash content, volatile content, carbon content, and calorific value) to the provisions of SNI 8675: 2018. **Method.** The method used was an experimental method by varying the adhesive material, namely 5%, 10%, 15%, and 20% and the effect of sieve size using 30 mesh and 50 mesh. **Results.** It was found that biopellets using a 30 mesh sieve and 5% adhesive variation had the best performance. **Results.** It was found that biopellets using a 30 mesh sieve and 5% adhesive variation obtained the best characteristics, namely moisture content of 3.51%, ash content of 5.58, volatile content of 22.43%, carbon content of 68.40% and calorific value of 0.45 MJ/kg. However, the results of ash content and calorific value are not in accordance with the provisions of SNI 8675: 2018. **Conclusion.** The addition of adhesive and sieve size variation affects the quality of biopellets.

Keywords: Coffee grounds, Biopellets



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH, DAN LAMBANG	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Teori	4
BAB II. METODE PENELITIAN.....	13
2.1 Tempat dan Waktu	13
2.2 Bahan Alat.....	13
2.3 Jenis dan Sumber Data.....	19
2.4 Tahapan Penelitian.....	19
2.5 Diagram Alir Penelitian	22
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
3.1 Kadar Air Ampas Kopi dan Perekat	23
3.2 Kadar Air Biopelet.....	24
3.3 Kadar Abu Biopelet.....	25
3.4 Kadar Volatil Biopelet	26
3.5 Kadar Karbon Terikat Biopelet.....	27
3.6 Nilai Kalor Biopelet.....	28
3.7 Konversi Nilai Kalor ke Listrik (kWh)	30
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
4.1 Kesimpulan	31
4.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	32



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Spesifikasi Standar Pelet Biomassa	6
2. Studi Penelitian Terlebih Dahulu	8
3. Komposisi Biopelet	19
4. Kadar Air Ampas Kopi dan Perekat.....	23
5. Kadar Air Biopelet	24
6. Kadar Abu Biopelet	25
7. Kadar Volatil Biopelet.....	26
8. Nilai Kadar Karbon Terikat Biopelet	27
9. Nilai Kalor Biopelet.....	29
10. Konversi Nilai Kalor ke kWh.....	30



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian	13
2. Loyang	14
3. Pencetak Pelet	14
4. (a). Saringan 30 mesh, (b) saringan 50 mesh	14
5. Oven	14
6. <i>Furnace</i>	15
7. Timbangan Digital	15
8. Wadah	15
9. Gelas Kimia	15
10. Cawan Porselin	16
11. Tang Krus	16
12. Sendok	16
13. Kompor Biomassa	16
14. Timbangan Analitik	17
15. Desikator	17
16. Termometer	17
17. Ampas Kopi	18
18. Tapioka	18
19. Air	18
20. Diagram Alir Penelitian	22
21. Biopellet Limbah Ampas Kopi	23
22. Persentase Kadar Air	24
23. Persentase Kadar Abu	25
24. Persentase Kadar Volatil	27
25. Persentase Kadar Karbon Terikat	28
26. Nilai Kalor	29
27. Energi Listrik Biopellet	30



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1 Perhitungan Analisis Data	2
2 Dokumentasi Penelitian	13



Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH, DAN LAMBANG

Lambang/Singkatan	Arti dan Penjelasan
SNI	Standar Nasional Indonesia
ICO	<i>International Coffee Organization</i>
APKCI	Asosiasi Pengusaha Kopi dan Cokelat Indonesia
Q	Jumlah kalor untuk menaikkan suhu air
k	Nilai kalor (kal/gram)
M	Massa air
c	Kalor jenis air (kal/gram°C) (dimana c = 1 kal/gram°C)
ΔT	Perubahan suhu
T1	Suhu awal
T2	Suhu akhir
W1	Bobot sampel awal
W2	Bobot sampel akhir



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasibuan (2019) menyatakan bahwa kopi merupakan salah satu jenis minuman yang digemari oleh masyarakat di seluruh dunia, yang berasal dari biji buah tanaman kopi yang telah matang lalu dijemur sampai kering. Masuknya kopi di Indonesia dipengaruhi oleh peranan Belanda. Belanda pertama kali membawa kopi dari Malabar, India ke Pulau Jawa. Kemudian, hasil panen kopi dari penanaman di Indonesia diteliti di Kebun Raya Amsterdam. Dari hasil penelitian, tanaman kopi memiliki kualitas yang baik sehingga tanaman kopi dijadikan bibit perkebunan yang dikembangkan di pulau-pulau Indonesia.

Di Indonesia, terdapat banyak jenis kopi yang diproduksi. Namun, jenis kopi yang paling sering ditemukan adalah kopi robusta dan kopi arabika yang keduanya memiliki ciri khas masing-masing. Kopi robusta merupakan kopi yang dapat tumbuh di berbagai tempat, bahkan tempat yang tidak bisa ditinggali kopi arabika. Kopi robusta terkenal dengan tingkat kafeinnya yang tinggi dengan kopi tradisional dan sering disebut kopi dengan tingkat cita rasa paling tinggi (Harum, 2022). Berdasarkan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) menyatakan bahwa, Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar ke-3 dunia setelah Brazil dan Vietnam pada 2022/2023 yang memproduksi kopi sebanyak 11,85 juta kantong, dimana 1,3 juta kantong kopi arabika dan 10,5 juta kantong kopi robusta, untuk Provinsi Sulawesi Selatan volume produksi kopi sebanyak 27,5 ribu ton.

Kopi saat ini menjadi *trend* di kalangan masyarakat baik remaja maupun dewasa (Wijayanti, 2021), tren peningkatan kopi diperkirakan akan terus berlangsung seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi serta perubahan gaya hidup masyarakat (Randriani & Dani, 2018). Berdasarkan Asosiasi Pengusaha Kopi dan Cokelat Indonesia (APKCI) memperkirakan, pada 2023 jumlah *cafe*/kedai kopi di Indonesia mencapai 10.000 gerai dan di Kota Makassar berdasarkan karya tulis Thufail (2022) menyatakan bahwa jumlah kedai kopi atau *cafe* sebanyak 639 kedai kopi atau *cafe*. Hal tersebut selaras dengan *International Coffee Organization* (ICO), yang menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara konsumen kopi terbesar kelima di dunia dengan jumlah konsumsi mencapai 5 juta kantong berukuran 60 kilogram pada tahun 2020/2021.

Tingginya minat masyarakat terhadap minuman kopi menyebabkan kedai kopi menjamur dan mudah untuk ditemui. Semakin tinggi konsumsi kopi, maka semakin tinggi pula jumlah limbah dari ampas kopi yang dihasilkan dari setiap kafe (Iqbal dkk, 2018). Limbah ampas kopi merupakan sisa-sisa dari pembuatan minuman kopi baik di kedai kopi/*cafe* maupun yang berasal dari rumah tangga yang dapat bersifat racun bagi lingkungan karena adanya kandungan kafein, tanin, dan polifenol di dalamnya (Iqbal dkk, 2018). Proses pembuangan limbah ampas kopi ke tempat pembuangan sampah kebanyakan bahan limbah lainnya karena memiliki komposisi organik yang tinggi. Jika tidak diolah dan dibuang dalam jumlah besar, terdapat risiko kebakaran spontan, menghasilkan metana dan karbon dioksida yang berbahaya serta menimbulkan bau yang kurang sedap (Saberian et al., 2018).



Berdasarkan studi kasus oleh Husna (2015), salah satu produsen kopi instan memproduksi sebanyak 720 ton dan menghasilkan 55% limbah ampas kopi atau sebanyak 324 ton ampas kopi. Menurut (Santosa, 2018) menyatakan bahwa rata-rata berat ampas kopi yang dibuang setiap satu cangkirknya yaitu sebanyak 20 gram. Limbah tersebut sering kali langsung dibuang tanpa adanya pemanfaatan limbah ampas kopi (Ramadhani, 2023). Pemanfaatan limbah ampas kopi hingga saat ini belum maksimal, jumlah *cafe* saat ini secara tidak langsung juga menambah jumlah limbah kopi yang dihasilkan (Juwita, 2017). Limbah ampas kopi yang dihasilkan dari *cafe* masih banyak yang dibuang, padahal ampas kopi masih dapat dimanfaatkan sebagai *bio-oil*, *biochar*, *bio-active compound*, pupuk, kecantikan, dll (Nurmanita, 2020). Selain itu, pemanfaatan limbah ampas kopi yang belum banyak digunakan ialah sebagai bahan bakar rumah tangga atau industri-industri berupa biomassa pelet (Muazzinah, 2022).

Biomassa merupakan sumber energi yang terdapat pada bahan organik penyusun dari tumbuhan, melalui proses fotosintesis tumbuhan akan menyerap karbon yang dapat menjadi biomassa dan ketika biomassa digunakan sebagai penghasil energi, maka karbon akan dilepaskan kembali ke atmosfer saat dilakukan pembakaran dan hal tersebut menjadi bioenergi modern yang mempunyai emisi mendekati nol (Surya, 2024). Pada umumnya biomassa digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang memiliki nilai ekonomis relatif murah karena berasal dari limbah yang berada di sekitar masyarakat. Keuntungan dalam pemanfaatan biomassa menjadi energi adalah untuk meningkatkan efisiensi energi karena terdapat banyaknya limbah dan akan terbuang, serta dapat berdampak negatif jika tidak dimanfaatkan (Prasetia, 2018).

Faktor utama yang mempengaruhi produk biomassa (biopelet) yaitu, bahan baku, kadar air, ukuran partikel, pencampuran bahan perekat, dan perlakuan setelah produksi seperti pemanasan atau pendinginan dan kondisi penyimpanan (Lehman dkk, 2012). Salah satu parameter penentu kualitas bahan bakar biomassa adalah nilai kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran. Peningkatan nilai kalor bahan bakar biomassa dapat dilakukan melalui proses karbonisasi (Yemita et al., 2016). Berdasarkan studi kasus oleh (Antirodesti, 2023), menyatakan ampas kopi mempunyai nilai karakteristik diantaranya, nilai massa jenis ampas kopi sebesar $0,46 \text{ gr/cm}^3$, nilai kadar air bernilai 10,03% dan nilai kalor 19,88 Mj/kg. Selain itu, berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya biopelet yang berasal dari limbah ampas kopi memiliki nilai kalor yang telah sesuai dengan standar SNI 8675:2018.

Proses pembuatan biomassa (biopelet) diperlukan bahan tambahan yaitu perekat yang berfungsi untuk mengikat partikel bahan baku dimana bahan perekat yang digunakan yaitu tepung tapioka, disebabkan tepung tapioka mudah didapatkan dan mempunyai kandungan pati yang dapat menjadi pengikat partikel bahan baku biomassa (biopelet), sehingga dalam pembuatan biopelet dipengaruhi oleh rasio bahan perekat (Surya, 2024). Penambahan tepung tapioka juga akan mempengaruhi kualitas biopelet terhadap nilai kadar air, kadar abu, dan nilai kalor (Hendriyana dkk, 2018). Selain itu, ukuran partikel pada biopelet tersebut, maka dilakukan penelitian yaitu pemanfaatan limbah ampas kopi sebagai bahan baku biopelet yang berfungsi menjadi energi alternatif dengan



memvariasikan nilai rasio antara bahan perekat dengan bahan baku, serta pengaruh ukuran partikel terhadap biopelet limbah ampas kopi yang bersumber dari *cafe*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh rasio bahan perekat terhadap limbah ampas kopi sebagai biopelet?
2. Bagaimana pengaruh ukuran partikel limbah ampas kopi dan bahan perekat sebagai biopelet?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh rasio bahan perekat terhadap limbah ampas kopi sebagai biopelet.
2. Mengetahui pengaruh ukuran partikel limbah ampas kopi dan bahan perekat sebagai biopelet.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan serta data ilmiah mengenai pemanfaatan limbah ampas kopi sebagai biopelet.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Penulis
Sebagai saran aktualisasi diri dalam mentransformasikan ilmu serta teori dalam perkuliahan yang dibandingkan dengan fakta di lapangan.
 - b. Bagi Civitas Akademik
Sebagai masukan, pertimbangan serta menjadi pembanding bagi kalangan akademisi yang akan melakukan penelitian berikutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengaruh rasio bahan perekat terhadap limbah ampas kopi sebagai biopelet dan pengaruh ukuran partikel limbah ampas kopi dan bahan perekat sebagai biopelet.
2. Bahan baku yang digunakan adalah limbah ampas kopi dari salah satu *cafe* di Kota Makassar yang menggunakan jenis kopi campuran yaitu kopi arabika 50% dan robusta 50%. Penelitian ini yaitu Biopelet Limbah Ampas Kopi. Analisis yang dianalisis yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap (KZM), kadar karbon, dan nilai kalor.



1.6 Teori

1.6.1 Tanaman Kopi

Kopi adalah tanaman tahunan yang bukan berasal dari Indonesia, melainkan dari wilayah Afrika (Randriani & Dani, 2017). Tanaman kopi tergolong dalam famili *Rubiaceae*, genus *Coffea*. Kopi yang dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia, yaitu Arabika, Robusta, dan Liberika (Randriani & Dani, 2017). Namun, jenis kopi liberika saat ini jarang dibudidayakan disebabkan kualitas buah yang dihasilkan masih rendah dan tidak seragam (Mahhendra, 2022).

Kopi Arabika. Kopi arabika merupakan kopi yang memiliki cita rasa paling baik dibandingkan jenis kopi yang lain, memiliki biji kopi yang bermutu baik dengan cita rasa yang kuat dan sedikit asam, serta warna biji dari kopi arabika berwarna- agak coklat (Wijayani et al., 2021). Kandungan kafein pada kopi arabika berkisar 0,8-1,5% dan memiliki pH sekitar 4,85-5,15 (Aryadi, 2021).

Kopi Robusta. Kopi robusta merupakan kopi yang dalam pertumbuhannya tahan terhadap berbagai penyakit (Wijayani et al., 2021). Oleh karena itu, kopi robusta cepat berkembang dan memiliki cita rasa yang kuat dan cenderung lebih pahit dibandingkan arabika, serta memiliki rasa yang hampir mirip cokelat dengan aroma yang khas (Wijayani et al., 2021). Kandungan kafein pada kopi robusta hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kopi arabika yaitu sekitar 1,5%-3,3% dan memiliki pH sebesar 5,25-5,40 (Aryadi, 2021).

1.6.2 Limbah Ampas Kopi

Ampas kopi berasal dari restoran atau industri kopi yang memiliki kandungan hidrokarbon yang berfungsi sebagai bahan baku energi alternatif. Ampas yang dihasilkan dari kopi memiliki kandungan kimia organik relatif yang tinggi dengan pH tinggi, aplikasi terbaik limbah dari kopi dengan mengubahnya menjadi bahan bakar padat karena mengandung *calorific value* sebesar 20,9 MJ/kg pada *dry basis* dan 14,6 MJ/kg pada *wet basis* (Pratiwi & Mukhaimin, 2021). Menurut (Widyasanti & Ariva, 2020) menyatakan bahwa Ampas kopi merupakan suatu produk samping yang dihasilkan dari proses penyeduhan kopi asli dengan metode espresso (menggunakan mesin) dan metode *brewing* (cara manual). Ampas dapat menjadi sumber pembuangan sampah sehingga menghasilkan gas metana, beberapa cara pemanfaatan ampas kopi adalah biobriket, biopelet, pupuk tanaman, pembersih alat-alat dapur, penghilang bau, perawat warna kayu yang kusam, pengharum ruangan, dan produk kecantikan.

1.6.3 Bahan Perekat



Optimized using
trial version
www.balesio.com

yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas biopelet dan dibakar (Utomo, 2019). Penggunaan bahan perekat dalam dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat dan yang akan direkatkan, salah satu syarat yang diperhatikan dalam perekat yaitu harus memiliki daya rekat yang kuat biasanya yang digunakan adalah pati khususnya amilopektin yang cukup tinggi seperti terigu, yang terdiri dari 28% amilosa dan 72% amilopektin (Kurniawan et al.,

2022). Semakin tinggi nilai kadar amilosa, maka sampel memiliki tekstur yang semakin padat (Baik & Lee, 2003). Amilosa berperan untuk memberikan sifat keras sedangkan amilopektik berperan memberikan sifat lengket (Fajiah et al., 2020). Bahan utama dalam pembuatan tapioka adalah singkong.

1.6.4 Biomassa

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja, dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Adapun biomassa yang umum digunakan yaitu sebagai bahan bakar yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Parinduri, 2020).

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari sisa metabolisme tumbuhan atau hewan, maupun limbah yang dihasilkan. Material organik hidup seperti inibiasanya mengandung air dengan kadar berkisar antara 80–90%. Setelah kering, material organik memiliki kandungan senyawa hidrokarbon yang sangat tinggi, senyawa inilah yang berfungsi untuk menjadi potensi sumber energi (Adistia dkk, 2020). Biomassa memiliki kandungan bahan volatil tinggi namun memiliki kadar karbon rendah. Kadar abu biomassa tergantung dari jenis bahannya, sementara nilai kalornya tergolong sedang. Tingginya kandungan senyawa volatil dalam biomassa menyebabkan pembakaran dapat dimulai pada suhu rendah (Jamilatun, 2008). Biomassa merupakan produk reaksi fotosintetik dari karbon dioksida dengan air, yang terdiri dari karbon, oksigen, dan hidrogen, yang terdapat dalam bentuk polimerik makroskopik kompleks (Mawardi dkk, 2019).

1.6.5 Biopellet

Biopellet dapat menjadi salah satu sumber biomassa yang dapat diolah menjadi energi terbarukan, dengan memanfaatkan sumber daya yang ada yaitu limbah organik seperti sisa makanan, daun kering dimana limbah jika dibiarkan akan menjadi sumber bahaya kesehatan bagi manusia itu sendiri apabila langsung dimusnahkan seperti dibakar dapat menyebabkan polusi udara (Surya & Wijanarko, 2024). Biopellet adalah salah satu bentuk bahan bakar padat berbasis limbah industri dengan ukuran yang lebih kecil dari pada briket. Biopellet mempunyai densitas dan keseragaman ukuran yang lebih baik dibandingkan biobriket. Keunggulan dari biopellet ini adalah dapat meningkatkan nilai



1 dari proses pembakaran. Selain itu ukuran dan keseragaman memudahkan proses pemindahan (transportasi) dari satu tempat ke ardi dkk, 2019).

ah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki i, bentuk, kelembaban, densitas, dan kandungan energi. Bahan cukup efisien dan ramah lingkungan. Biopellet dapat pula berfungsi

sebagai bahan bakar kompor pengganti minyak tanah atau gas. Adanya biopellet menjadi solusi untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar terutama di pedesaan maupun daerah pesisir (Saifudin dkk, 2018).

Tabel 1. Spesifikasi Standar Pelet Biomassa

No	Parameter Uji	Satuan min/maks	Persyaratan
			Rumah Tangga
1	Nilai Kalor	MJ/kg.min	16,5
2	Kadar Abu	%, maks	5
3	Kadar Air	%, maks	10
4	Volatil matter	%, maks	75
5	Kadar karbon tetap	%min	14

Sumber: SNI 8675:2018

1.6.6 Kadar Air

Kadar air menurut SNI 8675:2018 merupakan banyaknya air yang terkandung di dalam pelet terhadap berat pelet kering mutlak yang dinyatakan dalam satuan persen (%). Dalam pembuatan biomassa, kadar air merupakan faktor penting yang mempengaruhi karakteristik biomassa sebagai bahan bakar selain kadar abu, nilai kalor dan ukuran partikel (Grover & Mishra, 1996). Penentuan nilai kadar air pada bahan sangat penting dalam memproduksi pelet, sehingga mencapai nilai kadar yang sesuai kesetimbangan (*equilibrium*) (Yuli Lestari et al., 2019). Hal tersebut bertujuan untuk mencegah pelet mengembang karena kondisi lembab selama penyimpanan dan pengiriman, selain itu jika nilai kadar airnya terlalu tinggi maka pelet yang dihasilkan mudah untuk diserang oleh mikroorganisme dan jamur (Yuli Lestari et al., 2019). Selain itu, penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis pelet yang dihasilkan, semakin tinggi nilai pemanasan maka kadar air pelet semakin rendah, kadar air pada pelet harus rendah karena akan mempengaruhi nilai kalornya sehingga menyebabkan proses pembakaran yang lambat (Hendra, 2012).

1.6.7 Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon. Unsur utama dari abu adalah silika yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan dan dapat menurunkan kualitas pelet karena unsur silika tidak terbakar pada waktu pembakaran (Yuli Lestari et al., 2019). Kadar abu berdasarkan SNI 8675:2018 merupakan persentase kandungan mineral yang tidak menguap sebagai sisa dari proses pembakaran. Semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin rendah kualitas pelet yang dihasilkan, adanya nilai kandungan abu yang tinggi maka menyebabkan panas yang dihasilkan menurun karena adanya penumpukkan abu pada waktu pembakaran (Yuli Lestari et al., 2019).



berdasarkan SNI 8675:2018 merupakan bagian yang hilang ketika sampel dimosfir tanpa oksigen hingga suhu 950°C yang dinyatakan dalam (%). Nilai kadar zat terbang memiliki pengaruh terhadap waktu yang ditimbulkan selama proses pembakaran, kadar zat terbang

yang tinggi mengakibatkan efisiensi pembakaran menurun dan menimbulkan asap selama proses pembakaran (Ahmadan et al., 2019). Semakin rendah kadar zat terbang maka efisiensi pada pembakaran meningkat dan semakin sedikit asap yang ditimbulkan (Ahmadan et al., 2019).

1.6.9 Kadar Karbon

Kadar karbon berdasarkan SNI 8021:2014 merupakan kadar fraksi karbon yang terikat dalam bahan tidak termasuk fraksi air, zat mudah menguap dan abu. Kadar karbon menunjukkan jumlah material padat yang terbakar setelah kadar zat terbang dihilangkan dari biopellet (Rahman, 2011). Nilai kadar karbon akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi nilai kadar karbon maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan (Al Qadry et al., 2023).

1.6.10 Nilai Kalor

Nilai kalor berdasarkan SNI 8021:2020 merupakan jumlah panas yang dihasilkan oleh pembakaran lengkap dari sebuah kuantitas unit bahan bakar. Nilai kalor merupakan parameter utama biopellet dalam menentukan kualitas bahan bakar (Ali & Restuhadi, 2010). Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, maka semakin tinggi laju pembakaran yang semakin baik pula kualitas dari biopellet yang dihasilkan (Permatasari et al., 2022). Nilai kalor yang dihasilkan berpengaruh terhadap nilai kadar air dan kadar abu, semakin rendah nilai kadar air dan kadar abu maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan (Indrayant.L et al., 2020).

Pengujian nilai kalor dapat dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* atau secara sederhana yaitu menggunakan kompor biomassa dengan mengamati perubahan suhu pada air yang dipanaskan. Namun, hasil yang diperoleh jika menggunakan kompor biomassa belum sesuai dengan ketentuan dari SNI 8675:2018 dikarenakan nilai kalor jenis dari kedua metode berbeda. Sedangkan pada pengujian dengan menggunakan *bomb calorimeter* berdasarkan penelitian (Aditya, 2020) memperoleh nilai kalor sebesar 4378.52 cal/gr atau 18,32 MJ/kg hingga 6696.56 cal/gr atau 28,02 MJ/kg, dimana nilai tersebut sesuai dengan ketentuan SNI 8675:2018



1.6.11 Studi Penelitian Terdahulu yang Relevan

Tabel 2. Studi Penelitian Terlebih Dahulu

No	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Astrilia Damayanti, 2021. <i>The Effect of Tapioca Flour Adhesives to the Biopellet Characteristics of Rice Husk Waste as Renewable Energy</i>	Penelitian ini menggunakan Limbah sekam padi dan penambahan perekat yaitu tepung tapioka dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%.	Hasil penelitian menunjukkan biopellet yang sesuai dengan SNI 8021:2018 yaitu dari variasi konsentrasi perekat tapioka 10% dengan karakteristik kadar air 8,18%, massa jenis 0,8 g/cm ³ , kadar bahan mudah menguap 65,82%, kadar abu terbang 14% dan nilai kalor 4068 kal/g.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen dan menggunakan tapioka sebagai bahan perekat.	Bahan baku dalam pembuatan biopellet yang digunakan berbeda dengan peneliti. Pada peneliti sebelumnya menggunakan bahan baku dari limbah sekam padi.
2.	Vayar Ardhana Surya, Diastian Vinaya Wijanarko, 2024. <i>Pengaruh Perekat Tapioka Terhadap Kualitas Biopellet dari Tongkol s Tebu, pi</i>	Metode Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental. Dimana metode yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan perekat tapioka terhadap biopellet dengan komposisi perekat 10%, 20%, dan 30% dari total bahan baku.	Hasil penelitian menunjukkan penambahan tapioka sebagai perekat sebanyak 10% memiliki kualitas terbaik ditinjau dari parameter uji kadar abu, nilai kalor, kadar air, dan laju pembakaran. Dengan hasil kadar abu 3,23%, nilai kalor 4715,53 kal/g, dan kadar air 6,97%.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen dan menggunakan tapioka sebagai bahan perekat.	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku yang digunakan peneliti sebelumnya adalah campuran tongkol jagung, ampas tebu, dan ampas kopi sehingga bahan baku yang digunakan berbeda dari peneliti. - Peneliti sebelumnya hanya menggunakan 1 ukuran ayakan. - Peneliti sebelumnya tidak melakukan pengujian terhadap kadar volatil.



No	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
3.	Danan Aditia Prayuda, 2020. Analisa Kualitas Pembakaran Biopelet Kulit Buah Kapuk dengan Perekat Tepung Kanji	Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Dimana penelitian ini menggunakan kulit buah kapuk dengan memvariasikan campuran perekat 5%, 10%, 20%, 30% dan tanpa perekat.	Hasil penelitian menunjukkan nilai kalor tertinggi diperoleh pada kulit buah kapuk dengan perekat tepung kanji persentase 10% sebesar 6782,41 cal/gr. Nilai kadar air tertinggi dengan persentase perekat 30% dengan nilai 10% dan nilai kadar abu rata-rata setiap pengujian didapatkan nilai terbesar pada persentase 30% sebanyak 14,6%.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen dan menggunakan tapioka sebagai bahan perekat.	- Bahan baku yang digunakan peneliti sebelumnya adalah kulit buah kapuk yang berbeda dengan bahan baku yang digunakan peneliti. - Peneliti sebelumnya hanya menggunakan 1 variasi ukuran ayakan yaitu 40 mesh.
4.	Windi Liliana, 2010. Peningkatan Kualitas Biopelet Bungkil Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Melalui Teknik Karbonisasi	Penelitian ini diawali dengan pengujian proksimat bahan baku meliputi kadar air, nilai kalor, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat. Selanjutnya dilakukan pembuatan biopelet dengan campuran bahan baku bungkil jarak pagar tanpa karbonisasi dan arang bungkil jarak pagar.	Hasil penelitian menunjukkan arang bungkil jarak terbaik diperoleh dengan nilai kalori $5978,67 \pm 32,75$ kkal/kg, kadar zat terbang $17,44 \pm 0,44\%$, kadar abu $15,20\%$, kadar karbon terikat $67,35\%$.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen dan melakukan pengujian proksimat.	- Bahan baku yang digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu bungkil jarak. - Peneliti sebelumnya melakukan variasi suhu terhadap proses karbonisasi
	Aprita, Produksi Biobriket Pendinginan Biji	Penelitian ini menggunakan kombinasi bahan baku berupa ampas kopi dan cangkang biji kopi dengan	Hasil penelitian menunjukkan biopelet dengan kombinasi campuran terbaik yaitu campuran ampas kopi dan	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode	- Bahan baku yang digunakan penelitian sebelumnya yaitu campuran ampas



No	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Kopi Dengan Dan Tanpa Pra Perlakuan Bahan Pada Berbagai Komposisi Perekat	perbandingan yaitu (0:100), (25:75), (50:50), (75:25), dan (100:0). Perekat yang digunakan yaitu perekat pati dengan konsentrasi sebesar 10%, 20% dan 30%.	cangkang biji kopi (75:25) dengan konsentrasi perekat 10% serta biopellet telah memenuhi persyaratan SNI 8021:2014 tentang pelet kayu, kecuali nilai kadar abu yang melebihi batas maksimum.	eksperimen dan menggunakan tapioka sebagai bahan perekat.	kopi dan campuran cangkang biji kopi. - Penelitian sebelumnya menggunakan variasi perekat 10%, 20%, dan 30%. - Peneliti sebelumnya hanya menggunakan 1 variasi ukuran ayakan yaitu 60 mesh
6.	Diana Ulfah, Lusyani, Gusti A.R Thamrin dan Rahmiyati, 2021. Kualitas Biopellet Limbah Sekam Padi (<i>Oryza Sativa</i>) Sebagai Salah Satu Solusi dalam Menghadapi Krisis Energi.	Penelitian ini menggunakan limbah sekam padi dengan faktor yang diteliti adalah ukuran partikel 40 mesh, 60 mesh dan 80 mesh serta jumlah perekat yang terdiri dari 25% dan 30%.	Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar air berkisar antara 13,0771-14,5932%, kerapatan berkisar 0,7698-0,9548 g/cm ³ , kadar abu berkisar antara 16,5233-19,9633%, nilai rata-rata kadar zat terbang berkisar antara 57,3533-63,6067% dan nilai rata-rata karbon yaitu 63462-87668%.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen dan menggunakan variasi ukuran ayakan.	- Bahan baku yang digunakan pada penelitian sebelumnya menggunakan limbah sekam padi.
	Lathifa Azrielky Afaaturrizkyta, Rori 2022. Komposisi	Penelitian ini menggunakan limbah kayu karet dan jenis kayu lain.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air tertinggi yaitu dengan bahan baku tanpa campuran kayu lain sebesar 5,76% dan yang terendah sebesar 4,66% serta	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen	- Bahan baku yang digunakan pada peneliti sebelumnya adalah limbah kayu karet dan campuran jenis kayu.



No	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Biopellet Sebagai Energi Baru Terbarukan dari Limbah Kayu Karet.		memperoleh rata-rata laju pembakaran sebesar 0,485 g/menit.		- Peneliti sebelumnya tidak melakukan pengujian terhadap kadar abu, kadar volatil, dan nilai kalor.
8	Sofia Mustamu, Gysberth Pattiruhu, 2018. Pembuatan Biopellet dari Kayu Putih dengan Penambahan Gondorukeum sebagai Bahan Bakar Alternatif	Penelitian ini menggunakan perbandingan dari kayu putih dan gondorukeum dengan variasi 95%:5%, 10%:80%, 20%:70%, 30%:60%, 40%:50% dan 50%:50%.	Hasil penelitian ini menunjukkan biopellet memenuhi SNI 8021:2014 dengan nilai kadar abu sebesar 2,42%, kadar air sebesar 5,89%, nilai zat terbang 73,99%, nilai zat terbang 18,96% dan nilai kalor 5152 kkal/kg.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen	- Bahan baku yang digunakan pada peneliti sebelumnya adalah kayu putih. - Bahan perekat yang digunakan oleh peneliti sebelumnya adalah gondorukeum.
9	Fiba Granza Al, Soni Sisbudi Harsono, 2021. Analisis Pemberian Variasi Konsentrasi terhadap Biopellet Molases Kualitas Arang lapa	Penelitian menggunakan variasi yaitu tempurung kelapa dan molasis dengan komposisi 10%, 15%, 20%, dan 25% molases sebagai perekat.	Hasil penelitian menunjukkan biopellet dengan kadar air terendah terdapat pada komposisi 10% sebesar 1,03%, kadar abu terkecil dengan dosis 25% sebesar 6,74%, kadar volatil terkecil pada dosis 10% sebesar 76,01% dan kadar karbon terikat terkecil pada dosis 10% sebesar 12,58%.	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan metode eksperimen	- Bahan baku yang digunakan oleh peneliti sebelumnya adalah arang tempurung kelapa. - Bahan perekat yang digunakan oleh peneliti sebelumnya adalah molases.
	Wahyu Norman 2022.	Penelitian ini menggunakan limbah eceng gondok pada bagian batangnya dengan	Hasil penelitian menunjukkan pada biopellet untuk kadar air sebesar 7,64\$, kadar abu 12,85%,	Metode yang digunakan adalah sama-sama menggunakan	- Bahan baku yang digunakan peneliti sebelumnya adalah eceng gondok.

