

**EVALUASI PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG DAN
CANGKANG KOPI MENJADI BIOBRIKET SEBAGAI ALTERNATIF
ENERGI RAMAH LINGKUNGAN**



**JIHAN NABILA NUR
D131201056**



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

**Evaluasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi
Menjadi Biobriket Sebagai Alternatif Energi Ramah Lingkungan**

**JIHAN NABILA NUR
D131201056**



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

**Evaluasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi
Menjadi Biobriket Sebagai Alternatif Energi Ramah Lingkungan**

JIHAN NABILA NUR

D131201056

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**EVALUASI PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG DAN CANGKANG KOPI MENJADI BIOBRIKET SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI RAMAH LINGKUNGAN (STUDI KASUS DI DESA BISSOLORO)**

JIHAN NABILA NUR
D131201056

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 22 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



Dr.Eng. Ir. Ibrahim Djamaluddin, S.T., M.Eng.
NIP. 197506232015042001

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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 **“Evaluasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Menjadi Biobriket Sebagai Alternatif Energi Ramah Lingkungan”** adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Eng. Ir. Ibrahim Djamaluddin, S.T., M.Eng.). 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, 24 Oktober 2024



Jihan Nabila Nur
NIM D131201056

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Cangkang Kopi Menjadi Biobriket Sebagai Alternatif Energi Ramah Lingkungan” ini dengan tepat waktu. Sholawat dan salam senantiasa turunkan kepada baginda Rasulullah SAW., yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan ke masa yang cerah seperti saat sekarang ini.

Skripsi penulis dapat terlaksana dengan sukses serta dapat terampung atas bimbingan, diskusi, dan arahan dari Bapak Dr.Eng. Ibrahim Djamaluddin, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak/Ibu dosen serta karyawan dan staf Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan banyak pengetahuan kepada penulis selama bangku perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, dengan rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Alm. Ir. H. Muhammad Nur, MSP dan Ir. H. Nurlia HR yang senantiasa mendoakan, mendukung penulis dalam segala hal, dan memberikan cinta kasihnya kepada penulis. Berkat bimbingan kalian penulis dapat menyadari pentingnya pendidikan yang menjadi sumber semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada Muhammad Rhevanza Azis yang membersamai penulis dari awal pembuatan judul penulisan Tugas Akhir, teman diskusi, dan partner dalam pengambilan data Tugas Akhir. Terima kasih sudah menjadi tempat bertukar pikiran dan pendengar yang sangat baik.

Teruntuk teman-teman Lingkungan 2020 serta ENTITAS 2021, penulis berterima kasih atas segala cerita dan pengalaman yang kalian berikan kepada penulis selama menjalani dinamika perkuliahan. Serta kepada seluruh pihak yang membersamai penulis menjelang akhir perkuliahan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian.

Penulis,
Jihan Nabila Nur

ABSTRAK

JIHAN NABILA NUR. **Evaluasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Cangkang Kopi Menjadi Biobriket Sebagai Alternatif Energi Ramah Lingkungan** (dibimbing oleh Ibrahim Djamaluddin).

Latar Belakang. Melimpahnya hasil panen jagung di Desa Bissolor menghasilkan limbah pertanian berupa tongkol jagung yang tidak dioptimalkan, begitu pula dengan limbah cangkang kopi. Limbah tongkol jagung yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan dampak buruk pada lingkungan akibat proses pembusukan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik briket, menganalisis komposisi yang efektif untuk memberikan nilai minimum, dan menganalisis perbandingan kualitas briket dengan bahan bakar lainnya. **Metode.** Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental atau *research and development* (R and D) yakni yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifan produk yang dihasilkan. **Hasil.** Proses penelitian meliputi pembuatan briket dengan bahan perekat dari tepung kanji, serta campuran tongkol jagung : cangkang kopi = 75% : 25%. Karakteristik pada briket yang peneliti uji telah memenuhi SNI 01-6235-2000, dengan hasil uji kadar air pada ukuran partikel 30 *mesh* yaitu 1,38% dan 50 *mesh* yaitu 0,45%, nilai kadar abu 50 *mesh* yaitu 3,15% dan 30 *mesh* yaitu 1,60%, nilai kadar *volatile matter* 30 *mesh* yaitu 7,21% dan 50 *mesh* yaitu 5,93%, dan laju pembakaran 50 *mesh* yaitu 0,31 gram/menit dan 30 *mesh* yaitu 0,30 gram/menit. **Kesimpulan.** Biobriket lebih stabil diproduksi secara lokal dari limbah pertanian dan dampak lingkungannya lebih rendah, sehingga menjadikannya alternatif ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar lainnya. Maka dari itu, komposisi dari variasi campuran tongkol jagung dan cangkang kopi dapat dikategorikan sebagai kualitas briket yang bagus.

Kata Kunci: Biobriket; tongkol jagung; cangkang kopi; tepung tapioka; karakteristik biobriket; ukuran partikel; energi alternatif

ABSTRACT

JIHAN NABILA NUR. **Evaluation Of The Use Of Corn Cob And Coffee Back Waste Into Biobriquette As An Environmentally Friendly Energy Alternative** (Supervised Ibrahim Djamaluddin).

Background. The abundant corn harvest in Bissolor Village produces agricultural waste in the form of corn cobs that are not optimized, as well as coffee shell waste. Corn cob waste that is not managed properly can cause negative impacts on the environment due to the rotting process. **Aim.** This research aims to analyze the characteristics of briquettes, analyze the effective composition to provide minimum value, and analyze the comparison of the quality of briquettes with other fuels. **Method.** This research includes experimental research or research and development (R and D), which aims to produce certain products and test the effectiveness of the products produced. **Results.** The research process includes making briquettes with adhesive material from starch, as well as a mixture of corn cobs : coffee shells = 75% : 25%. The characteristics of the briquettes that the researchers tested have met SNI 01-6235-2000, with the results of the water content test on particle sizes of 30 mesh, namely 1.38% and 50 mesh, namely 0.45%, the ash content value of 50 mesh is 3.15% and 30 mesh is 1.60%, the volatile matter content value of 30 mesh is 7.21% and 50 mesh is 5.93%, and the burning rate of 50 mesh is 0.31 gram/minute and 30 mesh is 0.30 gram/minute. **Conclusion.** Biobriquettes are more stable, produced locally from agricultural waste and have a lower environmental impact, making them an environmentally friendly alternative to other fuels. Therefore, the composition of a variety of mixed corn cobs and coffee shells can be categorized as good quality briquettes.

Keywords: Biobriquettes; corn cobs; coffee shells; tapioca flour; biobriquette characteristics; particle size; alternative energy

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Teori.....	4
BAB II METODE PENELITIAN.....	14
2.1 Jenis Penelitian	14
2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
2.3 Kerangka Berpikir Penelitian	15
2.4 Tahap Penelitian.....	16
2.5 Alat dan Bahan.....	17
2.6 Karakteristik Komposisi Biobriket.....	24
2.7 Prosedur Kerja	25
2.8 Uji Coba Kualitas Biobriket.....	47
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	49
3.1 Karakteristik Briket	49
3.2 Pembahasan	49
3.3 Perbandingan Biobriket Dengan Sumber Energi Lainnya	63
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
4.1 Kesimpulan	66
4.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Standarisasi Briket Arang (SNI 01-6235-2000)	6
2. Studi penelitian terdahulu yang relevan	13
3. Alat Pengujian	17
4. Uji Kerapatan (Densitas) pada Briket	33
5. Uji Nilai Kalor	36
6. Uji Nilai Kadar Air	39
7. Uji Nilai Kadar Abu	42
8. Uji Nilai Kadar Zat Mudah Menguap	45
9. Uji Laju Pembakaran	46
10. Hasil Pengujian Kerapatan Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	50
11. Hasil Pengujian Kadar Air Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	52
12. Hasil Pengujian Kadar Abu Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	54
13. Hasil Pengujian Nilai Kalor Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	56
14. Hasil Pengujian Kadar <i>Volatile</i> Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	58
15. Hasil Pengujian Nilai Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>) Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	59
16. Hasil Pengujian Laju Pembakaran Biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	61
17. Hubungan briket dan sumber energi lainnya dengan lamanya waktu pendidihan air dan nilai kalor	63

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Peta Lokasi Pengambilan Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	1
2. Briket	6
3. Tongkol Jagung	7
4. <i>Cangkang Kopi</i>	8
5. Peta Lokasi Penelitian.....	14
6 Diagram Alur Penelitian.....	16
7. <i>Muffle Furnace B-ONE</i>	17
8. 6100 Calorimeter.....	17
9. Desikator <i>Acrylic</i>	17
10. Sekai Oven Listrik	18
11. Timbangan Digital.....	18
12. Timbangan Neraca Analitik	18
13. Kompor Portable Progas	18
14. Termometer Kaca	19
15. Cawan Porselin 35ml	19
16. Spatula Besi	19
17. Pemantik Api (<i>Torch</i>).....	19
18. Wadah Besi	19
19. Cetakan Briket Plastik	19
20. Ayakan 30 dan 50 <i>Mesh</i>	20
21. Lesung Batu	20
22. Meja Bunsen dan Plat Kawat	20
23. Gelas Ukur Volume 100ml.....	20
24. Panci Besi	21
25. Kaleng 1,6 kg	21
26. LabOven Friocell	21
27. Cawan Petri.....	21
28. Gas LPG 3 Kg	22
29. Tungku Arang	22
30. Gelas Ukur	22
31. Limbah Kulit Kopi	23
32. Limbah Tongkol Jagung	23
33. Tepung Tapioka	24
34. Air	24
35. Diagram Alir Prosedur Kerja.....	26
36. Proses Penjemuran Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	27
37. Pembakaran Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Untuk Menjadi Arang	27
38. Hasil Karbonisasi Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi	28
39. Proses Penghalusan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Menggunakan Lesung Batu	28
40. Hasil Arang Setelah Penghalusan Menggunakan Lesung Batu.....	28

41. Proses Pengayakan Menggunakan Ayakan 30 dan 50 <i>Mesh</i>	29
42. Perbandingan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Setelah Penghalusan 30 <i>Mesh</i>	29
43. Perbandingan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Setelah Penghalusan 50 <i>Mesh</i>	29
44. Tepung Tapioka Sebagai Perekat.....	30
45. Air Sebagai Pelarut Tepung Tapioka	30
46. Proses Pemanasan Tepung Tapioka	31
47. Pengadukan Adonan Briket.....	31
48. Proses Pembriketan	31
49. Hasil Cetakan Briket.....	32
50. Diagram Alir Uji Kerapatan	32
51. Menimbang Massa Briket.....	33
52. Diagram Alir Uji Nilai Kalor	34
53. Pemasangan Benang Sepanjang 10 cm.....	35
54. Pemasangan Kawat Menyentuh Sampel Briket.....	35
55. Penginjeksian Gas Oksigen ke dalam Tabung Bom Kalorimeter	35
56. Peletakan Ember ke dalam Bom Kalorimeter	36
57. Data Suhu dan Nilai Kalor Sampel Briket.....	36
58. Diagram Alir Uji Kadar Air.....	37
59. Pengovenan Cawan Porselen.....	38
60. Penimbangan Massa Cawan Porselen Kosong.....	38
61. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Dioven	38
62. Proses Pengovenan Sampel Briket.....	39
63. Proses Pendinginan Sampel Briket di Dalam Desikator	39
64. Penimbangan Sampel Briket Setelah Dioven	39
65. Diagram Alir Uji Kadar Abu.....	40
66. Penimbangan Massa Cawan Porselen Kosong.....	41
67. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Masuk ke <i>Furnace</i>	41
68. Cawan Porselen Berisi Sampel dimasukkan ke <i>Furnace</i>	41
69. Proses Pendinginan Sampel Briket di Dalam Desikator	42
70. Penimbangan Sampel Briket Setelah di <i>Furnace</i>	42
71. Diagram Alir Uji Zat Mudah Menguap (<i>Volatile Matter</i>)	43
72. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Masuk ke <i>Furnace</i>	44
73. Pengaturan Suhu <i>Furnace</i> untuk Uji Zat mudah menguap	44
74. Residu dari Pengujian Zat Mudah Menguap	44
75. Diagram Alir Uji Laju Pembakaran	45
76. Penimbangan Massa Sampel Briket Sebelum Pembakaran.....	46
77. Proses Pembakaran Briket dengan <i>Torch</i>	46
78. Hasil Pembakaran Briket Menjadi Abu.....	46
79. Memasukkan Briket ke Dalam Tungku Pembakaran	47
80. Takaran Air Dalam Panci	47
81. Proses Perbandingan Masak Air dengan Arang Kayu	48
82. Proses Perbandingan Masak Air dengan Biobriket.....	48
83. Nilai Pengujian Kerapatan.....	50
84. Nilai Rata-Rata Kerapatan	50

85. Nilai Pengujian Kadar Air.....	52
86. Nilai Rata-Rata Uji Kadar Air.....	52
87. Nilai Pengujian Kadar Abu.....	54
88. Nilai Rata-Rata Uji Kadar Abu.....	54
89. Nilai Pengujian Pada Nilai Kalor.....	56
90. Nilai Rata-Rata Pengujian Nilai Kalor.....	56
91. Nilai Pengujian Kadar <i>Voletile</i>	58
92. Nilai Rata-Rata Uji Kadar <i>Volatile</i>	58
93. Nilai Pengujian Pada Nilai Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>).....	60
94. Nilai Rata-Rata Uji Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>).....	60
95. Nilai Pengujian Laju Pembakaran.....	62
96. Nilai Rata-Rata Uji Laju Pembakaran.....	62
97. Waktu Didih Air Dengan Sumber Energi Lainnya.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Dokumentasi Observasi Di Desa Bissoloro, Kecamatan Bungaya	72
2. Dokumentasi Pengambilan Limbah Bahan Biobriket	73
3. Dokumentasi Proses Pembuatan Biobriket.....	74
4. Dokumentasi Persuratan Penelitian	78
5. Grafik Perhitungan	81

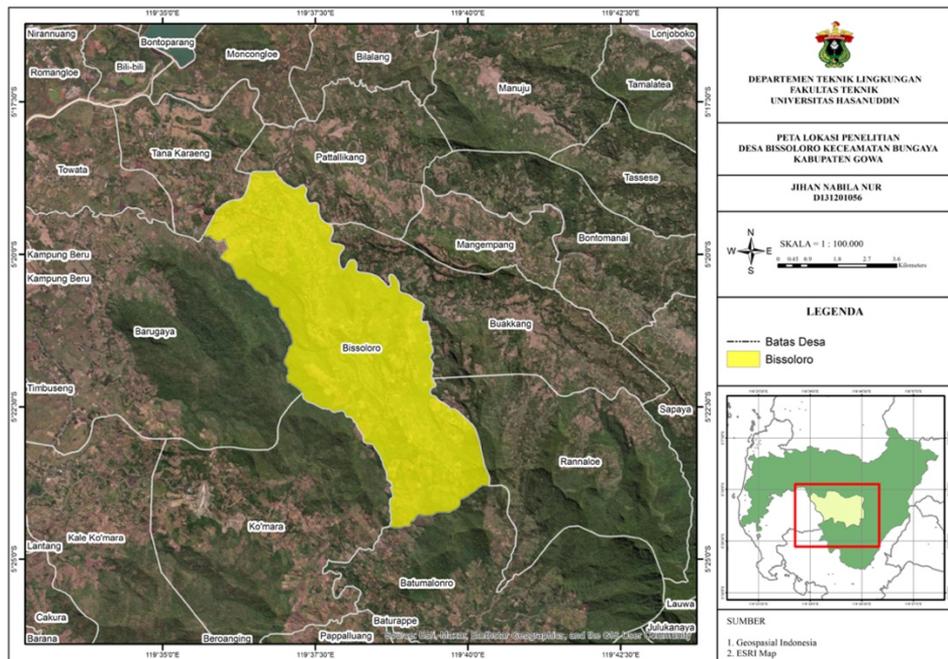
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia Kabupaten Gowa, yang terletak di Sulawesi Selatan, sebagian besar wilayahnya adalah area pertanian yang meliputi padi, jagung, bawang merah, dan kopi. Terkhusus di Desa Bissoloro, yang terletak di Kecamatan Bungaya, Kabupaten Gowa, memiliki lahan pertanian dan perkebunan yang sangat luas dan mendukung aktivitas pertanian masyarakat setempat, dengan luas lahan pertanian keseluruhan adalah sekitar 2000 hektar, untuk luas lahan jagung sekitar 1200 hektar dan luas lahan kopi berkisar 5 hektar (Profil Desa Bissoloro, 2021).

Menurut dari dokumen Profil Desa Bissoloro (2021), Desa Bissoloro memiliki salah satu penghasil jagung terbesar di Gowa dengan produksi sebanyak 11.000 ton per tahun. Oleh karena itu, masyarakat desa lebih dominan bertani jagung dibandingkan jenis pertanian lainnya, dengan musim panen dua kali dalam setahun, biasanya pada bulan Agustus dan Desember. Desa Bissoloro memiliki luas wilayah sekitar 2539,32 hektar (27,2 km²) yang terdiri dari 20% pemukiman dan 80% daratan yang digunakan untuk lahan pertanian, perkebunan, dan perhutanan.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi

Dengan melimpahnya hasil panen jagung di Desa Bissoloro, tentu limbah pertanian berupa tongkol jagung yang dihasilkan juga semakin banyak. Limbah pertanian di Desa Bissoloro tidak didaur ulang dengan baik dan dibuang begitu

saja. Limbah tongkol jagung yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan dampak buruk pada lingkungan akibat proses pembusukan. Untuk mengurangi dan mencegah dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan, perlu dilakukan pengelolaan limbah (Wijayanti, dkk., 2021). Tongkol jagung memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi, yakni 33% sehingga memenuhi syarat untuk dijadikan briket (Achmad, dkk., 2023).

Menurut dari dokumen Profil Desa Bissoloro (2021), di Desa Bissoloro kopi termasuk tanaman yang menghasilkan limbah hasil sampingan pengolahan yang ada di Desa Bissoloro yakni berkisar antara 20% – 50% dari hasil panen berupa kopi. Bila hasil panen sebanyak 1000 kg kopi berkulit, maka yang menjadi biji kopi sekitar 400 - 500 kg dan sisanya adalah hasil sampingan berupa kulit kopi. Limbah kulit kopi ini kebanyakan masih dibuang dan belum dioptimalkan oleh petani, padahal limbah ini masih memiliki daya guna. Alasan penggunaan cangkang kopi dan tongkol jagung karena berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan pada Nur Laila Khoirunnisa (2023) dan Hasfiana Hondong (2016) bahwa kedua limbah biomassa tersebut layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan briket arang.

Energi biomassa telah ada sejak lama sebelum orang berbicara tentang energi terbarukan atau sumber energi alternatif. Biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki sifat dapat diperbaharui dan relatif tidak mengandung sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara (Affandi, dkk., 2018). Briket merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti gas LPG yang dapat dibuat dari residu atau bahan yang tidak terpakai (Irmawati, 2019). Menurut dari jurnal Godfrey Boyle (2012), untuk mengetahui kualitas biobriket dengan membandingkan kualitas briket dengan gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) melibatkan beberapa aspek, seperti efisiensi panas, kestabilan pasokan, biaya, dan dampak lingkungan. Briket memiliki keunggulan sebagai sumber energi alternatif yang lebih stabil, terjangkau, dan ramah lingkungan dibandingkan dengan gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), terutama di daerah terpencil dan bagi masyarakat yang mengandalkan limbah pertanian. Namun, untuk masakan yang membutuhkan suhu tinggi dan waktu masak singkat, gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) tetap menjadi pilihan yang lebih baik. Secara keseluruhan, hasil penelitian Yebo Li dan Samir Kumar Khanal (2017), menunjukkan bahwa biobriket dapat menjadi alternatif yang efisien dan berkelanjutan untuk bahan bakar fosil, terutama di daerah pedesaan dan terpencil di mana pasokan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) mungkin tidak stabil atau mahal.

Biobriket adalah bahan bakar yang berwujud padat, mudah terbakar dan *biodegradable*. Briket terbentuk dari teknik pengepresan tertentu dengan menggunakan bahan perekat yang biasa digunakan adalah tepung tapioka karena mudah didapatkan dan tidak berbahaya (Indrawijaya, 2019). Hasil menunjukkan bahwa briket yang dibuat dengan perekat tepung tapioka memenuhi syarat mutu SNI 01-6235-2000. Mutu briket yang baik adalah briket yang memenuhi standar mutu agar dapat digunakan sesuai keperluannya. Sifat-sifat penting dari briket yang mempengaruhi kualitas bahan bakar adalah sifat fisik dan kimia seperti kadar air,

kadar abu dan kadar zat yang menguap diharapkan serendah mungkin sedangkan nilai kalor diharapkan setinggi mungkin. Karena semakin tinggi nilai kalor briket arang, semakin tinggi pula kualitas briket yang dihasilkan (Sitti Rahmah Arake, 2017).

Beberapa peneliti juga telah melakukan penelitian, bahwa tongkol jagung dan cangkang kopi dapat menghasilkan briket yang berkualitas. Limbah biomassa, ketika diubah menjadi briket, memiliki nilai kalor yang relatif tinggi (Pratiwi dan Mukhaimin, 2021). Kulit kopi mengandung nilai kalor tinggi, kadar air rendah, dan kadar sulfur rendah (Budiawan, dkk., 2014). Penelitian menunjukkan briket kopi mempunyai sifat pembakaran mirip dengan kayu bakar, menghasilkan panas yang lebih besar, waktu pembakaran yang singkat, dan lebih rendah emisi (Kim, Park dan Hong, 2022) sehingga dapat digunakan sebagai alternatif energi. Berdasarkan penelitian Haryono, dkk. (2020), pembuatan briket dari tongkol jagung berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan berdasarkan parameter nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kadar *volatile matter*. Berdasarkan keempat parameter kualitas tersebut, semua briket tongkol jagung yang dihasilkan dari setiap variasi komposisi arang tongkol jagung dan PET telah memenuhi standar kualitas menurut SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu.

Produksi cangkang kopi dan tongkol jagung yang berada di wilayah Desa Bissoloro, Kabupaten Gowa tentunya menghasilkan limbah cangkang kopi dan tongkol jagung yang melimpah. Hal ini menjadi salah satu peluang pengembangan pembuatan briket arang dari limbah biomassa kedua bahan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pembuatan briket arang berbahan dasar limbah biomassa campuran cangkang kopi dan tongkol jagung. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas briket biomassa campuran cangkang kopi dan tongkol jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik minimum kerapatan, nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan laju pembakaran yang ditimbulkan pada tongkol jagung dan cangkang kopi?
2. Bagaimana komposisi yang efektif untuk memberikan nilai minimum dari karakteristik briket?
3. Bagaimana perbandingan kualitas briket tersebut dengan bahan bakar lainnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut

1. Menganalisis karakteristik minimum kerapatan, nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan laju pembakaran yang ditimbulkan pada tongkol jagung dan cangkang kopi.
2. Menganalisis komposisi yang efektif untuk memberikan nilai minimum dari

karakteristik briket.

3. Menganalisis perbandingan kualitas briket tersebut dengan bahan bakar lainnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut

1. Bagi Akademik

Penelitian ini membahas mengenai pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan terhadap pembuatan biobriket dari limbah tongkol jagung dan cangkang kopi sebagai salah satu penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir, sehingga dengan melakukan penelitian ini diharapkan penulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahaminya.

2. Bagi Program Studi Teknik Lingkungan

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan teknologi yang ramah lingkungan khususnya lebih memperhatikan tentang pembuatan biobriket dari limbah tongkol jagung dan cangkang kopi.

3. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini menjadi dasar bagi masyarakat untuk membantu memanfaatkan limbah pertanian seperti tongkol jagung dan cangkang kopi, mengurangi limbah yang tidak terpakai, dan mendukung sumber energi terbarukan, khususnya di daerah yang keterbatasan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ialah sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan limbah pertanian berupa tongkol jagung dan cangkang kopi sebagai bahan baku pembuatan biobriket di Desa Bissoloro.
2. Pembuatan biobriket dengan menggunakan ukuran partikel 30 *mesh* dan 50 *mesh*.
3. Parameter kualitas biobriket yang diuji melibatkan pengukuran kerapatan (massa, diameter, tinggi), nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan laju pembakaran.
4. Membandingkan efisiensi energi dan kinerja pembakaran biobriket dengan bahan bakar fosil atau biomassa lainnya yang umum digunakan.

1.6 Teori

1.6.1 Energi Biomassa

Dalam Energi bersifat abstrak dan sulit dibuktikan, namun dapat dirasakan. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha, dan energi bersifat kekal. Energi dapat berubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi lainnya (Hondong, 2016). Perubahan bentuk energi disebut konversi energi. Energi memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Permintaan energi terus meningkat dari

tahun ke tahun, dan konsumsi bahan bakar juga meningkat. Seiring berjalannya waktu, ketersediaan bahan bakar fosil dapat berkurang sehingga menyebabkan kenaikan harga bahan bakar tersebut. Keperluan Indonesia atas energi selalu meningkat dengan bertambahnya waktu, meningkatnya angka kelahiran penduduk, dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Tingkat konsumsi energi di Indonesia meningkat pada tahun 2015-2019. Hal tersebut menyebabkan Indonesia tidak hanya mengandalkan sumber energi tidak terbarukan, seperti energi fosil karena memiliki kuantitas terbatas dan memiliki titik habis (Yudha, dkk., 2024).

Untuk keperluan energi rumah tangga, pada masa-masa tertentu masyarakat sangat sulit mendapatkan LPG karena adanya peningkatan permintaan sementara suplai tetap. Minyak tanah sudah jarang ditemukan, dan kalau ada harganya juga sangat mahal. Oleh karena itulah pentingnya pemanfaatan energi alternatif yang sumbernya melimpah, mudah dijangkau dan gampang membuatnya digalakkan. Generasi muda perlu dibekali pengetahuan tentang sumber-sumber energi alternatif yang bisa mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil, diantaranya energi biomassa, biogas dan energi matahari (Padang, dkk., 2020).

Energi biomassa pada dasarnya energi matahari yang ditangkap oleh tanaman melalui proses fotosintesis dan disimpan secara kimiawi dalam sel-sel tanaman. Jadi biomassa adalah bahan yang berasal dari tanaman. Contohnya kayu, batok kelapa, sabut kelapa, kulit kemiri, kulit sawit, sekam padi dan bahkan serbuk gergaji. Biomassa dapat digunakan secara langsung dengan cara dibakar ataupun terlebih dulu diubah menjadi briket (Padang, dkk., 2020).

1.6.2 Briket

Penggunaan biomassa yang sedang menjadi perbincangan saat ini adalah pembuatan biobriket. Biobriket merupakan wujud dari penggunaan biomassa berbentuk padatan. Keunggulan penggunaan briket daripada arang adalah karena briket lebih praktis dan asapnya lebih sedikit. Sekarang ini, sudah banyak penelitian tentang biobriket. Hal ini menunjukkan, penggunaan biobriket saat ini sangat efektif di kalangan masyarakat (Nanda, dkk., 2018).

Briket merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari sisa-sisa pengolahan bahan organik. Kelebihan penggunaan briket arang adalah ekonomis, alat pembuatan briket sederhana, bahan bakunya merupakan limbah pertanian yang ramah lingkungan sehingga mudah diperoleh, tidak berbau, dan masa penyimpanan lebih lama dibandingkan briket arang. Sedangkan kekurangan briket arang adalah sulit dibakar langsung dengan korek api sehingga harus ditaburi minyak tanah terlebih dahulu agar dapat menyala dan menghasilkan bara api (Irawati, 2022).

Bahan bakar briket dapat dimanfaatkan dengan teknologi yang sederhana dan panas (nyala api) yang dihasilkan pun cukup besar, cukup lama dan aman. Bahan bakar ini cocok digunakan oleh para pedagang dan pengusaha yang memerlukan pembakaran yang terus-menerus dalam jangka waktu yang cukup lama. Selain itu, bahan bakar briket ini juga sangat cocok digunakan pada wilayah pedesaan karena

tidak menimbulkan asap yang berlebihan sehingga tidak mengganggu kesehatan. Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain: bantal (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain. Adapun keuntungan dari bentuk briket adalah sebagai berikut:

- Ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- Porositas dapat diatur untuk memudahkan pembakaran.
- Mudah dipakai sebagai bahan bakar (Hondong, 2016).



Gambar 2. Briket

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Adapun Badan standarisasi nasional (2000) briket bioarang yang memenuhi standar sebagai bahan bakar, dilihat dari kadar air, kadar *volatile matter*, kadar abu dan nilai kalor. Kualitas standar briket arang dengan bahan kayu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Standarisasi Briket Arang (SNI 01-6235-2000)

No.	Standarisasi	Nilai	Satuan
1.	Nilai Kalor	Minimal 5000	Kal/g
2.	Kadar Air	Maksimal 8	%
3.	Kadar Volatile Matter	Maksimal 15	%
4.	Kadar Abu	Maksimal 8	%
5.	Kerapatan	Minimal 0,4407	gr/cm ³

Sumber: Hondong, 2016

1.6.3 Limbah Tongkol Jagung

Limbah pertanian seperti sekam padi, ampas tebu, kulit singkong, tongkol jagung, dan batok kelapa adalah biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan

briket. Limbah tongkol jagung merupakan salah satu limbah bagian tanaman yang belum banyak dimanfaatkan (Zulkarnaini, dkk., 2023).

Selama ini masyarakat hanya memanfaatkan bulir jagungnya saja sebagai bahan pangan sementara jagung memiliki bagian lain tidak termanfaatkan secara optimal dan terbuang begitu saja sebagai limbah. Salah satu limbah yang dihasilkan dari jagung pasca panen adalah limbah bonggol jagung. Limbah bonggol jagung biasanya digunakan sebagai pakan ternak atau bahkan hanya dibakar sebagai bahan bakar saat memasak bersama dengan kayu bakar, karena cara yang paling mudah dan bisa dilakukan untuk menangani limbah tersebut adalah dengan membakarnya (Tarigan, dkk., 2019).

Tongkol jagung mengandung serat kasar yang cukup tinggi yakni 33%, kandungan selulosa sekitar 44,9% dan kandungan lignin sekitar 33,3% yang memungkinkan tongkol jagung dijadikan bahan baku briket arang. Tongkol jagung mengandung energi 3.500-4.500 kkal/gr, dan pembakarannya dapat mencapai suhu tinggi yaitu 205°C (Budi Nining, 2016: 17).



Gambar 3. Tongkol Jagung
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

1.6.4 Limbah Cangkang Kopi

Kopi merupakan hasil perkebunan dengan nilai ekonomi yang tinggi, pada Tahun 2020 diperkirakan produksi kopi di Indonesia mencapai 753.941 ton (BPS, 2020). Jenis kopi yang ditanam di Indonesia antara lain kopi Arabika, kopi Robusta, kopi Liberika, dan kopi Excelsa. Kopi arabika dan kopi Robusta merupakan dua jenis kopi yang banyak ditanam di Indonesia. Kopi Arabika adalah yang paling umum dan banyak diminati, terhitung 70% dari semua kopi yang dikonsumsi diseluruh dunia berasal dari varietas arabika dan 26% dari varietas robusta (Irawati, 2022).

Kulit kopi merupakan limbah pertanian yang kini pemanfaatannya belum optimal dikarenakan keberadaannya hanya dianggap sebagai limbah yang dibuang atau hanya sekedar dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman dan pakan ternak saja. Pada umumnya proses pengolahan kopi menghasilkan 35% kulit kopi dan 65% biji kopi (Mukarromah, dkk., 2024).

Mengacu pada penelitian yang dilakukan Zulhamdani dan Suryaningsih (2021), penambahan kulit kopi (cangkang kopi) pada pembuatan briket dapat menaikkan

nilai kerapatan briket. Sudarsono dan Warmadewanthi (2010) juga menyatakan bahwa limbah kulit kopi dengan kondisi kering dapat meningkatkan nilai kalor sehingga akan menghasilkan briket dengan kualitas yang baik.



Gambar 4. Cangkang Kopi
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

1.6.5 Perekat Briket

Perekat diperlukan dalam pembuatan briket bioarang. Hal ini karena sifat alami bubuk arang yang cenderung saling memisah. Dengan bantuan bahan perekat atau lem, butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Pemilihan jenis perekat sangat berpengaruh terhadap kualitas bioarang. Hal ini disebabkan perekat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakaran (Hondong, 2016).

Karakteristik bahan perekat briket yang baik yaitu bersifat menyerap air yang tinggi, mudah terbakar, tidak berasap, tidak berbau, dan tidak beracun. Jenis perekat yang biasanya digunakan untuk membuat briket antara lain sebagai berikut (Sinurat, 2011):

Perekat anorganik. Perekat anorganik merupakan perekat yang mampu mempertahankan daya tahan briket selama proses pembakaran sehingga briket menjadi tahan lama. Kelemahan dari perekat anorganik adalah biayanya yang relatif tinggi. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung dan natrium silikat.

Perekat organik. Perekat organik adalah perekat yang menghasilkan abu relatif sedikit setelah pembakaran briket. Macam macam perekat yang dapat digunakan untuk membuat briket antara lain (Irawati, 2022):

1. Perekat aci: perekat yang terbuat dari tepung tapioka. Pembuatan briket menggunakan perekat ini mudah dan murah sehingga perekat ini sering digunakan untuk membuat briket.

2. Perekat tanah liat: Penggunaan tanah liat sebagai perekat briket yang dihasilkan kurang menarik, lama dalam pengeringan, dan sulit menyala saat dibakar.
3. Perekat getah karet: Perekat ini lebih mahal, menghasilkan asap hitam yang lebih pekat dan berbau saat dibakar, tetapi daya rekatnya lebih baik.
4. Perekat getah pinus: Perekat ini hampir memiliki daya rekat yang kuat jika terjatuh serta lebih mudah menyala saat dibakar, akan tetapi perekat ini menghasilkan banyak asap dan memiliki bau yang kuat.

1.6.6 Sieve Shaker

Sieve shaker adalah sebuah ayakan yang terbuat dari kawat, silk, atau plastik, benang, logam, pelat logam berlubang. Logam yang biasa digunakan adalah baja dan baja tahan karat. Ukuran ayakan dinyatakan dengan *mesh* yaitu banyaknya lubang bukan ayakan dalam setiap in persegi, misalnya disebut ayakan 30 *mesh*, berarti terdapat 30 lubang 1 in persegi. Kisaran ukuran *mesh* standart adalah mulai dari 3 *mesh* – 400 *mesh*. *Sieve shaker* umumnya memiliki nilai *mesh* 100 sampai 200. Saringan bertingkat dengan nilai *mesh* sama akan memperbaiki kualitas dan keseragaman hasil, sedangkan saringan bertingkat dengan nilai *mesh* berbeda akan menghasilkan beberapa produk dengan keseragaman berbeda (Hadiyan, 2019).

1.6.7 Kerapatan (*Density*)

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa dengan volume briket, besar kecilnya kerapatan yang dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan penyusun briket tersebut. Ukuran partikel yang lebih kecil dapat memperluas bidang ikatan antar serbuk, sehingga dapat meningkatkan kerapatan briket (Santosa, dkk , 2010: 20). Kerapatan briket dapat ditentukan dengan perhitungan rumus penetapan kerapatan (ASTM D 5142- 02) *American Standard Testing and Material* sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk menghitung besar volume dalam jari-jari dari briket ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$v = \pi r^2 h \quad : \quad r = \frac{1}{2} \cdot D \quad (2.2)$$

Dimana:

r = jari-jari briket (cm)

h = tinggi briket (cm)

v = volume silinder (cm³)

ρ = kerapatan (gram/cm³)

m = massa sampel (gram)

D = diameter briket (cm)

1.6.8 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan bakar padat. Semakin tinggi kadar air pada bahan bakar padat, semakin rendah nilai kalornya, dan sebaliknya. Untuk menghitung kadar air pada briket, air dalam briket diuapkan hingga kadar airnya mencapai keseimbangan dengan udara di sekitarnya (Munas Martynis, Dkk, 2012: 35). Perubahan massa kemudian digunakan untuk menentukan persentase kadar air dalam sampel (Sunardi, Djudana dan Mandra, 2019). Kadar air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{M_{bb} - M_{bk}}{M_{bb}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana:

M_{bb} = Massa briket basah (gram)

M_{bk} = Massa briket kering (gram)

1.6.9 Kadar Abu

Semua jenis briket mengandung zat anorganik yang jumlahnya dapat ditentukan berdasarkan berat residu yang tersisa setelah pembakaran sempurna. Residu ini dikenal sebagai abu. Abu pada briket berasal dari pasir dan berbagai mineral lainnya. Kandungan abu yang tinggi pada briket tidak diinginkan karena dapat membentuk kerak. Abu, atau bahan mineral, adalah komponen yang tidak dapat terbakar dan merupakan sisa yang tertinggal setelah material dipanaskan hingga mencapai berat konstan (Erikson Sinurat, 2011: 19). Kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{M_a - M_c}{M_{sa}} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dimana:

M_a = Massa cawan + abu (gr)

M_c = Massa cawan (gr)

M_{sa} = Massa sebelum abu / massa sampel awal + massa cawan (gr)

1.6.10 Kalorimeter

Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kalor jenis dengan menempatkannya dalam bejana tembaga yang lebih besar. Dimana, bejana kecil (dinding dalam) dan bejana besar (dinding luar) terdapat pembatas berupa bahan yang bersifat tidak dapat menghantarkan kalor. Alat ini dilengkapi dengan tutup yang memiliki dua lubang untuk memasukkan termometer dan pengaduk. Pengukuran kalor jenis dengan kalorimeter didasarkan pada asas *Black*, yang menyatakan bahwa kalor yang diterima sama dengan kalor yang diberikan oleh zat yang kalor jenisnya sedang dicari. Jika dua benda dengan suhu berbeda bersentuhan, mereka akan mencapai kesetimbangan termodinamika (Saras Dian Pramudita, 2012: 4).

1.6.11 Nilai Kalor

Kalor diartikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum, mendeteksi panas suatu benda melibatkan pengukuran suhunya. Jika suhunya tinggi, benda tersebut memiliki jumlah kalor yang besar, sebaliknya jika suhunya rendah, maka kalor yang terkandung dalam benda tersebut rendah.

Nilai kalor merupakan jumlah panas baik yang diserap maupun yang dilepaskan oleh suatu benda. Pengujiannya menggunakan *bomb calorimeter* untuk mengetahui besarnya energi bruto yang terdapat dalam briket (Setyawan dan Ulfa, 2019). Dimana, suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda yang mana nilai kalor juga berpengaruh terhadap laju pembakaran.

Nilai kalor juga merupakan komponen terpenting dalam menentukan kualitas briket dimana jika nilai kalor suatu briket rendah dan tidak memenuhi standar SNI maka dapat dikatakan briket tidak layak untuk digunakan sebagai energi alternatif (Sukowati, dkk., 2019). Untuk mengetahui nilai kalor dapat dihitung menggunakan Bom Kalorimeter berdasarkan ASTM D 240 memakai rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{(EE \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{fluse})}{m} \quad (2.5)$$

Dimana:

M	= Massa bahan (g)
Acid	= Sisa abu 10 (kal/g)
Fulse	= Panjang benang yang terbakar = 10 cm = 50 (kal/g)
ΔT	= Selisih suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Energi equivalen	= 2400,66 (kal/g)

1.6.12 Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Kadar *volatile matter* yang hilang pada suhu 950°C adalah kadar yang dapat menguap akibat penguraian senyawa-senyawa yang tersisa di dalam briket selain air kadar air, abu, dan karbon. Kadar *volatile matter* (zat mudah menguap) dapat digunakan sebagai parameter untuk mengukur jumlah asap yang dihasilkan selama pembakaran. Semakin tinggi kandungan volatil suatu bahan bakar maka semakin besar pula jumlah asap yang dihasilkan. Asap yang dihasilkan dapat berupa karbon dan partikel abu (D. Hendra, 2012; Nur Afriana, dkk., 2022).

Kadar zat yang mudah menguap sebanding dengan jumlah asap yang dihasilkan. Kadar *volatile matter* yang tinggi akan mempengaruhi waktu penyalaan briket menjadi lebih cepat karena briket sangat mudah terbakar dan menyala (Nur Laila, 2023). Perhitungan kadar *volatile matter* dapat diperoleh dengan standar ASTM D-3175-02 dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Kadar } \textit{volatile matter} (\%) = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2.6)$$

Dimana :

a = Massa briket yang digunakan (gram)

b = Massa briket setelah dipanaskan (gram)

1.6.13 Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) adalah fraksi karbon (C) yang terikat pada briket, tidak termasuk air, abu, dan zat mudah menguap. Dalam SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu, tidak disebutkan secara spesifik mengenai kriteria standar kadar karbon terikat. Parameter karbon terikat akan mengacu pada ketentuan dalam SNI 1683:2021 Arang Kayu yang memiliki nilai sebesar > 79%. Kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor briket, semakin tinggi kadar karbon maka nilai kalor briket akan tinggi (Artati, Sarwono dan Noriyanti, 2013; Nur Laila, 2023). Perhitungan karbon terikat (*fixed carbon*) dapat diperoleh dengan standar ASTM D-3172-89 berikut ini:

$$\text{Fixed Carbon} = 100 - (\%MC + \%AC + \%VM) \quad (2.7)$$

Dimana:

MC = *Moisture Content* (Kadar Air)

AC = *Ash Content* (Kadar Abu)

VM = *Volatile Matter* (Zat Mudah Menguap)

1.6.14 Laju Pembakaran

Analisis laju pembakaran bertujuan untuk mengetahui kelayakan biobriket sebagai bahan bakar alternatif. Berdasarkan penelitian Ritzada, Yulianti dan Gunadnya (2021), komposisi bahan baku dan bentuk briket mempengaruhi laju pembakaran. Laju pembakaran merupakan kehilangan berat per satuan menit selama pembakaran. Semakin tinggi laju pembakaran maka briket akan semakin cepat terbakar (Idrus, 2013; La Ode Rusman, dkk., 2023). Nilai laju pembakaran yang rendah menunjukkan bahwa kualitas briket semakin baik karena pembakaran briket akan awet dan tahan lama (Zulhamdani dan Suryaningsih, 2021).

Adapun pengujian laju pembakaran bertujuan untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Rumus menghitung laju pembakaran briket dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa Briket}}{\text{Waktu Pembakaran}} \quad (2.8)$$

1.6.15 Studi penelitian terdahulu yang relevan

Tabel 2. Studi penelitian terdahulu yang relevan

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Siti Amalia Gobel, Fathiin K Rahmawati, Rustam Anwar, dan Farid SM, 2024	Uji Karakteristik Biobriket Berbahan Baku Tongkol Jagung dan Cangkang Kemiri	Hasil pengujian laboratorium mengenai nilai kadar air pada briket cangkang kemiri dan briket tongkol jagung belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000 dan Nilai kalor pada briket tongkol jagung sebesar 7630cal/gr sehingga dapat memenuhi standar SNI 01-6235-2000.
2	Roy Lamrun Sianturi, Wilson S Nababan, Siwan Edi Amanta Perangin angin, Suriady Sihombing, dan Hendra Ricardo Tampubolon, 2023	Analisis Pengaruh Variasi Campuran Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Sebagai Energi Alternatif	Penambahan arang tempurung kelapa mampu meningkatkan kualitas briket arang tongkol jagung yang dihasilkan. Maka briket arang yang mempunyai kualitas lebih baik dan mendekati standar adalah briket arang dengan kombinasi 0% arang tongkol jagung : 100% arang tempurung kelapa.
3	Bella Laila Rahma, 2020	Pengembangan Briket limbah kulit kopi (<i>Coffea Arabica</i>) dan tongkol jagung (<i>Zea Mays</i>) sebagai bahan bakar alternatif	Salah satu contoh limbah biomassa yaitu kulit kopi dan tongkol jagung yang dikembangkan menjadi arang briket yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif oleh masyarakat. Nilai uji karakterisasi pada penelitian ini semuanya telah sesuai dengan standar yang dilakukan sehingga briket dapat dikembangkan kepada msyarakat luas.
4	Roy Lamrun Sianturi, Wilson S., Siwan Edi Amanta, Suriady Sihombing, dan Hendra Ricardo Tampubolon (2023)	Analisis Pengaruh Variasi Campuran Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Sebagai Energi Alternatif	Penambahan arang tempurung kelapa mampu meningkatkan kualitas briket arang tongkol jagung yang dihasilkan. Maka briket arang yang mempunyai kualitas lebih baik dan mendekati standar adalah briket arang dengan kombinasi 0% arang tongkol jagung : 100% arang tempurung kelapa.

Sumber: Kajian Pustaka, 2024

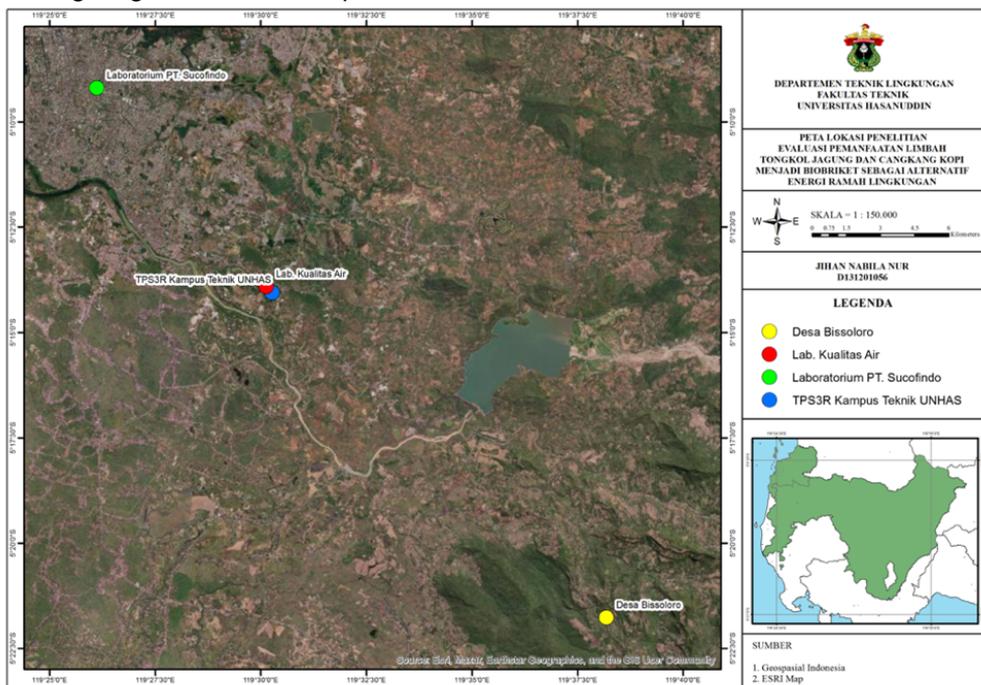
BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah tongkol jagung dan cangkang kopi menjadi biobriket sebagai alternatif energi ini termasuk jenis penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R and D) yakni penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifan produk yang dihasilkan (Sugiyono, 2013). Uji keefektifan produk dilakukan agar produk dapat digunakan oleh masyarakat secara luas, khususnya di daerah Kabupaten Gowa.

2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian pengambilan limbah tongkol jagung dan cangkang kopi ini berlokasi di Desa Bissoloro, Kabupaten Gowa. Adapun pembuatan biobriket tersebut yang berlokasi di TPS 3R Universitas Hasanuddin. Pengujian kadar air, kadar abu, laju pembakaran, dan kerapatan briket di Ruang Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin. Sedangkan untuk pengujian nilai kalor biobriket dilakukan di ruang Laboratorium Sipil PT. Sucofindo. Penelitian berlangsung selama 2 bulan pada Bulan Mei – Juni 2024.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan limbah tongkol jagung dipilih karena di Desa Bissoloro merupakan salah satu desa yang memproduksi jagung dalam jumlah besar di Kabupaten Gowa. Melimpahnya hasil panen jagung di Desa Bissoloro, sehingga limbah tongkol jagung ini tidak didaur ulang dengan baik dan dibuang begitu saja. Begitupun di Kelurahan Bissoloro terdapat kebun kopi yang limbah cangkang kopinya juga tidak didaur ulang dengan baik dan dibuang begitu saja. Karena itu penulis mengangkat topik pemanfaatan limbah tongkol jagung dan cangkang kopi menjadi biobriket, karena merupakan salah satu faktor yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan bernilai jual menjadi briket.

2.3 Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka berpikir disusun untuk mengetahui hubungan yang bersifat asosiatif atau perbandingan yang bersifat komparatif. Berikut ini ialah kerangka berpikir dalam pembuatan biobriket:

2.3.1 Pengumpulan Bahan Baku

Tongkol jagung dan cangkang kopi dikumpulkan dari area pertanian dan perkebunan penghasil kopi. Bahan-bahan ini dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum proses karbonisasi.

2.3.2 Proses Karbonisasi

Bahan baku dikarbonisasi pada suhu tertentu untuk mengubahnya menjadi arang. Proses ini dilakukan dengan cara dibakar menggunakan kompor dengan kontrol suhu yang ketat.

2.3.3 Proses Pencampuran

Arang yang dihasilkan dari tongkol jagung dan cangkang kopi dicampur dengan bahan perekat alami seperti tepung tapioka. Proporsi campuran ditentukan melalui percobaan awal.

2.3.4 Pencetakan Briket

Campuran arang dan perekat kemudian dicetak menggunakan alat pencetak briket. Bentuk dan ukuran briket disesuaikan untuk memudahkan penyimpanan dan pada saat penggunaan.

2.3.5 Pengeringan Briket

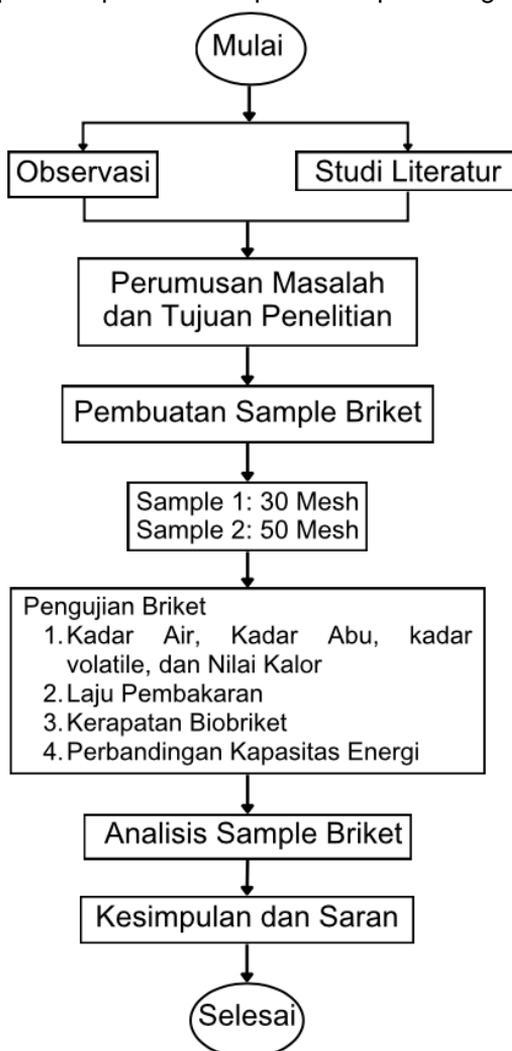
Briket yang telah dicetak dikeringkan di bawah sinar matahari. Proses ini memastikan kadar air dalam briket rendah sehingga meningkatkan kualitas pembakaran.

2.3.6 Pengujian Briket

Briket diuji untuk kerapatannya (massa, diameter, tinggi), nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan laju pembakaran. Maka dari itu diupayakan pengolahan limbah tongkol jagung dan cangkang kopi menjadi biobriket untuk memastikan kualitasnya akan diuji sesuai dengan standar parameter mutu dalam SNI 01-6235-2000: Briket Arang Kayu dan SNI 1683:2021 Arang Kayu.

2.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental atau research and development yang dimana diawali dengan observasi awal di lapangan dan studi literatur, terbagi menjadi 3 tahap utama yaitu persiapan bahan, pembuatan biobriket, dan pengujian sampel biobriket. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 6 Diagram Alur Penelitian

2.5 Alat dan Bahan

Berbagai macam alat dan bahan digunakan untuk mendukung penelitian dalam pembuatan biobriket. Adapun Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai tabel berikut:

2.5.1 Alat

Dalam penelitian biobriket tongkol jagung dan cangkang kopi memerlukan berbagai jenis alat yang digunakan untuk produksi sampel biobriket dan pengujian kualitas. Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 3. Alat Pengujian

No	Alat	Gambar	Kegunaan
1	Furnace	 <p>Gambar 7. Muffle Furnace B-ONE Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024</p>	Melakukan uji proksimat briket yang telah dibuat
2	Bomb Calorimeter	 <p>Gambar 8. 6100 Calorimeter Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024</p>	Mengukur nilai kalor briket yang telah dibuat
3	Desikator	 <p>Gambar 9. Desikator Acrylic Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024</p>	Sebagai tempat untuk mendinginkan sampel

4 Oven mini



Gambar 10. Sekai Oven Listrik
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Mengeringkan atau menurunkan kadar air yang terkandung dalam limbah tongkol jagung dan cangkang kopi

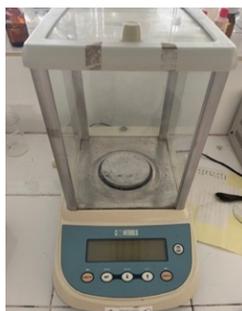
5 Timbangan Mini Digital



Gambar 11. Timbangan Digital
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Sebagai alat untuk mengukur berat briket arang yang akan dicetak

6 Neraca Analitik



Gambar 12. Timbangan Neraca Analitik
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Menimbang arang bahan baku briket sesuai massa yang diinginkan

7 Kompor Portable



Gambar 13. Kompor Portable Progas
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Membakar bahan limbah menjadi arang dan memanaskan larutan tepung tapioka yang akan digunakan sebagai perekat

8	Termometer		Membantu mengukur suhu panas air saat pengujian briket
		Gambar 14. Termometer Kaca Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	
9	Cawan Porselin		Sebagai wadah bahan baku briket saat proses penimbangan dan mewadahi sampel briket saat uji kadar air dan kadar abu
		Gambar 15. Cawan Porselin 35ml Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	
10	Spatula		Membantu pengambilan sampel briket saat proses penimbangan
		Gambar 16. Spatula Besi Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	
11	Pemantik Api (Torch)		Membantu menyulut api untuk pembakaran briket saat pengujian laju pembakaran
		Gambar 17. Pemantik Api (Torch) Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	
12	Wadah		Menampung serbuk arang kulit kopi dan ampas kopi saat pengayakan
		Gambar 18. Wadah Besi Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	
13	Cetakan Briket		Mencetak campuran briket
		Gambar 19. Cetakan Briket Plastik Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024	

14 Ayakan 30 dan 50 Mesh



Mengayak arang tongkol jagung dan kulit kopi yang akan dibuat menjadi briket

Gambar 20. Ayakan 30 dan 50 Mesh

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

15 Lesung Batu



Sebagai tempat untuk menghaluskan arang sebelum diayak

Gambar 21. Lesung Batu

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

16 Meja Bunsen dan Plat Kawat



Meletakkan sampel briket pada saat pengujian laju pembakaran

Gambar 22. Meja Bunsen dan Plat Kawat

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

17 Gelas Ukur 100 ml



Menakar banyaknya air yang digunakan sebagai pelarut tepung tapioka

Gambar 23. Gelas Ukur Volume 100ml

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

18 Panci



Sebagai tempat untuk membuat perekat dan sebagai pengujian kualitas briket

Gambar 24. Panci Besi

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

19 Kaleng



Sebagai wadah pembakaran arang limbah tongkol jagung dan cangkang kopi

Gambar 25. Kaleng 1,6 kg

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

20 Oven
Sterilisator

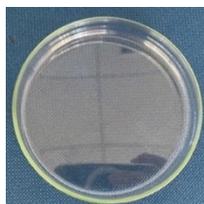


Sebagai alat steril dan mengeringkan cawan porselin untuk pengujian proksimat

Gambar 26. LabOven Friocell

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

21 Cawan Petri



Mewadahi abu briket yang telah dibakar saat pengujian laju pembakaran

Gambar 27. Cawan Petri

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

22 Gas LPG



Menjadi uji coba perbandingan dengan biobriket

Gambar 28. Gas LPG 3 Kg

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

23 Tungku



Sebagai wadah pembakaran biobriket

Gambar 29. Tungku Arang

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

24 Gelas Ukur
1200 ml



Menakar banyaknya air yang digunakan sebagai pengujian memasak air menggunakan biobriket

Gambar 30. Gelas Ukur

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2.5.2 Bahan

Adapun bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan biobriket yaitu:

1. Cangkang kopi

Cangkang kopi didapatkan dari Perkebunan Kopi yang terletak di Desa Bissoloro, Kabupaten Gowa. Perkebunan tersebut merupakan salah satu produsen kopi organik yang lahan kebunnya tidak begitu luas sekitar 5 hektar. Kulit kopi merupakan jenis Kopi Robusta (*Coffea canephora*). Berikut ini pada gambar 30 merupakan kondisi kulit kopi yang digunakan dalam pembuatan biobriket



Gambar 31. Limbah Kulit Kopi
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2. Tongkol jagung

Tongkol jagung yang digunakan dalam pembuatan biobriket didapatkan dari area pertanian jagung yang terletak di Desa Bissoloro, Kabupaten Gowa. Pertanian tersebut merupakan salah satu produsen jagung dengan luas lahannya mencapai 1200 hektar. Limbah tongkol jagung sebagai bahan biobriket menggunakan jagung pakan. Berikut ini pada gambar 31 merupakan kondisi tongkol jagung yang digunakan dalam pembuatan biobriket



Gambar 32. Limbah Tongkol Jagung
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Tepung tapioca

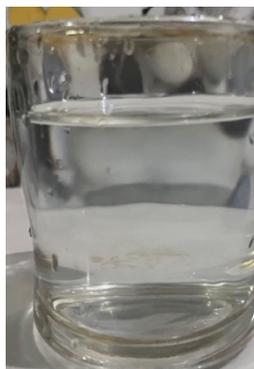
Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan biobriket adalah tepung tapioka sebagai perekat organik.



Gambar 33. Tepung Tapioka
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Air

Bahan terakhir yang digunakan yakni air sebagai pelarut tepung tapioka agar dapat dijadikan sebagai perekat biobriket. Air berasal dari air kran biasa.



Gambar 34. Air
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2.6 Karakteristik Komposisi Biobriket

Untuk membandingkan sifat kimia dan fisika antara bonggol jagung, cangkang kopi, dan tepung tapioka, berikut beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam penelitian tersebut:

2.6.1 Karakteristik Kimia

1. Bonggol Jagung: Bonggol jagung memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi, lignin, hemiselulosa, serta sedikit protein dan lemak. Kandungan selulosa dan lignin yang tinggi membuatnya sering digunakan sebagai bahan baku bioenergi atau biomassa.
2. Cangkang Kopi: Cangkang kopi mengandung lignoselulosa, tannin, asam organik, dan beberapa senyawa fenolik, yang memberikan potensi antioksidan. Karena kandungan senyawa bioaktif ini, cangkang kopi sering

dipertimbangkan sebagai bahan untuk produk pangan fungsional atau farmasi.

3. Tepung Tapioka: Tepung tapioka didominasi oleh kandungan karbohidrat, terutama pati, dengan kadar serat, protein, dan lemak yang sangat rendah. Karbohidrat yang tinggi membuatnya baik untuk industri pangan sebagai pengental atau perekat.

2.6.2 Karakteristik Fisika

1. Bonggol Jagung: Bonggol jagung memiliki struktur yang keras dan berpori dengan kepadatan tinggi. Karena sifat fisiknya yang keras, bonggol jagung umumnya perlu dihancurkan atau diproses lebih lanjut agar mudah diolah.
2. Cangkang Kopi: Cangkang kopi memiliki tekstur keras namun lebih ringan dan lebih rapuh dibanding bonggol jagung. Sifatnya yang lebih ringan dan berpori memungkinkan pemanfaatan dalam bentuk bubuk atau granulat.
3. Tepung Tapioka: Tepung tapioka berupa butiran halus, ringan, dan sangat mudah larut dalam air. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk digunakan dalam industri makanan sebagai bahan pengental atau pengikat dalam makanan.

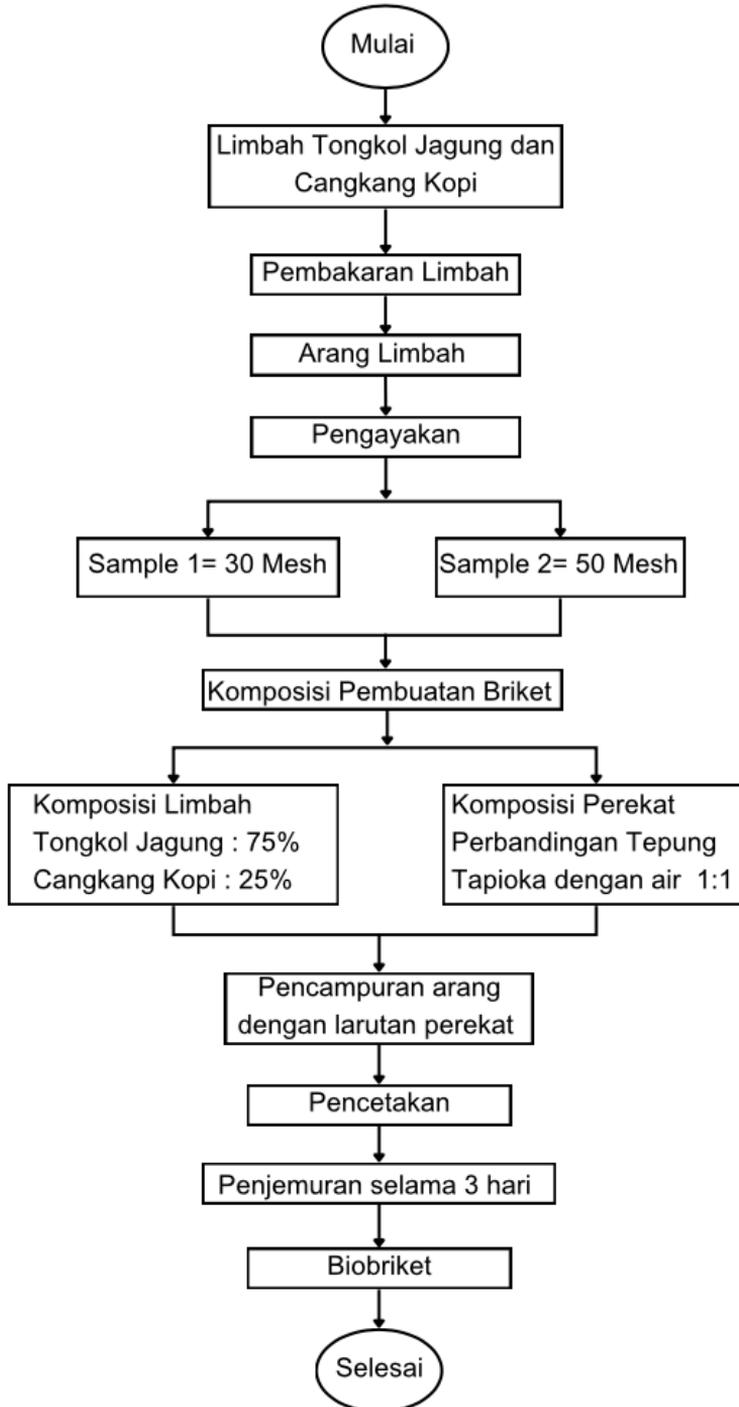
2.6.3 Kandungan Serat dan Sifat Fungsional

1. Bonggol Jagung dan Cangkang Kopi: Keduanya mengandung serat tinggi dan senyawa antioksidan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam produk kesehatan.
2. Tepung Tapioka: Kandungan seratnya rendah, namun pati yang tinggi membuatnya dapat dimodifikasi untuk sifat fungsional tertentu dalam produk makanan dan non-makanan.

2.7 Prosedur Kerja

Komposisi bahan baku biobriket yang digunakan ditentukan secara faktorial berdasarkan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan (*Triplo*). Penentuan komposisi campuran bahan baku pembuatan biobriket didasarkan pada penelitian Hondong, Hasfiana (2016) dan Nisa, Nur Laila (2023).

Biobriket dibuat dengan ukuran diameter 3,8 cm dan tinggi 2,8 cm. Massa pada sampel biobriket berbentuk silinder dengan ukuran diameter 3,8 cm dan tinggi 2,8 cm adalah ± 20 gram. Untuk presentase perekat tepung tapioka yang digunakan sebesar 10% dari total massa biobriket, sehingga tepung tapioka yang dibuat perekat sebanyak 3 gram. Persentase perekat tepung tapioka sebesar 10% mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Kamal (2022).



Gambar 35. Diagram Alir Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

2.7.1 Tahap Pembuatan Briket

1. Pengambilan dan pengumpulan limbah tongkol jagung dan cangkang kopi yang didapatkan di perkebunan kopi yang berlokasi di Desa Bissoloro, Kabupaten Gowa.
2. Membersihkan tongkol jagung dan cangkang kopi dari kotoran kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari untuk mengurangi kadar air. Sebelum masuk ke proses pembuatan biobriket, dilakukan.



Gambar 36. Proses Penjemuran Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Tongkol jagung dan cangkang kopi dimasukkan ke dalam drum bekas yang bersih secara terpisah, dimana drum tersebut telah diberi lubang-lubang kecil pada bagian atas drum dan dilakukan pembakaran kemudian memasukkan termokopel ke dalam salah satu lubang untuk mengetahui suhu dari pembakaran bahan.



Gambar 37. Pembakaran Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Untuk Menjadi Arang

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Proses pengarangan berlangsung selama \pm 2 jam untuk masing-masing bahan. Berikut adalah arang tongkol jagung dan cangkang kopi hasil pembakaran:



Gambar 38. Hasil Karbonisasi Limbah Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Arang limbah tongkol jagung dan cangkang kopi setelah dingin, arang tersebut dikecilkan ukurannya menggunakan lesung batu dan dihaluskan menjadi serbuk yang diinginkan. Berikut adalah proses penghalusan arang bahan baku biobriket:



Gambar 39. Proses Penghalusan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Menggunakan Lesung Batu

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Gambar berikut menunjukkan hasil tekstur arang yang setelah dihaluskan dengan lesung:



Gambar 40. Hasil Arang Setelah Penghalusan Menggunakan Lesung Batu

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

5. Kemudian arang yang telah halus diayak dengan menggunakan ayakan 30 *mesh* dan 50 *mesh*, tujuan dari pengayakan ini agar mendapatkan material yang seragam dari hasil ayakan tersebut. Berikut proses pengayakan arang yang telah dihaluskan menggunakan ayakan 30 *mesh* dan 50 *mesh*:



Gambar 41. Proses Pengayakan Menggunakan Ayakan 30 dan 50 Mesh
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Serbuk arang tongkol jagung dan cangkang kopi diayak untuk memisahkan gumpalan kecil yang belum hancur saat proses penghalusan dengan serbuk arang. Gambar berikut menunjukkan perbandingan serbuk arang yang setelah pengayakan 30 mesh dan 50 mesh:



Gambar 42. Perbandingan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Setelah Penghalusan 30 Mesh
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024



Gambar 43. Perbandingan Arang Tongkol Jagung dan Cangkang Kopi Setelah Penghalusan 50 Mesh
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Pada gambar di atas, menunjukkan perbandingan ukuran partikel dan tekstur serbuk arang tongkol jagung dan kulit kopi setelah proses pengayakan. Pada gambar di atas terlihat jelas perbedaan ukuran partikel dan tekstur serbuk arangnya antara kedua bahan. Serbuk arang tongkol jagung memiliki partikel yang lebih kasar dibandingkan serbuk arang kulit kopi. Sedangkan untuk serbuk arang ukuran partikel 50 *mesh* lebih halus dibandingkan ukuran partikel 30 *mesh*.

6. Menyiapkan bahan perekat (tepung tapioka) dengan konsentrasi perekat yaitu 10%, seberat 4 gram dan menyiapkan air sebanyak 50 ml. Berikut merupakan tepung tapioka yang telah ditimbang seberat 4 gr:



Gambar 44. Tepung Tapioka Sebagai Perekat
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024



Gambar 45. Air Sebagai Pelarut Tepung Tapioka
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Tepung tapioka sebanyak 4 gr mencampurkan adonan perekat dengan air sebanyak 50 mL. Kemudian larutan tapioka dipanaskan menggunakan kompor portable dengan api kecil, dan diaduk dengan sendok selama pemanasan untuk mempercepat proses. Proses pemanasan perekat dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 46. Proses Pemanasan Tepung Tapioka

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Setelah dimasak diatas kompor dengan api kecil selama ± 2 menit, larutan tepung tapioka menjadi lengket seperti lem dan berwarna bening.

7. Menimbang bahan yang akan dicampurkan dengan komposisi yaitu 90% : 10% sehingga total massa bahan antara tepung arang yang telah diayak dengan perekat sesudah pencampuran yaitu sebesar 50 gram. Pencampuran dilakukan hingga merata (homogen). Proses pengadukan adonan dilakukan dengan sendok agar percampuran dapat merata. Hasil pengadukan adonan biobriket dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 47. Pengadukan Adonan Briket

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

8. Memasukkan adonan ke dalam alat pencetak yang terbuat dari pipa, kemudian proses kompaksi adonan briket dilakukan dengan tenaga manusia (tangan) dengan cara menekannya ke bawah.



Gambar 48. Proses Pembriketan

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

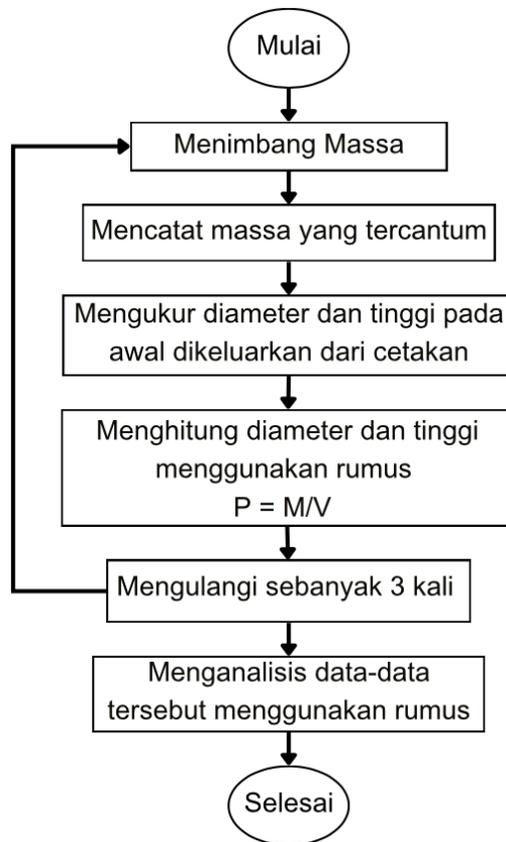
9. Mengeluarkan hasil cetakan briket, dengan cara manual mendorong ujung pipa sampai briket keluar dari cetakan pipa.
10. kemudian menjemurnya dibawah sinar matahari selama 3 hari tujuannya agar briket tidak mudah hancur pada saat dilakukan pengukuran kerapatan.



Gambar 49. Hasil Cetakan Briket
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2.7.2 Tahap Pengujian

A. Kerapatan



Gambar 50. Diagram Alir Uji Kerapatan

Penentuan kerapatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menimbang massa bahan dan dicatat massa briket tersebut.



Gambar 51. Menimbang Massa Briket

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2. Mengukur diameter dan tinggi pada awal dikeluarkan dari cetakan setelah dikeringkan dan menggunakan penggaris untuk menghitung volumenya
3. Menghitung diameter dan tinggi briket menggunakan persamaan 2.1 sesuai standar ASTM D 5142-02
4. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 6 kali.

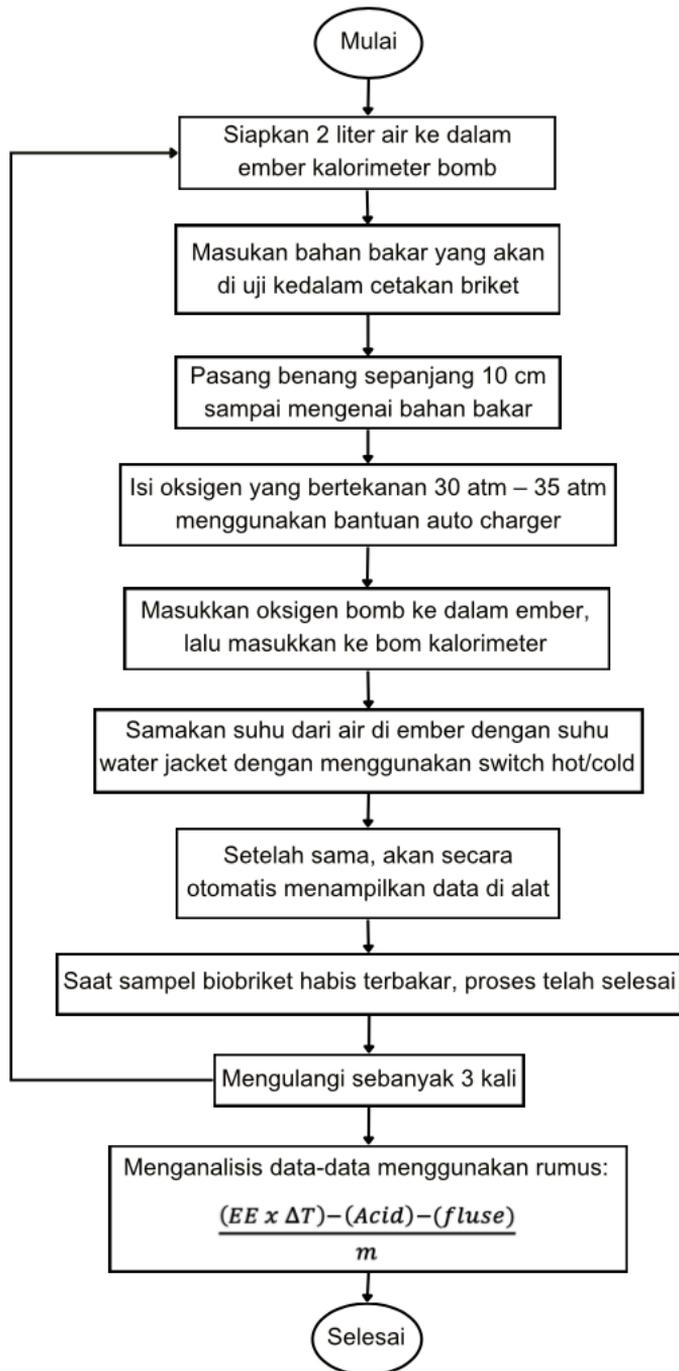
Diketahui $\pi = 3,14$

Tabel 4. Uji Kerapatan (Densitas) pada Briket

Sampel Briket	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Briket (gr)	Volume (cm ³)	
				Diameter (cm)	Tinggi (cm)
90:10	30	10			
	50	10			

5. Setelah memperoleh briket dapat diperoleh dengan menganalisis data-data tersebut menggunakan persamaan 2.1.

B. Nilai Kalor



Gambar 52. Diagram Alir Uji Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dari masing-masing komposisi briket pada penelitian ini menggunakan bom kalorimeter yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Siapkan 2 liter air kemudian mengisi ember bom kalorimeter

2. Masukkan bahan bakar yang akan di uji kedalam *combustion capsul* atau cetakan briket.
3. Pasang benang sepanjang 10 cm sehingga jika mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan cetakan.

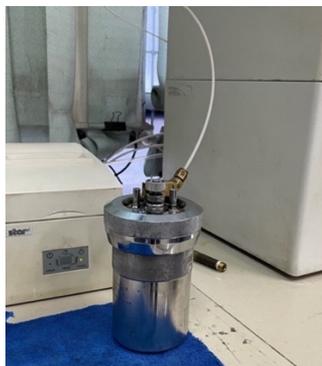


Gambar 53. Pemasangan Benang Sepanjang 10 cm
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024



Gambar 54. Pemasangan Kawat Menyentuh Sampel Briket
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Hubungkan semua peralatan bom kalorimeter dengan listrik, kemudian isi oksigen yang bertekanan 30 atm – 35 atm menggunakan bantuan *auto charger*.



Gambar 55. Penginjeksian Gas Oksigen ke dalam Tabung Bom Kalorimeter

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

- Setelah selesai masukkan oksigen bomb ke dalam ember yang telah terisi 2 liter air. Kemudian masukan ember ke dalam bom kalorimeter, lalu tutup pindahkan posisi *switch ke posisi on*.



Gambar 56. Peletakan Ember ke dalam Bom Kalorimeter

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

- Sterilkan/samakan suhu dari air di ember dengan suhu *water jacket* dengan menggunakan *switch hot/cold*.
- Setelah sama, catat suhu yang terjadi. Selama proses, akan secara otomatis menampilkan data di alat bom kalorimeter selama pembakaran serta nilai kalor sampel biobriket.



Gambar 57. Data Suhu dan Nilai Kalor Sampel Briket

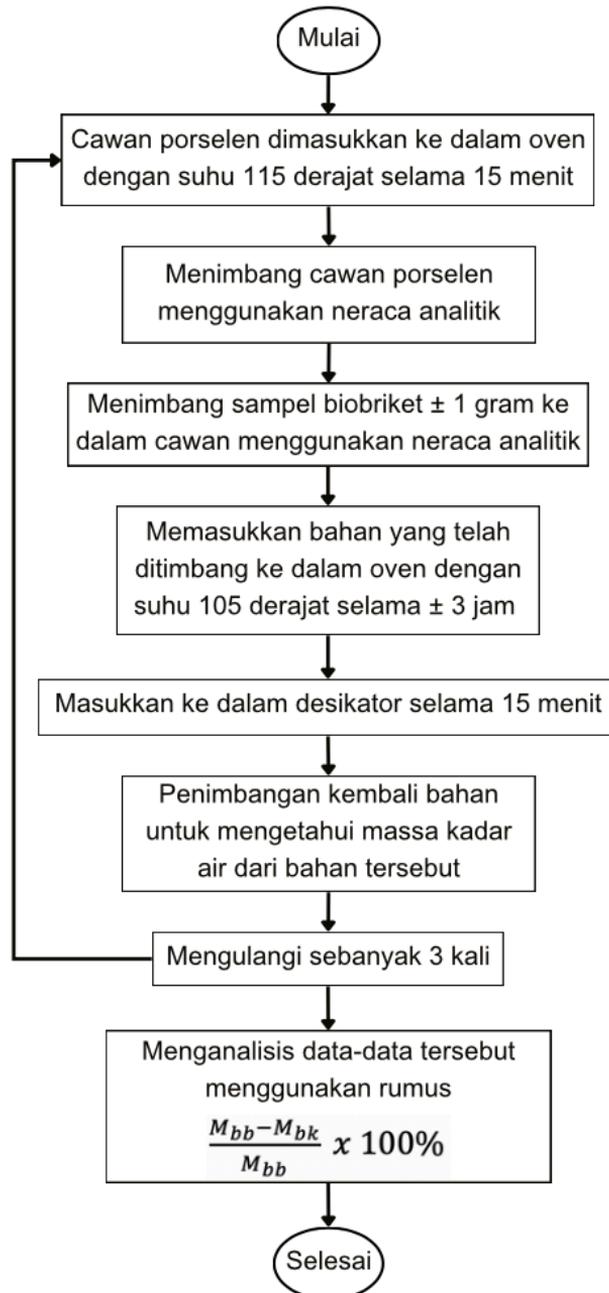
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

- Kemudian bakar bahan bakar yang di uji tersebut. Saat sampel biobriket habis terbakar, proses telah selesai

Tabel 5. Uji Nilai Kalor

Sampel Briket	Ukuran Partikel (Mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Briket (gr)	Selisih Suhu	Nilai Kalor (kal/g)
90:10	30	10			
	50	10			

C. Kadar Air



Gambar 58. Diagram Alir Uji Kadar Air

Prosedur pengujian kadar air yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam pengujian kadar air, selanjutnya cawan porselen dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 115°C selama 15 menit untuk menghilangkan kotoran atau partikel yang tersisa pada gelas keramik.



Gambar 59. Pengovenan Cawan Porselen

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2. Pengovenan ini juga bertujuan agar saat proses penimbangan massa cawan menunjukkan hasil yang lebih akurat. Setelah Pengovenan, cawan porselen didinginkan pada suhu ruang dan menimbang cawan porselen menggunakan neraca analitik dan dilakukan pencatatan massa setiap cawan porselen.



Gambar 60. Penimbangan Massa Cawan Porselen Kosong

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Langkah selanjutnya menimbang sampel biobriket yang digunakan untuk pengujian kadar air dan sampel biobriket ditimbang sebanyak ± 1 gram ke dalam cawan menggunakan neraca analitik.



Gambar 61. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Dioven

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Memasukkan bahan yang telah ditimbang ke dalam oven untuk mengurangi kadar air dari briket dengan suhu 105°C selama ± 3 jam sesuai ketentuan langkah pengujian kadar air dalam SNI 06-3730-1995 Arang Aktif Teknis.



Gambar 62. Proses Pengovenan Sampel Briket

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

5. Bahan yang sudah di oven kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit yang mana desikator berfungsi untuk mendinginkan bahan.



Gambar 63. Proses Pendinginan Sampel Briket di Dalam Desikator

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

6. Setelah dingin, dilakukan penimbangan kembali bahan untuk mengetahui kadar air dari bahan tersebut untuk mengetahui massa setelah proses pengovenan.



Gambar 64. Penimbangan Sampel Briket Setelah Dioven

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

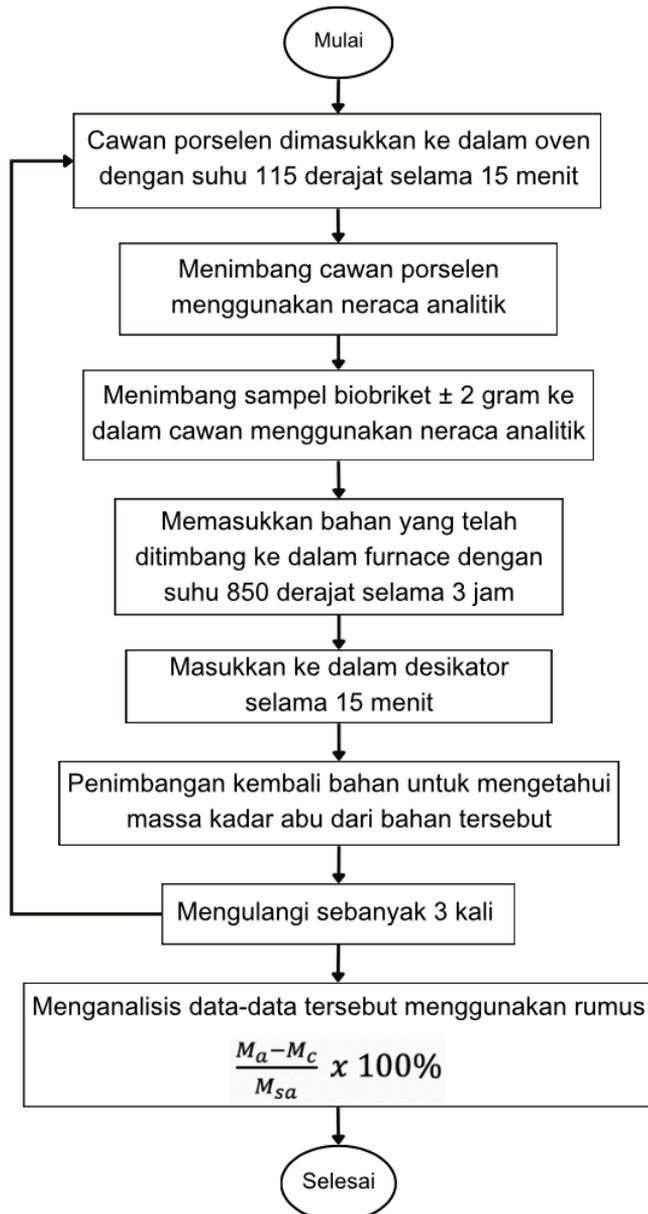
7. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 6 kali.

Tabel 6. Uji Nilai Kadar Air

Sampel Briket	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Briket Basah (gr)	Massa Briket Kering (gr)
90:10	30	10		
	50	10		

8. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kadar air yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan 2.3 sesuai standar ASTM D-3173-03.

D. Kadar Abu



Gambar 65. Diagram Alir Uji Kadar Abu

Prosedur pengujian kadar abu yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam pengujian kadar abu, selanjutnya cawan porselen dimasukkan ke dalam oven dengan suhu

115°C selama 15 menit untuk menghilangkan kotoran atau partikel yang tersisa pada cawan porselen (seperti langkah pra-pengujian kadar air). Setelah itu, cawan porselen kosong ditimbang menggunakan neraca analitik.



Gambar 66. Penimbangan Massa Cawan Porselen Kosong

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2. Kemudian menimbang sampel briket ± 2 gram ke dalam cawan menggunakan neraca analitik.



Gambar 67. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Masuk ke *Furnace*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Memasukkan cawan yang telah berisi sampel ke dalam *furnace* dengan suhu 850°C selama 3 jam.



Gambar 68. Cawan Porselen Berisi Sampel dimasukkan ke *Furnace*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Sampel yang telah selesai, dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit untuk mendinginkan bahan.



Gambar 69. Proses Pendinginan Sampel Briket di Dalam Desikator

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

5. Setelah dingin, menimbang kembali sampel untuk mengetahui kadar abu dari bahan tersebut untuk mengetahui massa setelah proses *furnace*.



Gambar 70. Penimbangan Sampel Briket Setelah di *Furnace*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

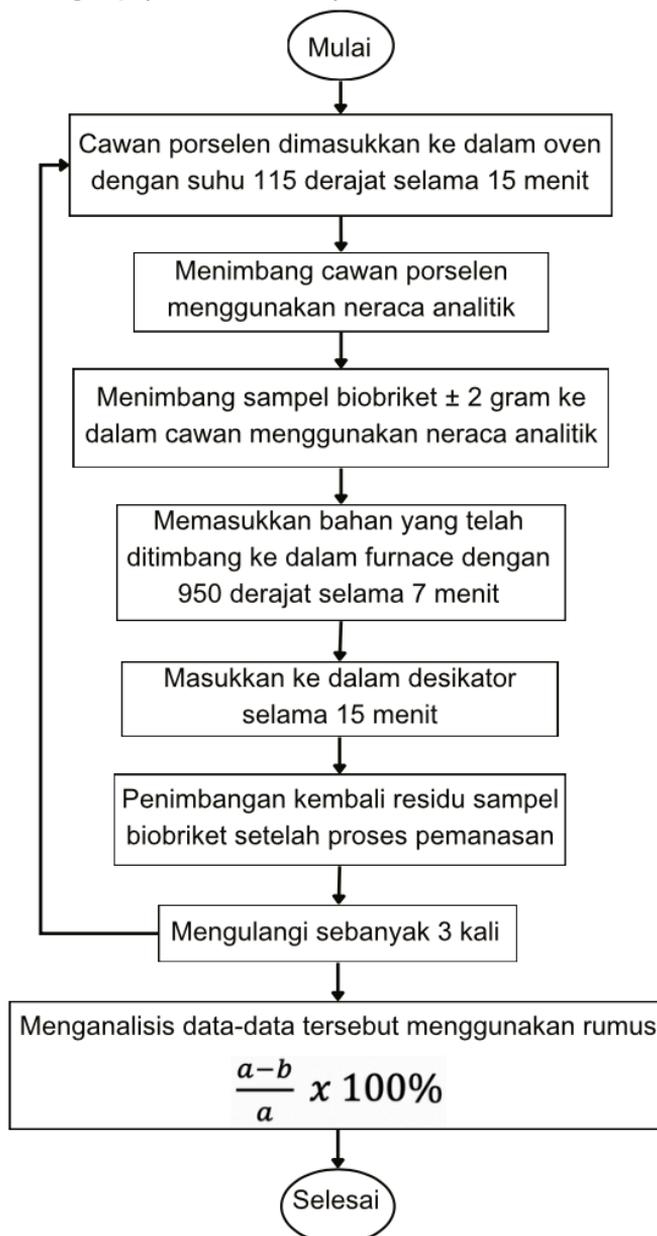
6. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 6 kali.

Tabel 7. Uji Nilai Kadar Abu

Sampel Briket	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Sebelum Abu (gr)	Massa Abu (gr)	Massa Cawan (gr)
90:10	30	10			
	50	10			

7. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kadar abu yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan 2.4.

E. Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)



Gambar 71. Diagram Alir Uji Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

Prosedur pengujian kadar zat mudah menguap yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Pengujian zat mudah menguap diawali dengan memasukkan cawan porselen ke dalam oven dengan suhu 115°C selama 15 menit untuk menghilangkan kotoran atau partikel yang tersisa pada cawan (seperti langkah pra-pengujian kadar air dan kadar abu). Setelah itu, cawan porselen kosong ditimbang menggunakan neraca analitik.

2. Selanjutnya, menimbang sampel briket ± 2 gram ke dalam cawan menggunakan neraca analitik sebelum dimasukkan ke dalam *muffle furnace*.



Gambar 72. Penimbangan Sampel Briket Sebelum Masuk ke *Furnace*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Cawan porselen yang berisi sampel biobriket dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu sebesar 950°C selama 7 menit sesuai panduan pengujian dalam SNI 01-6235-2000: Briket Arang Kayu.



Gambar 73. Pengaturan Suhu *Furnace* untuk Uji Zat mudah menguap

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Sampel yang telah selesai, dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit untuk mendinginkan bahan. Berikut adalah residu sampel biobriket yang tertinggal dari uji zat mudah menguap:



Gambar 74. Residu dari Pengujian Zat Mudah Menguap

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

5. Setelah dingin, kemudian menimbang kembali residu sampel biobriket setelah proses pemanasan.
6. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 6 kali.

Tabel 8. Uji Nilai Kadar Zat Mudah Menguap

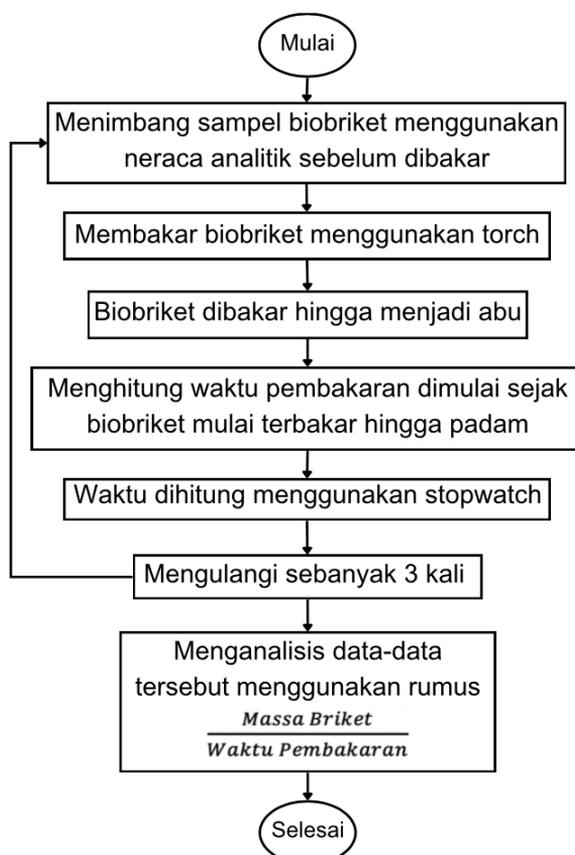
Sampel Briket	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Briket Basah (gr)	Massa Briket Kering (gr)
90:10	30	10		
	50	10		

7. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai *volatile matter* yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan 2.6.

F. Karbon Terikat (*Fixed Carbon*).

Langkah penentuan kadar karbon terikat tidak membutuhkan proses seperti pengujian sebelumnya. Persentase fixed carbon didapatkan dari perhitungan 100% dikurangi persentase kadar air (MC), kadar abu (AC), dan volatile matter. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai fixed carbon yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan 2.7.

G. Laju Pembakaran



Gambar 75. Diagram Alir Uji Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan cara membakar biobriket menggunakan pemantik api (*torch flame*) dan mengukur waktu

pembakaran dengan *stopwatch* (Rizky, Sommad dan Praswanto, 2022). Prosedur pengujian laju pembakaran yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Sampel biobriket ditimbang menggunakan neraca analitik dengan tujuan mengetahui massa awal biobriket sebelum dibakar.



Gambar 76. Penimbangan Massa Sampel Briket Sebelum Pembakaran

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

2. Selanjutnya, proses pembakaran biobriket menggunakan *torch*. Dimana biobriket dibakar hingga menjadi abu.



Gambar 77. Proses Pembakaran Briket dengan Torch

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

3. Selama proses pembakaran, waktu dihitung menggunakan *stopwatch* (Yoisangadji dan Pohan, 2022). Perhitungan waktu dimulai sejak biobriket mulai terbakar hingga padam (Cholilie dan Zuari, 2021).



Gambar 78. Hasil Pembakaran Briket Menjadi Abu

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Mengulangi langkah-langkah diatas sebanyak 6 kali.

Tabel 9. Uji Laju Pembakaran

Sampel Briket	Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Perekat (%)	Massa Briket Basah (gr)	Massa Briket Kering (gr)
90:10	30	10		
	50	10		

5. Setelah memperoleh data pengukuran, maka data laju pembakaran yang diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan 2.8.

2.8 Uji Coba Kualitas Biobriket

2.8.1 Perencanaan desain reaktor elektroflokasi

Briket dan arang pada penelitian ini dibakar dengan dimasukkan ke dalam tungku arang. Karena jika disulut langsung akan sulit panas dan bukan arang yang dihasilkan melainkan abu. Untuk itu diperlukan tungku pembakaran yang dilengkapi dengan sistem aliran udara pada bagian bawah atau sejenis kompresor seperti pada gambar berikut:



Gambar 79. Memasukkan Briket ke Dalam Tungku Pembakaran

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Elektroda Hal tersebut dapat mempermudah aliran udara dari pembakaran briket dan arang naik dari kompresor. Pada bagian tengah tungku diberi penyaring dari metal yang dibuat lubang-lubang kecil dengan diameter kurang lebih 1 cm untuk lapisan dalam dan lapisan luar dengan diameter kurang lebih 6 cm dan bagian dasar drum diberi lapisan baja agar api yang berasal dari bawah tidak menyentuh langsung dasar drum. Sehingga briket dan arang dapat terbakar sempurna, dan sudah dapat dipakai memasak. Peneliti menguji kualitas briket dengan mengukur lama waktu masak saat memasak air, lalu membandingkannya dengan waktu masak menggunakan arang.

Pada saat uji coba perbandingan mendidihkan air, volume air dalam panci sebanyak 1000 ml untuk setiap percobaan.



Gambar 80. Takaran Air Dalam Panci

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Selama proses tersebut, waktu dihitung menggunakan *stopwatch*. Perhitungan waktu dimulai sejak proses pemasakan hingga suhu air mendidih mencapai 80°C menggunakan termometer, sehingga membandingkan arang kayu, briket dan kompor gas, dengan lamanya waktu pendidihan air 1000 ml dan nilai kalor.



Gambar 81. Proses Perbandingan Masak Air dengan Arang Kayu
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024



Gambar 82. Proses Perbandingan Masak Air dengan Biobriket
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024