

TA/TL/2023/

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK BRIKET CAMPURAN SERBUK
GERGAJI KAYU KELAS 4 (KAYU SENGON)
DENGAN PENAMBAHAN TEMPURUNG KELAPA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



**Laila Yuniar Nur Latifah
19513183**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK BRIKET CAMPURAN SERBUK
GERGAJI KAYU KELAS 4 (KAYU SENGON)
DENGAN PENAMBAHAN TEMPURUNG KELAPA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan




Disusun Oleh:

LAILA YUNIAR NUR LATIFAH
19513183

Disetujui,
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK. 92511012
Tanggal: 20/10/23


Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng
NIK. 095130404
Tanggal: 20/10'23

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Julianty, S.T., M.Sc. (Res. Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 23/10'23

HALAMAN PENGESAHAN*

**KARAKTERISTIK BRIKET CAMPURAN SERBUK
GERGAJI KAYU KELAS 4 (KAYU SENGON)
DENGAN PENAMBAHAN TEMPURUNG KELAPA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : *Jumat*
Tanggal : *20/10/2023*

Disusun Oleh:

**LAILA YUNIAR NUR LATIFAH
19513183**

Tim Penguji :

Dr. Ir. Kasam, M.T.

(*Kasam*)

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

(*Hijrah Purnama Putra*)

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

(*Fajri Mulya Iresha*)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Handwritten signature of Laila Yuniar Nur Latifah.

LAILA YUNIAR NUR LATIFAH

NIM: 19513813

PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Allah Subhanahu Wataala, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, tugas akhir yang berjudul “Karakteristik Briket Campuran Serbuk Gergaji Kayu Kelas 4 (Kayu Sengon) dengan Penambahan Tempurung Kelapa” dapat diselesaikan. Tugas akhir ini dilaksanakan dari bulan Desember 2022 hingga bulan Agustus 2023. Tugas akhir merupakan mata kuliah pamungkas yang ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di bidang teknik lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Isu dan topik yang diangkat dalam penelitian di tugas akhir merupakan hal penting. Isu yang krusial atau sedang banyak dibicarakan di tengah masyarakat tentunya memiliki nilai keutamaan. Penelitian mengenai pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon tempurung kelapa untuk diolah menjadi energi alternatif atau energi terbarukan adalah ide yang tepat untuk diangkat ke dalam penelitian. Berlatarkan permasalahan lingkungan di Indonesia yang masif, penulis berinisiatif untuk memanfaatkan biomassa serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa menjadi arang briket.

Selama pengerjaan tugas akhir, bantuan dan dukungan banyak mengalir dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dukungan merupakan hal yang sangat kami apresiasi. Penulis ingin menyampaikan pihak-pihak yang telah mendukung proses penelitian sebagai ungkapan rasa terima kasih dan apresiasi.

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Arief Sugiharto, S.T dan Ibu Pupu Pujilawati, serta kedua adik saya Virly dan Bista yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan baik secara moril maupun materiil kepada penulis.
2. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. sebagai ketua program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng sebagai dosen pembimbing tugas akhir.

4. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. yang telah memberikan kritik, saran, dan arahan kepada penulis
5. Segenap dosen di Program Studi Teknik Lingkungan UII yang telah memberikan ilmunya kepada penulis
6. Bapak Heriyanto, A.Md. dan Ibu Ratna Widiastuti, S.Kom. admin program studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Sangudi pembimbing selama proses penelitian di AL Production, Yogyakarta.
8. Rekan-rekan Teknik Lingkungan angkatan 2019 atas kebersamaannya selama ini.
9. Rommy, Rama, dan Gian yang telah banyak membantu pada setiap proses penelitian ini selama 6 bulan.
10. Andriana, Nita, Romi, Tika, Ulfiana, Nanda, Ayu, Alfi, Didi, Ayu, Salsa, Shinta yang telah memberi dorongan dan semangat bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Segala pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan secara tepat satu persatu

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023

Penulis

Laila Yuniar Nur Latifah

NIM: 19513183

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

LAILA YUNIAR NUR LATIFAH. Characteristics of Briquettes Class 4 Wood Sawdust (Sengon Wood) Briquettes with the Addition of Coconut Shells. Supervised by Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Nowadays, sawdust from sengon wood and coconut shells, which are mostly produced from business activities, can be found in large quantities. However, the utilization from both type of waste has not been carried out optimally. In fact, both types of waste have great potential to be used as briquettes because the contents inside.

Therefore, this research was conducted to determine the characteristics (combustion rate, moisture content, ash content, volatile matter, calorific value, and bound carbon) of briquettes from a mixture of sawdust of sengon wood and coconut shell with a mixture variation of 100% : 0%, 75 % : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, and 0%:100%. Also, economic analysis was carried out in this study to determine the feasibility of the briquette business.

Before being used as a briquette material, pyrolysis was carried out with zero amount of oxygen at a temperature of 500°C for 3 hours to obtain charcoal which was printed with a pressure of 150 kg/cm². The test results of the five briquette samples showed that all parameters complied with SNI 01-6235-2000, except for the volatile content. In addition, based on the combustion rate value, sample E showed good results because of its resistance during the combustion process. In terms of economic value, the business of briquettes made from sawdust of sengon wood and coconut shells is considered feasible in terms of the R/C ratio of 1.4.

Keywords: Briquettes, coconut shell, sawdust, wood of class 4

ABSTRAK

LAILA YUNIAR NUR LATIFAH. Karakteristik Briket Campuran Serbuk Gergaji Kayu Kelas 4 (Kayu Sengon) dengan Penambahan Tempurung Kelapa. Dibimbing oleh Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Saat ini, limbah serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa yang banyak dihasilkan dari kegiatan usaha dapat ditemukan dengan jumlah yang banyak. Namun, hingga saat ini pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal. Padahal, kedua jenis limbah tersebut memiliki potensi yang besar untuk dijadikan briket jika dilihat dari kandungan selulosa dan lignin didalamnya.

Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik (kadar air, kadar abu, kadar volatile, kadar karbon terikat, nilai kalor, dan laju pembakaran) briket dari campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa dengan variasi campuran 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, dan 0%:100%. Selain itu, dilakukan analisis ekonomi terhadap kelayakan usaha briket.

Sebelum digunakan sebagai bahan briket, pirolisis dilakukan tanpa adanya oksigen dengan suhu 500°C selama 3 jam untuk memperoleh arang yang kemudian dicetak dengan tekanan sebesar 150 kg/cm². Hasil uji dari kelima sampel briket menunjukkan bahwa semua parameter sudah memenuhi SNI 01-6235-2000, kecuali nilai kadar volatile. Selain itu, dilihat dari nilai laju pembakaran, sampel E menunjukkan hasil yang baik karena ketahanannya ketika proses pembakaran. Secara nilai ekonomis, usaha briket berbahan dasar serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa ini dinilai layak dilihat dari nilai R/C Ratio sebesar 1,4.

Kata kunci: Briket, kayu kelas 4, serbuk gergaji, tempurung kelapa

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iv |
| PERNYATAAN..... | vii |
| PRAKATA | viii |
| ABSTRACT | xi |
| ABSTRAK | xii |
| DAFTAR ISI..... | xv |
| DAFTAR NOTASI..... | xvii |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xx |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Kayu Kelas 4 | 4 |
| 2.2 Kelapa..... | 5 |
| 2.3 Pirolis..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4 Briket | 7 |
| 2.5 Parameter Kualitas Briket..... | 8 |
| 2.5.1 Laju Pembakaran | 9 |
| 2.5.2 Kadar Air | 8 |
| 2.5.3 Kadar Abu | 8 |
| 2.5.4 Kadar Volatile | 8 |
| 2.5.5 Kadar Karbon Terikat | 9 |
| 2.5.6 Nilai Kalor | 9 |
| 2.6 Penelitian Terdahulu..... | 9 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1 Waktu dan Lokasi | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 14 |
| 3.2.1 Alat..... | 14 |
| 3.2.2 Bahan..... | 15 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 15 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 16 |
| 3.4.1 Pembuatan Briket..... | 17 |
| 3.4.2 Pengujian Briket..... | 19 |
| 3.4.2.1 Kadar Air | 19 |
| 3.4.2.2 Kadar Volatile..... | 19 |
| 3.4.2.3 Kadar Abu | 20 |
| 3.4.2.4 Kadar Karbon Terikat | 20 |
| 3.4.2.5 Nilai Kalor | 20 |
| 3.4.2.6 Laju Pembakaran | 21 |
| 3.4.2.7 Perhitungan Teoretis | 21 |
| 3.4.3 Perhitungan Analisis Ekonomi..... | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1 Analisis Proksimat Bahan Baku | 24 |
| 4.2 Analisis Proksimat Briket..... | 24 |
| 4.2.1 Kadar Air..... | 25 |
| 4.2.2 Kadar Volatile | 27 |
| 4.2.3 Kadar Abu | 29 |
| 4.2.4 Kadar Karbon Terikat | 30 |
| 4.2.5 Nilai Kalor..... | 32 |
| 4.2.6 Laju Pembakaran..... | 34 |
| 4.3 Analisis Ekonomi | 35 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 42 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 42 |
| 5.2 Saran..... | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| LAMPIRAN..... | 50 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|---|----|
| (3.1) Rumus Pengujian Laju Pembakaran..... | 21 |
| (3.2) Rumus Pengujian Kadar Air..... | 19 |
| (3.3) Rumus Pengujian Kadar Abu | 19 |
| (3.4) Rumus Pengujian Kadar Volatile Matter | 20 |
| (3.5) Rumus Pengujian Kadar Karbon Terikat | 20 |
| (3.6) Rumus Pengujian Nilai Kalor..... | 20 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kelas Kuat Kayu | 4 |
| Tabel 2.2 Sifat - Sifat Kimia Kayu Sengon | 5 |
| Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa | 5 |
| Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu | 9 |
| Tabel 3.1 Kode Sampel Briket | 16 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji Proksimat Bahan Baku | 24 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Proksimat Briket..... | 25 |
| Tabel 4.3 Biaya Investasi Awal | 36 |
| Tabel 4.4 Biaya Tetap | 37 |
| Tabel 4.5 Biaya Variabel..... | 38 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-------------------------------------|
| Gambar 2.1 Bagan Proses Pengarangan..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.2 Struktur Kimia pada Proses Pirolisis..... | 6 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian | 16 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Briket..... | 17 |
| Gambar 4.1 Perbandingan Nilai KA Sampel dengan Penelitian Terdahulu | 26 |
| Gambar 4.2 Nilai KA Teoretis dan KA Briket | 27 |
| Gambar 4.3 Perbandingan Nilai KV Sampel dengan Penelitian Terdahulu | 27 |
| Gambar 4.4 Nilai KV Teoretis dan KV Briket | 28 |
| Gambar 4.5 Perbandingan Nilai KAb Sampel dengan Penelitian Terdahulu | 29 |
| Gambar 4.6 Nilai KAb Teoretis dan KAb Briket | 30 |
| Gambar 4.7 Perbandingan Nilai KT Sampel dengan Penelitian Terdahulu..... | 31 |
| Gambar 4.8 Nilai KT Teoretis dan KT Briket | 32 |
| Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Kalor Sampel dengan Penelitian Terdahulu..... | 33 |
| Gambar 4.10 Nilai Kalor Teoretis dan Nilai Kalor Briket..... | 34 |
| Gambar 4.11 Berat Briket Terbakar berbagai Sampel | 34 |
| Gambar 4.12 Laju Pembakaran Berbagai Sampel | 35 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Diagram Alir Pengujian Kadar Air..... | 50 |
| Lampiran 2. Diagram Alir Pengujian Kadar Volatile | 50 |
| Lampiran 3. Diagram Alir Pengujian Kadar Abu | 51 |
| Lampiran 4. Diagram Alir Pengujian Nilai Kalor..... | 51 |
| Lampiran 5. Diagram Alir Pengujian Laju Pembakaran..... | 52 |
| Lampiran 6. Tabel Hasil Pengujian Uji Proksimat Dan Nilai Kalor..... | 52 |
| Lampiran 7. Perbandingan Nilai Teoretis dengan Briket..... | 54 |
| Lampiran 8. Hasil Laju Pembakaran..... | 56 |
| Lampiran 9. Dokumentasi Proses Pembuatan Briket..... | 61 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu sengon merupakan jenis tumbuhan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam berbagai macam produk, mulai dari bahan bangunan, kerajinan, dan bahan penunjang pekerjaan konstruksi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), total produksi kayu hasil dari proses penggergajian di Indonesia pada tahun 2020 adalah sebesar 2,6 juta m³ per tahun. Diasumsikan total limbah yang dihasilkan adalah 54,24% dari total produksi atau sekitar 1,4 juta m³ per tahun (Zulkifli, 2021). Begitupun pohon kelapa yang keberadaannya banyak ditemukan di Indonesia. Menurut data yang diperoleh dari BPS, jumlah produksi tempurung kelapa di tahun 2020 mampu mencapai 2.8 juta ton per tahun.

Namun, dari banyaknya limbah yang dihasilkan dari aktivitas produksi kayu sengon dan perkebunan kelapa tersebut belum diatasi secara maksimal, umumnya hanya dibuang ke sungai atau dilakukan pembakaran secara sembarang yang tentunya hal ini dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan, yaitu pencemaran air, tanah, dan penurunan kualitas udara. Untuk menghindari hal tersebut, kedua jenis limbah ini perlu dimanfaatkan menjadi sesuatu yang lebih bernilai, salah satunya sebagai bahan baku dari pembuatan briket arang.

Briket merupakan bahan bakar berbentuk padat yang bahan bakunya didapatkan dari campuran biomassa, seperti ampas tebu, jerami, sabut kelapa, serbuk gergaji, ampas aren dan jarak pagar dan pembuatannya relatif mudah karena teknologi dan peralatan yang diperlukan relatif sederhana (Suhartoyo dan Sriyanto, 2017). Menurut Patabang (2012), briket arang dapat dibuat melalui dua cara, yaitu dimulai dari pembentukan arang yang kemudian dihaluskan lalu dibuat briket atau briket yang terbentuk dari pemampatan kemudian diarangkan.

Dengan demikian, penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas yang dihasilkan dari briket campuran serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa dengan variasi rasio komposisi yang berbeda, yaitu 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, dan 0%:100% dilihat dari nilai kadar air, kadar volatile, kadar

abu, karbon terikat, kalor, dan laju pembakaran sehingga dapat diketahui komposisi yang baik dalam penggunaan limbah gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa sebagai bahan baku briket. Juga, analisis secara ekonomis dilakukan untuk mengetahui apakah briket ini layak untuk dijadikan sebagai kegiatan usaha.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dibuatlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas briket dari campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa yang meliputi nilai kadar air, kadar volatile, kadar abu, karbon terikat, kalor, dan laju pembakaran?
2. Bagaimana potensi briket dari campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa dari segi ekonomis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis kualitas briket campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa meliputi nilai kadar air, kadar volatile, kadar abu, karbon terikat, kalor, dan laju pembakaran.
2. Menganalisis potensi briket dari campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa dari segi ekonomis.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Upaya dalam pengurangan timbunan limbah serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa hasil dari kegiatan usaha sehingga mencegah terjadinya pencemaran tanah.
2. Membantu untuk mencegah terjadinya pencemaran udara akibat dari pembakaran secara sembarang karena pembaca telah teredukasi terkait cara untuk memusnahkan limbah serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa dengan baik dan optimal.

3. Menilai kelayakan briket secara ekonomis jika dijadikan sebagai kegiatan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM)

1.5 Ruang Lingkup

1. Bahan baku yang digunakan adalah limbah serbuk gergaji kayu sengon yang diambil dari sebuah usaha penggergajian kayu dan limbah tempurung kelapa yang diambil dari sebuah usaha pengolahan kelapa.
2. Rasio pencampuran arang serbuk gergaji kayu sengon dengan arang tempurung kelapa adalah 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, dan 0% : 100%.
3. Bahan perekat yang digunakan adalah tepung tapioka.
4. Ukuran partikel yang digunakan 20 mesh.
5. Parameter yang ingin diketahui adalah nilai kadar air, kadar volatile, kadar abu, karbon terikat, kalor, dan laju pembakaran .
6. Pengujian dan perhitungan briket mengacu pada ASTM atau *American Society for Testing and Materials*.
7. Pedoman teknis mengenai briket mengacu pada SNI 01-6235-2000 Briket Arang Kayu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Kelas 4

Sesuai yang tercantum dalam buku Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI-NI-5) tahun 1961, kayu kelas 4 merupakan golongan kayu yang memiliki nilai tegangan lentur mutlak sebesar 500 – 360 kg/cm², tegangan tekanan mutlak sebesar 300 – 215 kg/cm² dan berat jenisnya 0,40 – 0,30. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kelas Kuat Kayu

| Kelas Kuat | Tegangan Lentur Mutlak (kg/cm ²) | Tegangan Tekanan Mutlak (kg/cm ²) | Berat Jenis (BJ) |
|------------|--|---|------------------|
| I | ≥ 1100 | ≥ 650 | ≥ 0,90 |
| II | 1100 – 725 | 650 - 425 | 0,90 – 0,60 |
| III | 725 – 500 | 425- 300 | 0,60 – 0,40 |
| IV | 500 – 360 | 300 - 215 | 0,40 – 0,30 |
| V | ≤ 360 | ≤ 215 | ≤ 0.30 |

Jenis kayu kelas 4 yang dapat ditemukan di Indonesia cukup beragam, beberapa diantaranya, yaitu kayu jeunjing, kayu meranti, kayu durian dan kayu sengon.

Keberadaan kayu sengon di Indonesia dapat ditemui secara alami di Maluku, Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian. Kekuatan dari kayu sengon yang biasa ditemui cukup beragam, yaitu ringan, lunak sampai agak lunak. Kayu sengon juga memiliki nilai kerapatan yang berkisar 230 sampai 500 kg/m³ pada kadar air 12-15% (Krisnawati dkk., 2011). Adapun sifat-sifat kimia kayu

sengon yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 dinilai sangat potensial untuk dijadikan bahan baku briket.

Tabel 2.2 Sifat - Sifat Kimia Kayu Sengon

| No | Sifat Kimia | Posisi Ketinggian Batang | | |
|----|--------------------|--------------------------|--------|-------|
| | | Pangkal | Tengah | Ujung |
| 1 | Ekstraktif (%) | 2,34 | 3,50 | 3,83 |
| 2 | Lignin (%) | 23,77 | 22,85 | 16,69 |
| 3 | Holoseulosa (%) | 76,03 | 88,33 | 69,16 |
| 4 | Alpha Selulosa (%) | 61,55 | 74,21 | 57,11 |

Sumber : Putra dkk. (2018)

Kegunaan dari kayu sengon sangat beragam, antara lain sebagai bahan konstruksi ringan, bahan kemasan ringan, korek api, sepatu kayu, alat musik, mainan, bahan baku industri kertas pulp, kayu lapis, kayu pertukangan (perabotan rumah tangga), kerajinan seni yang bernilai tinggi, serta kayu bakar (Mutiara, S. 2021).

2.2 Kelapa

Komposisi buah kelapa terdiri dari 25,1% sabut kelapa, 28,1% daging kelapa, 32,7% air kelapa dan 14,1% tempurung kelapa dengan berat buah 1.64 kg (Lay dan Pasang, 2002). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fariadhie (2009), briket tempurung kelapa memiliki kadar air 14,31%, kadar abu 2,02%, kadar volatile 16,53%, dan nilai kalor 5655 kal/g. Adapun komposisi kimia yang terdapat pada tempurung kelapa seperti pada Tabel 2.4 menunjukkan bahwa tempurung kelapa sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku briket.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

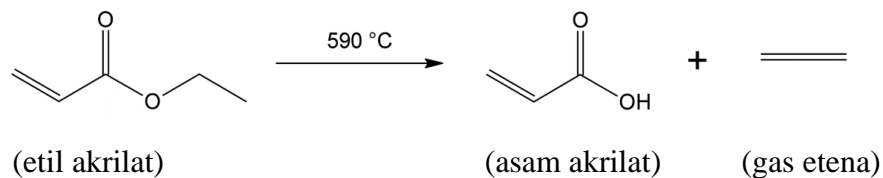
| Unsur Kimia | Kandungan (%) |
|-------------|---------------|
| Selulosa | 26,60 |
| Pentosa | 27,00 |
| Lignin | 29,40 |

| Unsur Kimia | Kandungan (%) |
|---------------------------|---------------|
| Kadar Abu | 0,60 |
| Solvent Pelarut Ekstratif | 4,20 |
| Uronat Anhidrad | 3,50 |
| Nitrogen | 0,11 |
| Air | 8,00 |

Sumber: Musari, 2018

2.3 Pirolisis

Pirolisis atau biasa disebut thermolisis adalah suatu proses dekomposisi kimia dengan suhu diatas 300°C tanpa adanya oksigen, namun keadaan ini tergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya. Terdapat 3 jenis produk yang dihasilkan dari proses pirolisis, yaitu padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil) (Demirbas, 2005). Pada Gambar 2.2 dapat dilihat struktur kimia ketika terjadinya proses pirolisis.



Gambar 2. 1 Struktur Kimia pada Proses Pirolisis

Energi panas pada proses pirolisis akan mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai dan sebagian besarnya menjadi karbon dan arang.

Proses pirolisis ini memiliki 2 jenis, yaitu:

1. *Fast Pyrolysis*

Pada jenis pirolisis ini, biomassa dipanaskan menggunakan temperatur berkisar 450°C - 600°C dengan waktu yang cepat dalam kondisi kedap udara. Produk yang dihasilkan dari jenis pirolisis ini 70% nya bio-oil.

2. *Slow Pyrolysis*

Pada proses ini, biomassa dipanaskan dengan waktu yang lambat menggunakan temperature minimal sebesar 300°C.

2.4 Briket

Briket merupakan bahan bakar berwujud padat hasil dari proses termal minim oksigen melalui proses pemadatan dengan pemberian tekanan. Briket menjadi bahan bakar ramah lingkungan dan dapat terus diperbaharui sehingga berpotensi untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil.

Banyak kemudahan dalam penerapan penggunaan briket di kalangan masyarakat, khususnya para pedagang, pengusaha, dan masyarakat desa karena dapat digunakan untuk pembakaran yang memerlukan waktu lama dan asap yang ditimbulkan juga tidak berlebihan sehingga tidak mengganggu kesehatan (Hondong, 2016)

Menurut Hondong (2016), ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh briket sebagai bahan bakar, yaitu :

- a. Mudah dinyalakan
- b. Tidak mengeluarkan asap
- c. Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun
- d. Kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama.
- e. Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran dan suhu pembakaran yang baik).

Menurut Faizal (2017), pembuatan briket perlu memerhatikan beberapa komponen, komponen yang perlu yang diperhatikan yaitu bahan baku dan bahan pengikat. Bahan baku yang diperlukan untuk membuat suatu briket yaitu bahan organik berupa selulosa. Selulosa merupakan kandungan pada biomassa yang tersusun dari karbon yang dapat mempengaruhi kadar karbon terikat pada briket arang, sehingga semakin tinggi kandungan selulosa maka kadar karbon terikat akan semakin besar (Satmoko dkk., 2013). Kadar karbon terikat semakin besar mengakibatkan semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan sehingga kualitas briket yang dihasilkan akan semakin baik.

2.5 Parameter Kualitas Briket

2.5.1 Kadar Air

Kadar air merupakan rasio antara berat briket sebelum dilakukan pengeringan (basah) dengan berat briket setelah dilakukan pengeringan (kering). Kadar air merupakan salah satu yang memengaruhi kualitas briket. Semakin rendah kadar air yang dimiliki oleh briket, maka nilai kalor yang dimiliki briket semakin tinggi yang tentunya berkaitan dengan kualitas briket (Rustini, 2004). Juga, menurut Riseanggara (2008), kadar air yang tinggi pada briket akan mngehasilkan asap yang banyak saat melakukan pembakaran dan briket akan terganggu oleh mikroba saat dilakukan penyimpanan.

Ada 2 jenis kadar air, yaitu *free moisture* atau air bebas yang merupakan kandungan air terikat secara mekanis di permukaan briket dan dapat diuapkan dan *inherent moisture*, yaitu kadar air yang terikat secara fisik di dalam struktur pori-pori briket (Faizal dkk., 2015).

2.5.2 Kadar Volatile

Kadar volatile adalah zat selain air yang dapat menguap hasil dari dekomposisi senyawa – senyawa yang masih tersisa. Kadar volatile yang terkandung pada briket sejalan dengan asap yang akan dihasilkan saat briket dinyalakan, sehingga jika nilai volatile tinggi maka hal tersebut dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan sekitar melalui asap pembakaran briket (Miskah, 2014).

Kadar volatile dapat didefinisikan sebagai zat organik ataupun anorganik yang menguap karena adanya pemanasan di suhu 95°C pada keadaan anaerob. Briket yang kadar volatilennya mencapai 40% akan menghasilkan asap yang pekat (banyak), sedangkan jika kadar volatile sekitar 15 – 25% asap yang dihasilkan tipis (sedikit) (Faizal dkk., 2015).

2.5.3 Kadar Abu

Abu merupakan sisa yang dihasilkan dari kegiatan pembakaran yang didalamnya sudah tidak mengandung unsur karbon. Namun, unsur utama yang dimiliki abu adalah silika yang dapat memberikan pengaruh buruk terhadap kualitas briket. Semakin tinggi kadar abu yang dimiliki briket, maka nilai kalor yang dimiliki briket pun rendah, (Balong dkk., 2016).

2.5.4 Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat merupakan fraksi karbon (C) yang terkandung di dalam briket arang selain dari fraksi air, zat mudah menguap dan abu (Bahri, 2007). Besarnya nilai kadar karbon terikat dipengaruhi oleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang yang terdapat pada briket. Arang yang berkualitas merupakan arang yang nilai kadar karbon terikatnya tinggi sebab sejalan dengan adanya peningkatan nilai kalor pada briket. Hal ini karena reaksi antara karbon dengan oksigen sangat berkontribusi terhadap nilai kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran (Rustini 2004).

2.5.5 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dikeluarkan tiap 1 gram bahan bakar untuk meningkatkan suhu 1°C pada 1 gram air dengan satuan kalor (Faizal dkk., 2015). Nilai kalor menjadi parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas yang ada pada briket. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, maka kualitas briket yang dimiliki semakin baik. Pengujian nilai kalor pada briket dapat dilakukan untuk mengetahui jumlah nilai panas pembakaran yang dikeluarkan dari briket sebagai bahan bakar (Kurniawan dkk., 2019).

2.5.6 Laju Pembakaran

Berdasarkan pernyataan Almu dkk. (2014), uji laju pembakaran bertujuan untuk mengetahui durasi nyala api ketika briket dilakukan pembakaran, serta menganalisis adanya perubahan yang terjadi.

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penjelasan mengenai penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Peneliti | Judul Karya Ilmiah | Hasil | Perbedaan dengan Penelitian |
|----|-----------------------|--|---|---|
| 1 | Dwiningsih, A. (2008) | Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sonokeling dan | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji kayu sonokeling dengan penambahan | Variasi komposisi (S:T) yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : |

| No | Nama Peneliti | Judul Karya Ilmiah | Hasil | Perbedaan dengan Penelitian |
|----|---------------------------------|--|---|--|
| | | Tempurung Kelapa Sebagai Briket | tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket. Hasilnya, nilai kalor paling tinggi pada briket dengan komposisi 50% serbuk gergaji kayu sonokeling dan 50% tempurung kelapa. | 30%, 60% : 40%, dan 50% : 50%, lama pengeringan 6-8 jam pada suhu 60°C, parameter kualitas briket yang digunakan hanya nilai kalor. |
| 2 | Hapid dkk. (2018) | Karakteristik Briket Arang dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Palapi (<i>Heritiera Sp</i>) | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji kayu palagi dengan penambahan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket. Hasilnya menunjukkan rata - rata nilai pada kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, dan kadar volatile sebesar 4,62-4,99%, 4,51 - 5,55%, 29,63% - 53,17%, dan 36,94% - 59,88%. | Variasi komposisi (S:T) yang digunakan adalah 85% : 15%, 15% : 85%, dan 100% : 0%, menambahkan angka densitas sebagai salah satu parameter kualitas briket, pengeringan briket menggunakan suhu 600°C. |
| 3 | Hendra, D., Darmawan, S. (2000) | Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji dan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket. Hasil pada penelitian ini, nilai kisaran kadar air, kadar volatile, kadar abu, kadar karbon terikat, dan nilai kalor, yaitu 3,51 - 4,75%, 22,18 - 25,77%, 3,56 - 4,23%, 70,28 - 73,82%, dan 6.198,99 - 6,522, 84 kal/g. | Variasi komposisi (S:T) yang digunakan, yaitu 90% : 10%, 85% : 15%, dan 80% : 20%, briket dikeringkan pada suhu 60°C , ukuran partikel yang digunakan 70 mesh, dan menambahkan nilai kerapatan dan kuat tekat sebagai parameter kualitas briket. |
| 4 | Mahdie, dkk. (2023) | Karakteristik dan Laju Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Penambahan Aromaterapi Akar Wangi | Penelitian ini menggunakan tempurung kelapa, serbuk kayu gaharu, dan aromaterapi akar wangi sebagai bahan pembuatan briket. Hasilnya, briket dengan dengan komposisi S:T | Adanya penambahan aromaterapi akar wangi pada pembuatan briket dan menambahkan nilai kerapatan sebagai salah satu parameter kualitas briket. |

| No | Nama Peneliti | Judul Karya Ilmiah | Hasil | Perbedaan dengan Penelitian |
|----|-----------------------|---|--|---|
| | | (<i>Vetiveria Zizanoides</i>) dan Gaharu (<i>Aquilaria Malaccensis</i>) | sebesar 90% : 10% memiliki nilai laju pembakaran sebesar 0,63 gr/menit. | |
| 5 | Puspita, R. (2019) | Utilization of sawdust and coconut shell as raw materials in briquettes production | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji dan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket. Hasil dari penelitian ini adalah briket dengan penambahan tempurung kelapa 25% memiliki nilai kalor paling tinggi, yaitu 7054,96 cal/g. Sedangkan pada briket dengan 50% tempurung kelapa memiliki kadar air dan kadar abu paling tinggi, yaitu 2,79% dan 2,64%. | Variasi komposisi (S:T) yang digunakan, yaitu 100% : 0%, 75% : 25%, dan 50% : 50%, suhu pirolisis yang digunakan adalah 450C. |
| 6 | Ramadhanty, W. (2023) | Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Sengon (<i>Albizia chinensis</i>) dan Bambu Talang (<i>Schizostachy m brachycladum Kurz</i>) | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji kayu sengon dan bambu talang sebagai bahan pembuatan briket. Hasilnya, briket dengan komposisi (S:B) sebesar 100% : 0% memiliki nilai laju pembakaran paling besar, yaitu 0,675 gr/menit. | Bahan penambahan pada briket yang digunakan adalah bambu talang, menambahkan kerapatan dan kuat tekat sebagai parameter kualitas briket |
| 7 | Saleh dkk. (2017) | Utilization of Sawdust and Coconut Shell as Raw Materials in Briquettes Production | Penelitian ini menggunakan serbuk gergaji dan tempurung kelapa sebagai bahan baku briket. Hasil penelitian, yaitu briket tanpa ada penambahan tempurung kelapa memperoleh nilai kadar air, kadar abu, dan kadar volatile paling besar. Sedangkan briket dengan penambahan | Variasi komposisi (S:T) yang digunakan adalah 100% : 0%, 80% : 20%, 70% : 30%, 60% : 40%, 50% : 50%, dan 40% : 60%, Menambahkan parameter fisika, seperti kerapatan dan kuat tekan sebagai penentuan kualitas briket. |

| No | Nama Peneliti | Judul Karya Ilmiah | Hasil | Perbedaan dengan Penelitian |
|----|---------------|--------------------|---|-----------------------------|
| | | | tempurung kelapa sebesar 60% memiliki nilai kalor dan kadar karbon terikat paling tinggi. | |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari Bulan Januari 2022 hingga Bulan Juni 2022. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket adalah limbah serbuk gergaji kayu sengon yang diambil dari salah satu usaha penggergajian kayu sengon di Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dan limbah tempurung kelapa yang diambil dari salah satu usaha santan di Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman. Kedua jenis limbah diambil dari lokasi – lokasi tersebut karena limbah hasil usaha yang cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Kemudian, untuk lokasi pembuatan dan pengujian briket dilakukan di Bengkel Yandi Teknik yang berlokasi di Dusun Beran, Desa Candan, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul, Yogyakarta.

3.2 Alat dan Bahan

Penggunaan alat dan bahan pada penelitian ini didasarkan pada metode yang terdapat pada ASTM dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan ketika proses penelitian. Berikut alat dan bahan :

3.2.1 Alat

- Alat pirolisis
- Sieve shaker 20 mesh
- Ember
- Plastik
- Karung goni
- Panci
- Timbangan digital
- Sendok
- Hydraulic press 10 ton
- Baskom
- Nampan
- Cetakan briket (d = 5 cm ; t = 12 cm)
- Kompor
- Oven listrik
- Gelas ukur 100 mL
- Wadah box
- Penumbuk

3.2.2 Bahan

- Limbah serbuk gergaji kayu sengon
Pengambilan serbuk gergaji kayu sengon ini diperoleh dengan cara diambil dari tempat khusus penimbunan serbuk gergaji kayu sengon yang dimiliki oleh tempat usaha penggergajian kayu. Tempat khusus ini dibuat oleh pemilik usaha agar limbah tidak tercampur dengan limbah yang lain, sehingga dapat dipastikan serbuk gergaji kayu sengon yang digunakan untuk penelitian ini tidak tercampur dengan limbah atau serbuk gergaji lainnya. Serbuk gergaji kayu sengon diambil dari tumpukan yang paling atas agar lebih mudah ketika proses pengambilan. Lalu, serbuk gergaji dimasukkan kedalam karung dan ditimbang sesuai kebutuhan penelitian, yaitu 20 kg.
- Limbah tempurung kelapa
Limbah tempurung kelapa diambil dari box khusus yang sudah disediakan oleh pemilik usaha santan. Namun, pemilik usaha tidak memisahkan antara tempurung yang sudah kering dengan yang basah sehingga perlu dilakukan pemilahan terlebih dahulu. Pada penelitian ini, tempurung kelapa yang digunakan adalah yang sudah kering untuk memudahkan ketika proses pengeringan. Setelah dipilah, tempurung kelapa dimasukkan kedalam karung kemudian ditimbang sesuai kebutuhan penelitian, yaitu 10 kg.
- Tepung tapioka
- Air

3.3 Variabel Penelitian

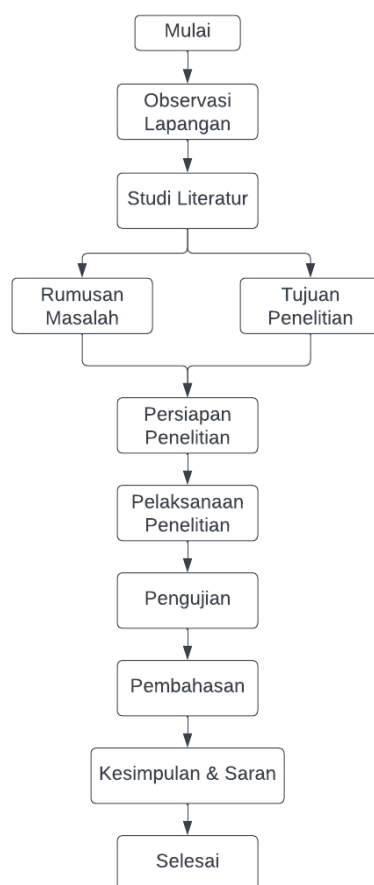
Penelitian ini terdapat 2 jenis variabel yang akan diteliti, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini berupa variasi komposisi antara arang serbuk gergaji kayu sengon dan arang tempurung kelapa, yaitu 100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%, dan 0%:100%. Sedangkan variabel terikatnya yaitu kualitas dari briket yang dihasilkan meliputi nilai kadar air, kadar volatile, kadar abu, karbon terikat, kalor, dan laju pembakaran.

Tabel 3.1 Kode Sampel Briket

| No. | Kode Sampel | Bahan Baku | |
|-----|-------------|--------------------------------|----------------------|
| | | Serbuk Gergaji Kayu Sengon (%) | Tempurung Kelapa (%) |
| 1 | A | 100 | 0 |
| 2 | B | 75 | 25 |
| 3 | C | 50 | 50 |
| 4 | D | 25 | 75 |
| 5 | E | 0 | 100 |

3.4 Prosedur Penelitian

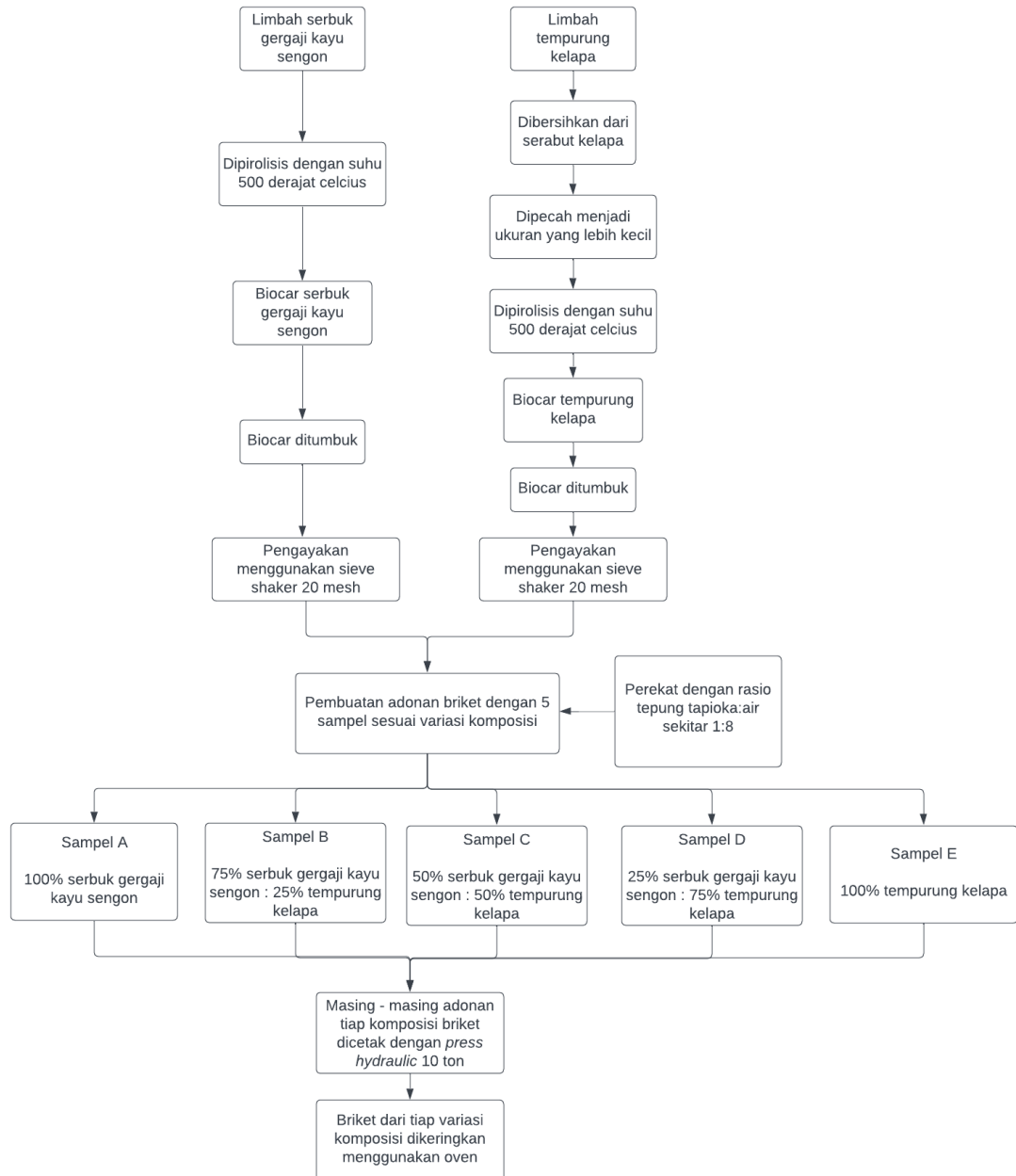
Penelitian ini dikerjakan dengan melewati berbagai langkah dari awal hingga akhir proses. Berikut diagram prosedur penelitian yang tertera pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Briket

Pembuatan briket dilakukan setelah merumuskan tujuan penelitian melalui tahapan – tahapan yang tercantum pada Gambar 3.2 sebelum nantinya dilakukan pengujian karakteristik briket.



Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Briket

Adapun penjelasan dari tiap tahapan pembuatan briket berbahan baku serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa, yaitu:

a. Persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket pada penelitian ini adalah limbah serbuk gergaji kayu sengon dan limbah tempurung kelapa yang didapatkan dari masing – masing tempat usaha dengan pengelolaan limbah yang masih minim. Baik limbah serbuk gergaji kayu sengon maupun limbah tempurung kelapa perlu dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven atau panas alami dari sinar matahari. Namun, limbah tempurung kelapa perlu dibersihkan terlebih dahulu dari sabut dan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk mempercepat pengeringan.

b. Pirolisis biomassa

Bahan baku yang sebelumnya sudah disiapkan secara terpisah dimasukkan kedalam alat pirolisis hingga penuh untuk dilakukan proses pengarangan atau karbonisasi dengan suhu 500°C. Pengarangan pada tempurung kelapa memerlukan waktu yang lebih lama daripada serbuk gergaji kayu sengon. Pada tempurung kelapa memakan waktu selama 3 jam, sedangkan pada serbuk gergaji kayu sengon memerlukan waktu selama 2 jam.

c. Penumbukan arang

Arang yang sudah dihasilkan dari alat pirolisis kemudian dihaluskan dengan ditumbuk sampai partikel lolos pada *shieve shaker* 20 mesh.

d. Pengayakan arang

Arang yang sudah ditumbuk kemudian disaring menggunakan *shieve shaker* 20 mesh. Jika masih terdapat partikel yang belum lolos *shieve shaker* 20 mesh, maka kembali pada tahap sebelumnya.

e. Pembuatan perekat

Perekat pada penelitian ini dibuat dengan bahan tepung tapioka dan air. Berat massa tepung tapioka yang dibutuhkan yaitu sekitar 35 gram dengan air sebanyak 306 ml. Takaran dari tepung tapioka maupun air ditentukan setelah melewati *trial and error*.

f. Percampuran arang dengan perekat

Arang serbuk gergaji kayu sengon dan arang tempurung kelapa yang sudah diayak akan dicampurkan dengan perekat sesuai dengan

komposisinya. Perekat ditambahkan pada briket sebesar 10% dari total beratnya hingga terbentuk adonan.

g. Pencetakan dan pengepresan briket

Setelah adonan dari campuran arang dan perekat terbentuk, pencetakan dilakukan dengan alat cetakan berbentuk silinder dengan diameter 5 cm dan tinggi 12 cm. Namun, briket dimasukkan pada cetakan hanya sampai setinggi 6 cm atau setengah dari tinggi cetakan.

h. Pengeringan briket

Setelah dilakukan pencetakan, briket akan lebih *compact* namun masih mengandung kadar air yang tinggi sehingga perlu melalui proses pengeringan. Pada penelitian ini, pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 24 jam.

i. Penyimpanan briket

Setelah suhu briket mencapai suhu ruangan, briket disimpan di dalam wadah untuk menjaga agar briket tetap kering dan tidak mengurangi kualitasnya

3.4.2 Pengujian Briket

3.4.2.1 Kadar Air

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kadar air sesuai yang tercantum pada ASTM D3173-11:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

m_1 = Berat cawan kosong (gram)

m_2 = Berat cawan dengan contoh awal (gram)

m_3 = Berat cawan dengan cawan setelah dikeringkan 102°C - 105°C selama 2 jam (gram)

Sumber: (ASTM D3173-11) *American Standard Testing and Material*

3.4.2.2 Kadar Volatile

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *volatile matter* atau zat terbang sesuai yang tercantum pada ASTM D3175:

$$\text{Kadar Volatile (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

m_1 = Berat cawan kosong (gram)

m_2 = Berat cawan dengan contoh awal (gram)

m_3 = Berat cawan dengan contoh setelah dikeringkan 920°C - 950°C selama 15 menit (gram)

Sumber: (ASTM D3173-11) *American Standard Testing and Material*

3.4.2.3 Kadar Abu

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kadar abu sesuai dengan yang tercantum pada ASTM D3174-11:

$$\text{Kadar Zat Abu (\%)} = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

m_1 = Berat cawan kosong (gram)

m_2 = Berat cawan dengan contoh awal (gram)

m_3 = Berat cawan dengan abu (720°C - 750°C selama 2,5 jam) (gram)

Sumber: (ASTM D3173-11) *American Standard Testing and Material*

3.4.2.4 Kadar Karbon Terikat

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kadar karbon terikat sesuai dengan yang tercantum pada ASTM D3172:

$$\text{Karbon Terikat} = 100\% - (\text{Kd. Air} + \text{Kd. Abu} + \text{Kd. Zat Menguap}) \quad (3.4)$$

Sumber: (ASTM D3173-11) *American Standard Testing and Material*

3.4.2.5 Nilai Kalor

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kalor sesuai dengan yang tercantum pada ASTM D5865-11a:

$$\text{Gross Calorific Value} \left(\frac{\text{kal}}{\text{g}} \right) = \frac{((E-t)-e)}{m_{\text{sample}}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

m_{sampel} : massa sampel (gram)

t : kenaikan suhu (°C)

E : kapasitas kalor alat (kal/°C)

e : koreksi benang pembakar dan kawat nikelin

3.4.2.6 Laju Pembakaran

Berikut persamaan pada perhitungan laju pembakaran menurut Almu dkk. (2014):

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{massa briket yang terbakar (gram)}}{\text{waktu pembakaran (menit)}} \dots\dots\dots (3.6)$$

3.4.2.7 Perhitungan Teoretis

Nilai teoretis pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai dari setiap parameter ketika sebelum dan sesudah terbentuk menjadi briket. Nilai teoretis dapat dicari menggunakan Sistem Persamaan Linear Dua Variabel, yaitu:

$$Ax + By = C$$

Keterangan:

- A = nilai persentase komposisi serbuk gergaji kayu sengon
- x = serbuk gergaji kayu sengon
- B = nilai persentase komposisi tempurung kelapa
- y = tempurung kelapa
- C = briket

Nilai teoretis ini dihitung untuk mengetahui perbedaan angka tiap parameter sebelum dan sesudah dilakukan pirolisis.

3.4.3 Perhitungan Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari usaha briket jika dijalankan dalam skala UMKM (Usaha Mikro Kelas Menengah) yang terdiri dari beberapa perhitungan, yaitu:

b. Investasi Awal

Investasi awal diperlukan untuk mengetahui modal yang perlu dikeluarkan dengan membuat daftar barang – barang yang dibutuhkan pada kegiatan usaha secara jangka panjang.

c. Biaya Tetap

Biaya tetap merupakan biaya yang mutlak perlu dikeluarkan setiap bulan atau tahun dan tidak bergantung pada volume produksi yang dihasilkan.

d. Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan biaya yang jumlahnya sesuai dengan jumlah produksi yang dihasilkan.

e. Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan jumlah biaya yang diperlukan mulai dari pemrosesan bahan baku hingga produk dihasilkan. Berikut merupakan rumus perhitungan biaya produksi:

$$\text{Biaya Produksi} = \text{Biaya Tetap} + \text{Biaya Variabel}$$

f. Asumsi Harga Jual

Asumsi harga jual dihitung untuk mengetahui pendapatan yang dibutuhkan untuk mencapai keuntungan. Berikut merupakan rumus perhitungan asumsi harga jual:

$$\text{Asumsi Harga Jual} = \frac{\text{Biaya Produksi}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

g. Pendapatan

Pendapatan merupakan total penghasilan yang masuk dari hasil kegiatan penjualan. Berikut merupakan rumus perhitungan pendapatan:

$$\text{Pendapatan} = \text{Kapasitas Produksi} \times \text{Harga Jual}$$

h. Keuntungan

Keuntungan merupakan kelebihan pendapatan yang didapatkan dari hasil penjualan. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai keuntungan:

$$\text{Keuntungan} = \text{Pendapatan} - \text{Biaya Produksi}$$

i. BEP (*Break Even Point*)

BEP merupakan titik impas agar suatu usaha tidak mengalami kerugian maupun keuntungan. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai BEP:

$$\text{BEP Produksi} = \frac{\text{Biaya Produksi}}{\text{Harga Jual}}$$

j. R/C Ratio (*Revenue Cost Ratio*)

R/C Ratio adalah jumlah pendapatan yang diperoleh dari biaya yang dikeluarkan. Berikut merupakan rumus perhitungan R/C Ratio:

$$\frac{R}{C} \text{ Ratio} = \frac{\text{Pendapatan}}{\text{Biaya Produksi}}$$

k. ROI (*Return of Investment*)

ROI merupakan tingkat pengembalian investasi, Berikut merupakan perhitungan dari ROI:

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan Bersih}}{\text{Biaya Produksi}} \times 100\%$$

l. PBP (*Pay Back Periode*)

PBP merupakan lama waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal. Berikut merupakan perhitungan dari PBP:

$$PBP = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Keuntungan per Tahun}}$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Proksimat Bahan Baku

Pada penelitian ini kedua bahan baku dilakukan uji terlebih dahulu secara triplo untuk mengetahui karakteristik dasarnya. Bahan baku yang dilakukan pada pengujian ini belum diberikan perlakuan apapun setelah proses pengambilan dari sumber. Berikut merupakan hasil rata – rata uji proksimat dari serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa yang tertera pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Proksimat Bahan Baku

| | Serbuk Gergaji Kayu Sengon | Tempurung Kelapa |
|---------------------|----------------------------|------------------|
| Kadar Air (%) | 42,95 | 14,66 |
| Kadar Volatile (%) | 44,33 | 61,27 |
| Kadar Abu (%) | 0,59 | 0,40 |
| Kadar Karbon (%) | 12,12 | 23,68 |
| Total (%) | 100 | 100 |
| Nilai Kalor (Kal/g) | 3569,59 | 4971,76 |

Sesuai yang tercantum pada Tabel 4.1, nilai kadar air dan kadar karbon yang terkandung pada serbuk gergaji kayu sengon lebih besar jika dibandingkan dengan tempurung kelapa. Sementara itu, nilai kadar volatile, kadar abu, dan bilai kalor pada tempurung kelapa lebih besar jika dibandingkan dengan serbuk gergaji kayu sengon.

4.2 Analisis Proksimat Briket

Hasil proksimat dari briket berbahan baku serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa ini didapatkan setelah melalui pengujian beberapa parameter dengan metode yang sesuai dengan ASTM. Pengujian ini dilakukan secara triplo atau menggunakan 3 contoh sampel untuk dijadikan sebagai perbandingan yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut merupakan nilai rata – rata uji proksimat dari kelima sampel briket yang tertera pada Tabel 4.2

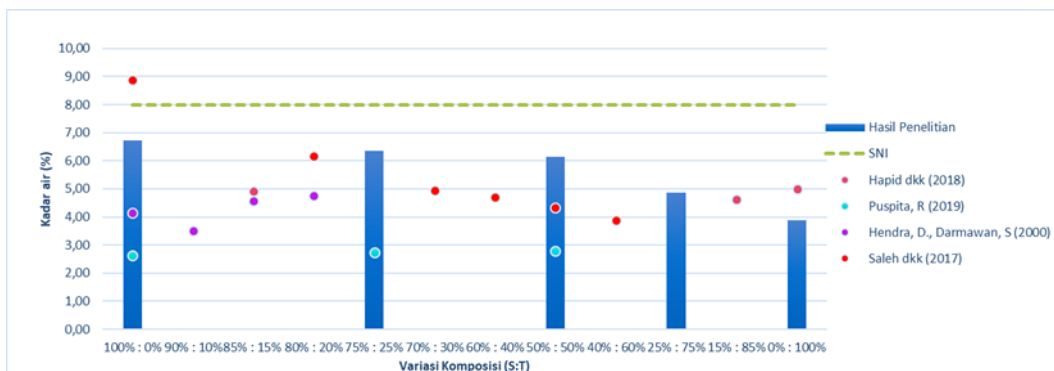
Tabel 4.2 Hasil Uji Proksimat Briket

| | S:T (100% : 0%) | S:T (75% : 25%) | S:T (50% : 50%) | S:T (25% : 75%) | S:T (0% : 100%) |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kadar Air (%) | 6,71 | 6,36 | 6,15 | 4,86 | 3,87 |
| Kadar Volatile (%) | 17,58 | 16,51 | 15,66 | 14,79 | 13,43 |
| Kadar Abu (%) | 7,21 | 5,93 | 4,74 | 3,57 | 2,38 |
| Kadar Karbon (%) | 68,50 | 71,19 | 73,45 | 76,77 | 80,32 |
| Total (%) | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Nilai Kalor (Kal/g) | 3569,59 | 4971,76 | 3569,59 | 4971,76 | 4971,76 |

4.2.1 Kadar Air

Gambar 4.1 menunjukkan grafik nilai kadar air briket pada penelitian ini maupun penelitian terdahulu. Pada penelitian ini, nilai kadar air pada kelima sampel sudah memenuhi SNI 01-6235-2000, yaitu kandungan kadar air pada briket minimal 8%. Diantara kelima sampel, Sampel A memiliki nilai kadar air tertinggi, yaitu sebesar 6,71% dan yang terendah dimiliki oleh Sampel E sebesar 3,87%. Tingginya nilai kadar air pada sampel A dikarenakan serbuk gergaji memiliki banyak jumlah pori sehingga kemampuannya dalam menyimpan air lebih besar (Triono, 2011).

Sesuai yang tertera pada Gambar 4.1, tren nilai kadar air briket pada penelitian ini menurun seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa dan sejalan dengan hasil penelitian Saleh dkk. (2017). Namun, pada penelitian Puspita, R (2019) menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu nilai kadar air semakin tinggi seiring dengan adanya penambah tempurung kelapa. Sedangkan pada penelitian Hapid dkk. (2018) dan Hendra, D., Darmawan S (2000) menunjukkan tren nilai kadar air yang cukup fluktuatif, artinya penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada hasil kadar air.



Gambar 4.1 Perbandingan Nilai Kadar Air Sampel dengan Penelitian Terdahulu

Adapun grafik pada Gambar 4.2 yang menunjukkan nilai kadar air teoretis dan kadar air briket. Kadar air teoretis didapatkan setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar Air Teoretis (\%)} = (\text{persentase serbuk gergaji} \times \text{kadar air bahan}) + (\text{persentase tempurung kelapa} \times \text{kadar air bahan})$$

Sedangkan nilai kadar air briket didapatkan dari hasil pengujian kadar air secara langsung.

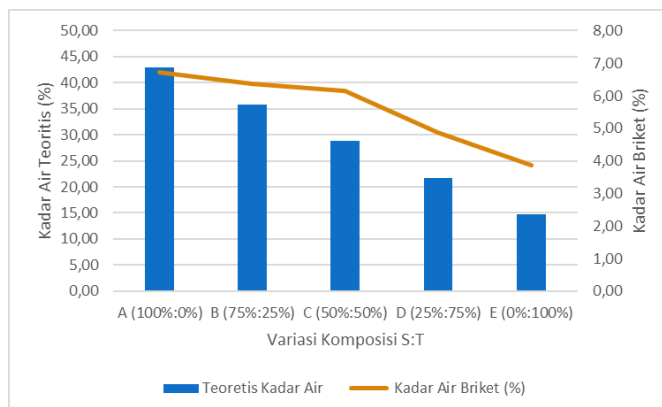
Dapat dilihat bahwa tren yang dimiliki kadar air teoretis dengan kadar air briket mengalami penurunan seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa. Persentase penurunan pada setiap sampel dicari dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Penurunan} = \frac{(\text{kadar air teoretis} - \text{kadar air briket})}{\text{kadar air teoretis}} \times 100$$

Contoh perhitungan sampel A:

$$\% \text{Penurunan} = \frac{(42,95\% - 6,71\%)}{42,95\%} \times 100 = 84,37\%$$

Setelah semua sampel dicari persentase penurunannya, didapatkan nilai rata – rata persentase pengurangan kadar air setelah dilakukan pirolisis, yaitu 79,30%.

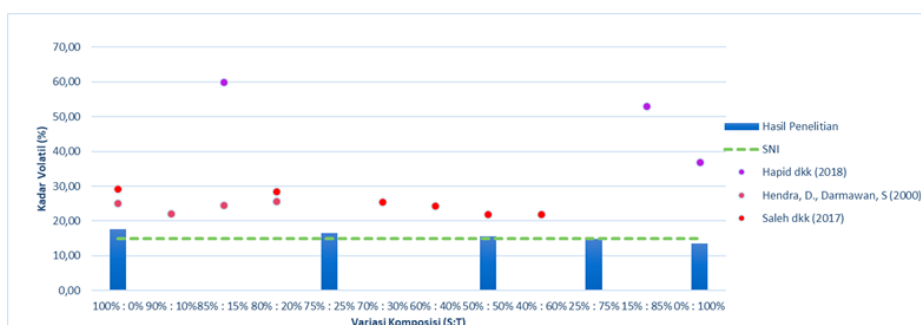


Gambar 4.2 Nilai Kadar Air Teoretis dan Kadar Air Briket

4.2.2 Kadar Volatile

Gambar 4.3 menunjukkan grafik nilai kadar volatile briket pada penelitian ini maupun penelitian terdahulu. Pada penelitian ini, masih terdapat nilai kadar volatile yang melebihi angka 15%, yaitu sampel A, B, dan C sehingga belum memenuhi SNI 01-6235-2000. Hal ini diduga karena senyawa – senyawa volatile yang terkandung pada bioarang belum mengalami penguapan secara sempurna. Suhu minimal pengeringan agar penguapan dapat terjadi dengan sempurna adalah 920°C (Naufal, 2022). Sedangkan pada penelitian ini suhu yang digunakan adalah 500°C.

Sesuai yang tertera pada Gambar 4.3, tren nilai kadar volatile briket pada penelitian ini menurun seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa dan sejalan dengan hasil penelitian Saleh dkk. (2017) dan Hapid dkk. (2018). Sedangkan pada penelitian Hendra, D., Darmawan S (2000) menunjukkan tren nilai kadar volatile yang cukup fluktuatif, artinya penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada hasil kadar volatile.



Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Kadar Volatile Sampel dengan Penelitian Terdahulu

Adapun grafik pada Gambar 4.4 yang menunjukkan nilai kadar volatile teoretis dan kadar volatile briket. Kadar volatile teoretis didapatkan setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$KV\ Teoretis\ (\%) = (\text{persentase serbuk gergaji} \times KV\ \text{bahan}) + (\text{persentase tempurung kelapa} \times KV\ \text{bahan})$$

Sedangkan nilai kadar volatile briket didapatkan dari hasil pengujian kadar volatile secara langsung.

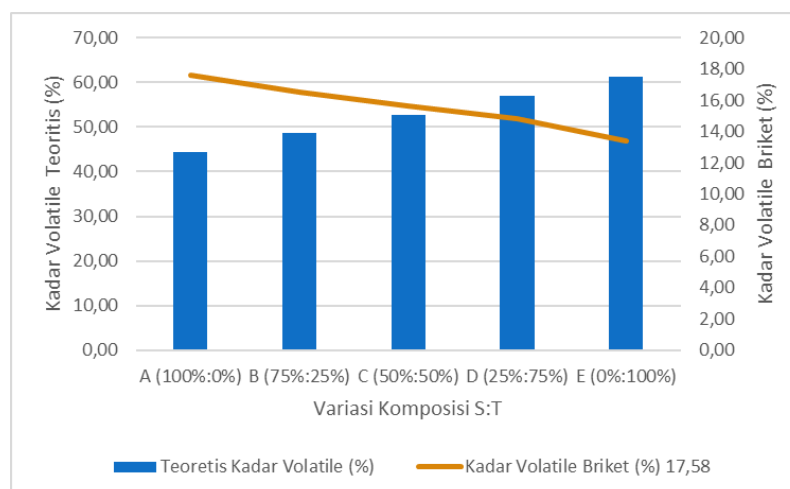
Dapat dilihat bahwa tren yang dimiliki oleh kadar volatile teoretis dengan kadar volatile briket menunjukkan perbedaan. Seiring dengan penambahan arang tempurung kelapa, nilai kadar volatile teoretis terus meningkat dan nilai kadar volatile briket terus menurun. Persentase penurunan pada setiap sampel dicari dengan menggunakan rumus:

$$\%Penurunan = \frac{(\text{kadar volatile teoretis} - \text{kadar volatile briket})}{\text{kadar volatile teoretis}} \times 100$$

Contoh perhitungan sampel A:

$$\%Penurunan = \frac{(44,33\% - 17,58\%)}{44,33\%} \times 100 = 60,35\%$$

Setelah semua sampel dicari persentase penurunannya, didapatkan nilai rata – rata persentase pengurangan kadar volatile setelah dilakukan pirolisis, yaitu sebesar 69,77%.

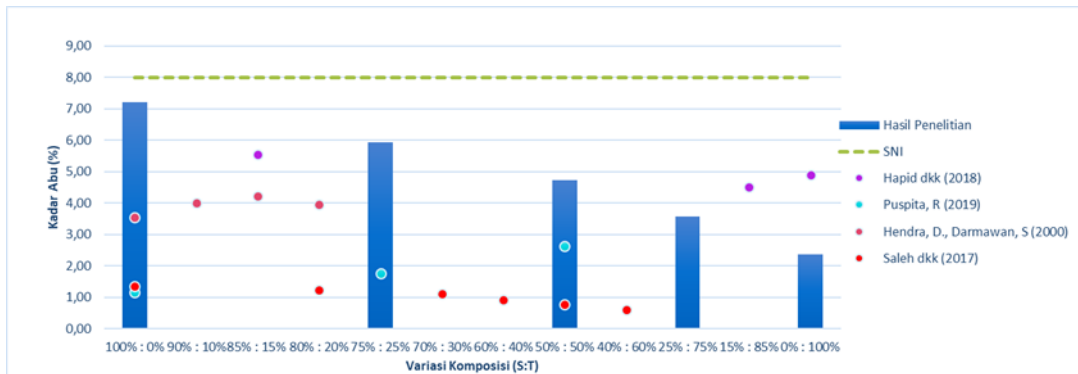


Gambar 4.4 Nilai Kadar Volatile Teoretis dan Kadar Volatile Briket

4.2.3 Kadar Abu

Gambar 4.5 menunjukkan grafik nilai kadar abu briket pada penelitian ini maupun penelitian terdahulu. Pada penelitian ini, nilai kadar abu pada kelima sampel tidak ada yang melebihi SNI 01-6235-2000, yaitu 8%. Diantara kelima sampel, Sampel A memiliki nilai kadar abu tertinggi, yaitu sebesar 7,21% dan yang terendah dimiliki oleh Sampel E sebesar 2,38%. Nilai kadar abu yang terdapat pada briket dapat dipengaruhi oleh kadar abu dan silika yang terkandung pada bahan baku (Mokodompit, 2012). Hal ini dibuktikan pada Tabel 4.5 bahwa kadar abu yang dimiliki serbuk gergaji kayu sengon lebih besar daripada tempurung kelapa.

Sesuai yang tertera pada Gambar 4.5, tren nilai kadar abu briket pada penelitian ini menurun seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa dan sejalan dengan hasil penelitian Saleh dkk. (2017). Namun, pada penelitian Puspita (2019) menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu nilai kadar abu semakin tinggi seiring dengan adanya penambah tempurung kelapa. Sedangkan pada penelitian Hapid dkk. (2018) dan Hendra, D., Darmawan S (2000) menunjukkan tren nilai kadar abu yang cukup fluktuatif, artinya penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada hasil kadar abu.



Gambar 4.5 Perbandingan Nilai Kadar Abu Sampel dengan Penelitian Terdahulu

Adapun grafik pada Gambar 4.6 yang menunjukkan nilai kadar abu teoretis dan kadar abu briket. Kadar abu teoretis didapatkan setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar Abu Teoretis (\%)} = (\text{persentase serbuk gergaji} \times \text{kadar abu bahan}) + (\text{persentase tempurung kelapa} \times \text{kadar abu bahan})$$

Sedangkan nilai kadar abu briket didapatkan dari hasil pengujian kadar abu secara langsung.

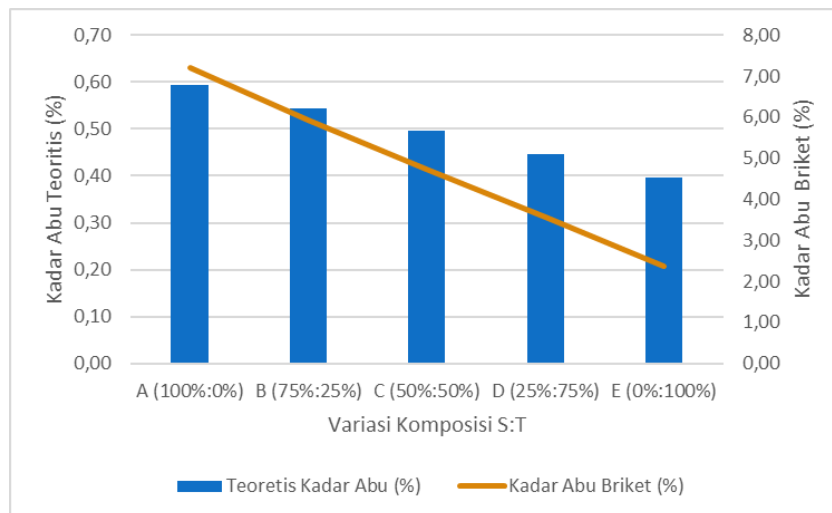
Dapat dilihat bahwa tren yang dimiliki kadar abu teoretis dengan kadar abu briket mengalami penurunan seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa. Namun, nilai teoretis dengan nilai ketika sudah menjadi briket mengalami kenaikan. Maka dari itu, persentase kenaikan pada setiap sampel dicari dengan menggunakan rumus:

$$\%Kenaikan = \frac{(kadar\ abu\ briket - kadar\ abu\ teoretis)}{kadar\ abu\ briket} \times 100$$

Contoh perhitungan sampel A:

$$\%Kenaikan = \frac{(7,21\% - 0,59\%)}{7,21\%} \times 100 = 91,75\%$$

Setelah semua sampel dicari persentase kenaikannya, didapatkan nilai rata – rata persentase kenaikan kadar abu setelah dilakukan pirolisis, yaitu sebesar 88,60%.



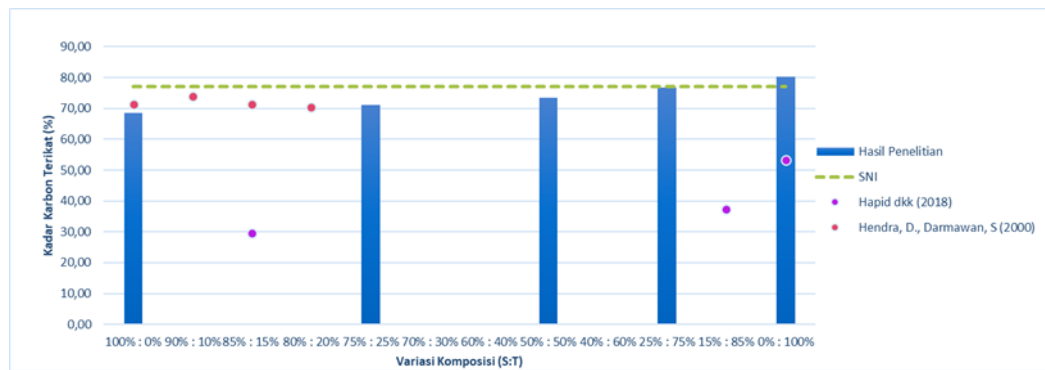
Gambar 4.6 Nilai Kadar Abu Teoretis dan Kadar Abu Briket

4.2.4 Kadar Karbon Terikat

Gambar 4.7 menunjukkan grafik nilai kadar karbon terikat briket pada penelitian ini maupun penelitian terdahulu. Pada penelitian ini, nilai kadar karbon terikat pada kelima sampel sudah memenuhi SNI 01-6235-2000, yaitu tidak lebih dari 77%. Dari kelima sampel, sampel E memiliki nilai kadar karbon tertinggi,

yaitu sebesar 80,32% dan yang terendah dimiliki oleh Sampel A sebesar 68,50%. Tingginya nilai karbon terikat ini dipengaruhi oleh rendahnya jumlah kadar volatile yang terkandung pada briket (Saripuddin, 1996). Hal ini dibuktikan pada sampel E yang memiliki kadar karbon terikat yang tinggi, ternyata memiliki kadar volatile terendah jika dibandingkan dengan 5 sampel lainnya.

Sesuai yang tertera pada Gambar 4.7, tren nilai kadar karbon terikat briket pada penelitian ini menaik seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa dan sejalan dengan hasil penelitian Hapid dkk. (2018). Sedangkan pada penelitian Hendra, D., Darmawan S (2000) menunjukkan tren nilai kadar karbon terikat yang cukup fluktuatif, artinya penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada hasil kadar karbon terikat.



Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Kadar Karbon Terikat Sampel dengan Penelitian Terdahulu

Adapun grafik pada Gambar 4.8 yang menunjukkan nilai kadar karbon terikat teoretis dan kadar karbon terikat briket. Kadar karbon terikat teoretis didapatkan setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

Karbon Terikat Teoretis (%)

$$= (\text{persentase serbuk gergaji} \times \text{karbon terikat bahan}) + (\text{persentase tempurung kelapa} \times \text{karbon terikat bahan})$$

Sedangkan nilai kadar karbon terikat briket didapatkan dari hasil pengujian kadar karbon terikat secara langsung.

Dapat dilihat bahwa tren yang dimiliki kadar karbon terikat teoretis dengan kadar karbon terikat mengalami peningkatan seiring dengan adanya

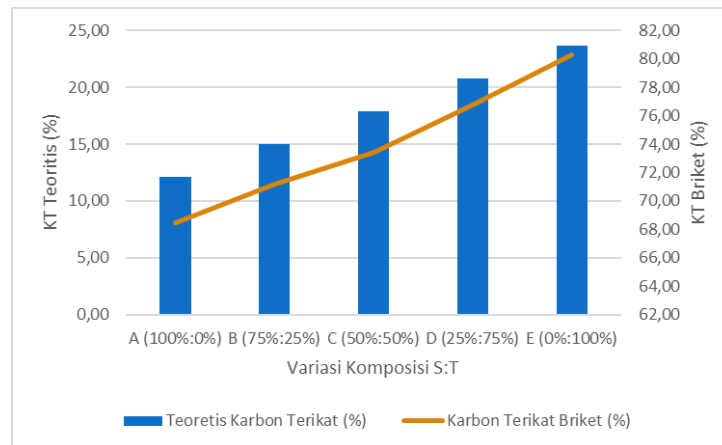
penambahan tempurung kelapa. Persentase penurunan pada setiap sampel dicari dengan menggunakan rumus:

$$\%Kenaikan = \frac{(kadar\ karbon\ terikat\ briket - kadar\ karbon\ terikat\ teoretis)}{kadar\ karbon\ terikat\ briket} \times 100$$

Contoh perhitungan sampel A:

$$\%Kenaikan = \frac{(68,50\% - 12,12\%)}{68,50\%} \times 100 = 82,30\%$$

Setelah semua sampel dicari persentase kenaikannya, didapatkan nilai rata – rata persentase kenaikan kadar volatile setelah dilakukan pirolisis, yaitu sebesar 76,06%.



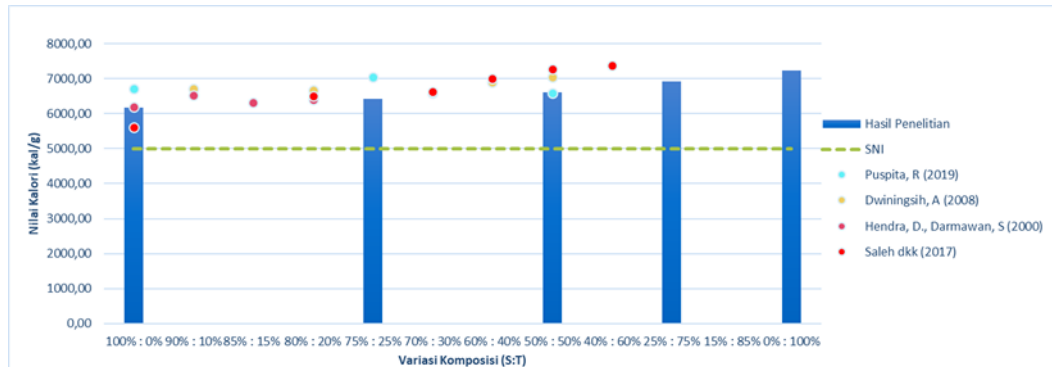
Gambar 4.8 Nilai Karbon Terikat Teoretis dan Karbon Terikat Briket

4.2.5 Nilai Kalor

Gambar 4.9 menunjukkan grafik nilai kalor briket pada penelitian ini maupun penelitian terdahulu. Pada penelitian ini, nilai kalor pada kelima sampel sudah memenuhi SNI 01-6235-2000, yaitu lebih dari 5000 kal/g. Diantara kelima sampel, Sampel E memiliki nilai kalor tertinggi, yaitu sebesar 7241,729 kal/g dan yang terendah dimiliki oleh Sampel A sebesar 6179,229 kal/g. Sampel E menghasilkan nilai kalor tertinggi karena terdiri dari 100% tempurung kelapa. Hal ini sejalan dengan pernyataan Geonadi dkk. (2005) bahwa nilai kalor dari briket tempurung kelapa yaitu sebesar 6600 kal.g.

Sesuai yang tertera pada Gambar 4.9, tren nilai kalor briket pada penelitian ini menaik seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa dan sejalan

dengan hasil penelitian Saleh dkk. (2017). Sedangkan pada penelitian Dwiningsih, A (2008), Hendra, D., Darmawan S (2000), dan Puspita, R (2019) menunjukkan tren nilai kalor yang cukup fluktuatif, artinya penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan.



Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Kalor Sampel dengan Penelitian Terdahulu

Adapun grafik pada Gambar 4.10 yang menunjukkan nilai kalor teoretis dan nilai kalor briket. Nilai kalor teoretis didapatkan setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kalor Teoretis (\%)} = (\text{persentase serbuk gergaji} \times \text{nilai kalor bahan}) + (\text{persentase tempurung kelapa} \times \text{nilai kalor bahan})$$

Sedangkan nilai kalor briket didapatkan dari hasil pengujian kalor secara langsung.

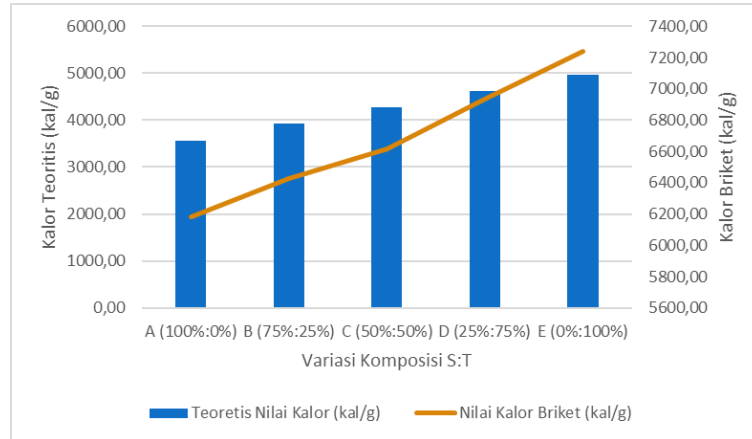
Dapat dilihat bahwa tren yang dimiliki pada nilai kalor teoretis dengan nilai kalor briket mengalami peningkatan seiring dengan adanya penambahan tempurung kelapa. Persentase penurunan pada setiap sampel dicari dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Kenaikan} = \frac{(\text{nilai kalor teoretis} - \text{nilai kalor briket})}{\text{nilai kalor teoretis}} \times 100$$

Contoh perhitungan sampel A:

$$\% \text{Kenaikan} = \frac{(6179,23 \text{ kal/g} - 3569,59 \text{ kal/g})}{6179,23 \text{ kal/g}} \times 100\% = 42,23\%$$

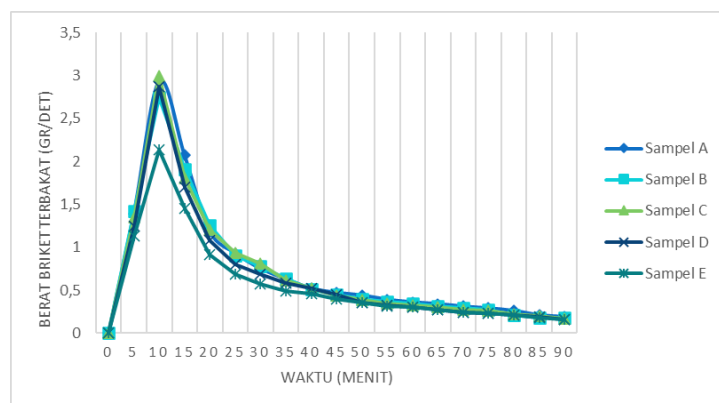
Setelah semua sampel dicari persentase kenaikannya, didapatkan nilai rata – rata persentase kenaikan nilai kalor setelah dilakukan pirolisis, yaitu sebesar 36,27%.



Gambar 4.10 Nilai Kalor Teoretis dan Nilai Kalor Briket

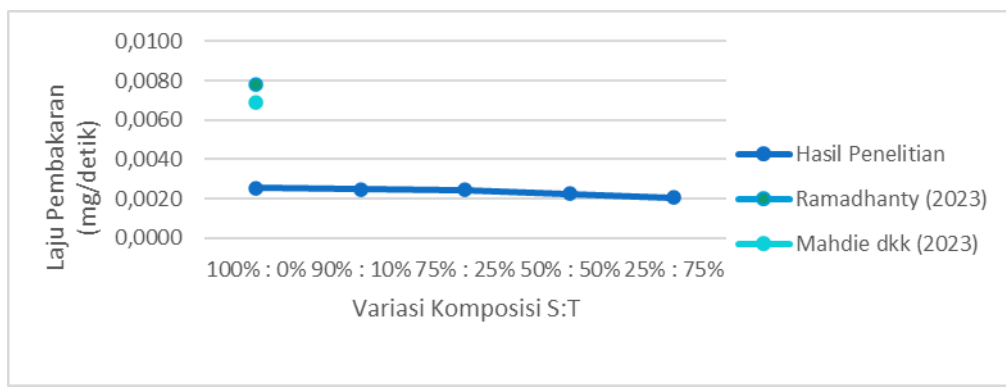
4.2.6 Laju Pembakaran

Gambar 4.11 menunjukkan grafik dari berat briket yang terbakar dari kelima sampel briket selama 90 menit dengan suhu sebesar 400°C dan ditinjau perubahan berat briket yang terbakar setiap 5 menit. Dari kelima sampel, sampel C memiliki puncak berat briket terbakar yang paling besar, yaitu 2,99 gram pada menit ke-10. Sedangkan puncak berat briket terbakar yang terkecil diperoleh oleh sampel E sebesar 2,14 gram pada menit ke-10. Lalu, jika dilihat dari waktu yang dibutuhkan agar berat briket terbakar mulai menurun, sampel A membutuhkan waktu yang lebih lama jika dibandingkan keempat sampel lainnya, yaitu 15 menit.



Gambar 4.11 Berat Briket Terbakar berbagai Sampel

Adapun pola grafik laju pembakaran dari sampel penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 cenderung menurun seiring dengan penambahan komposisi tempurung kelapa. Nilai laju pembakaran briket terendah terdapat pada sampel E sebesar 0.1178 gr, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sampel A sebesar 0.614 gr. Semakin tinggi penambahan biomassa, nilai volatile matter pun akan semakin menaik sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat (Sulistyanto, 2006). Selain itu, jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhanty (2023) dan Mahdie (2023), nilai laju pembakaran pada penelitian ini jauh di bawah kedua penelitian tersebut.



Gambar 4.12 Perbandingan Laju Pembakaran Sampel dengan Penelitian Terdahulu

4.3 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi ini dibuat untuk mengetahui potensi keberlanjutan dari usaha pembuatan briket dengan campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan penambahan tempurung kelapa dari segi ekonomi. Pada perhitungan analisis ekonomi ini terdiri dari beberapa asumsi, yaitu:

1. Variasi komposisi yang digunakan adalah campuran serbuk gergaji kayu sengon dengan tempurung kelapa pada rasio 25% : 75% atau sampel D karena ditinjau hasil data pengujian, campuran tersebut memiliki kualitas paling baik.
2. Kegiatan produksi dilakukan selama 6 hari dalam seminggu. Artinya kapasitas produksi dihitung perbulan/24 hari.
3. Tenaga utama pada kegiatan produksi briket ini adalah tenaga manusia.
4. Jumlah produksi perkilo gram briket kering perbulan

Berikut merupakan analisis ekonomi pembuatan briket dengan campuran 25% serbuk gergaji sengon dengan 75% tempurung kelapa:

A. Investasi Awal

Seperti yang tertera pada Tabel 4.3, biaya investasi awal meliputi alat – alat yang akan digunakan selama proses kegiatan produksi briket dengan total harga satuannya sebesar Rp85.235.000. Namun, terdapat beberapa alat yang membutuhkan lebih dari satu buah sehingga total biaya investasi awal secara keseluruhan adalah Rp85.420.000

Tabel 4.3 Biaya Investasi Awal

| No | Barang | Jumlah (buah) | Nilai Satuan (Rp) | Total Harga (Rp) |
|--------------|---|---------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Alat pirolisis (kapasitas 100 liter) | 1 | Rp38.000.000 | Rp38.000.000 |
| 2 | Hydraulic press (kapasitas 20 briket) | 1 | Rp30.000.000 | Rp30.000.000 |
| 3 | Timbangan digital | 1 | Rp2.000.000 | Rp2.000.000 |
| 4 | Kompas gas 2 tungku | 1 | Rp350.000 | Rp350.000 |
| 5 | Oven listrik (18 liter, suhu 300°C) | 1 | Rp8.800.000 | Rp8.800.000 |
| 6 | Alat penghancur arang (kapasitas 25 kg/jam) | 1 | Rp5.900.000 | Rp5.900.000 |
| 7 | Shieve shaker 20 mesh | 2 | Rp185.000 | Rp370.000 |
| Total | | | Rp85.235.000 | Rp85.420.000 |

B. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan selama kegiatan bisnis berlangsung namun tidak dipengaruhi oleh volume barang yang diproduksi. Biaya tetap biasanya dibayarkan secara rutin, baik perbulan maupun pertahun.

Berdasarkan Tabel 4.4, biaya tetap yang perlu dikeluarkan yaitu sebesar Rp1.395.920 perbulannya atau Rp6.751.040 pertahun meliputi biaya listrik, air, dan penyusutan. Untuk biaya listrik, kapasitas yang

digunakan sebesar 900 volt dengan harga per kWh sebesar Rp1.352. Selama sebulan, penggunaan listrik pada kegiatan usaha ini sekitar 6 kWh dengan pemakaian alat 8 jam sehari, sehingga jika dikalikan dalam sebulan perlu mengeluarkan biaya sebesar Rp1.297.920/bulan. Sedangkan untuk biaya air, usaha ini termasuk dalam golongan pelanggan IIIB dan termasuk blok pemakaian 0 – 3 m³ sehingga harga per m³nya sebesar Rp4.900. Selama sebulan, air yang dibutuhkan selama kegiatan usaha ini sebesar 0,058m³, sehingga jika dikalikan dalam sebulan perlu mengeluarkan biaya sebesar Rp98.000. Lalu, terdapat juga biaya penyusutan 5% atau sebesar Rp837.552.

Tabel 4.4 Biaya Tetap

| No | Keterangan | Satuan | Jumlah | Harga Satuan (Rp) | Harga 20 kali Pembuatan/ Bulan (Rp) | Harga/ Tahun (Rp) |
|--------------|---|----------------|--------|-------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | Listrik (900 volt) - Alat Pirolisis (3000 watt) - Oven (100 watt) | kWh | 6 | Rp1.352 | Rp1.297.920 | Rp15.575.040 |
| 2 | Air | m ³ | 0,023 | Rp4.900 | Rp98.000 | Rp1.176.000 |
| 3 | Penyusutan 5% | | | | | Rp837.552 |
| Total | | | | RP6.252 | RP1.395.920 | RP16.751.040 |

C. Biaya Variabel

Biaya variabel ini merupakan biaya usaha yang sifatnya dinamis atau menyesuaikan dengan volume produksi. Sesuai pada tabel 4.5, total biaya variabel dalam sebulan adalah Rp3.440.000 atau Rp41.280.000 dalam setahun. Biaya variabel yang terdapat pada kegiatan usaha ini meliputi bahan baku, gas, upah karyawan, dan kemasan.

Tabel 4.5 Biaya Variabel

| No | Barang | Satuan | Jumlah | Harga Satuan (Rp) | Total Harga (Rp) | Harga 20 kali Pembuatan/ Bulan (Rp) | Harga/ Tahun (Rp) |
|--------------|----------------------------|--------|--------|-------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | Serbuk Gergaji Kayu Sengon | Kg | 10 | Rp500 | Rp5.000 | Rp100.000 | Rp1.200.000 |
| 2 | Tempurung Kelapa | Kg | 20 | Rp1.200 | Rp24.000 | Rp480.000 | Rp5.760.000 |
| 3 | Tepung Tapioka | Kg | 3 | Rp1.500 | Rp15.000 | Rp300.000 | Rp3.600.000 |
| 4 | Gas | Kg | 3 | Rp6.000 | Rp18.000 | Rp360.000 | Rp4.320.000 |
| 5 | Upah Karyawan | Orang | 3 | Rp25.000 | Rp75.000 | Rp1.500.000 | Rp18.000.000 |
| 6 | Kemasan Kardus | Pcs | 35 | Rp1.000 | Rp35.000 | Rp700.000 | Rp8.400.000 |
| Total | | | | RP38.700 | RP172.000 | RP3.440.000 | RP41.280.000 |

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, bahan baku terdiri dari serbuk gergaji kayu sengon sebanyak 10 kg dan tempurung kelapa sebesar 20 kg. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, arang yang didapatkan dari bahan baku serbuk gergaji kayu sengon adalah 35% dari bahan baku yang masuk atau sekitar 6,5 kg. Sedangkan pada bahan baku tempurung kelapa, arang yang akan didapatkan adalah 40% dari bahan baku yang masuk atau sekitar 19 kg.

Ketika penelitian, dalam pembuatan 1 jenis sampel D memerlukan 87,5 gram arang serbuk gergaji kayu sengon dengan 262,5 gram arang tempurung kelapa atau total arang campurannya sebesar 350 gram. Setiap 350 gram campuran arang memerlukan perekat yang terdiri dari 35 gram tepung tapioka dan 325 air, kemudian akan terbentuk adonan. Adonan tersebut akan menghasilkan 6 buah briket dengan berat briket masing –

masing kurang lebih 80 gram. Jika diperhitungkan, bisnis ini dalam sekali pembuatan dapat memproduksi 34,56 kg atau 35 kg jika dibulatkan.

Adapun berikut total biaya produksi:

$$\begin{aligned}\text{Biaya produksi} &= \text{Biaya tetap} + \text{Biaya variabel} \\ &= \text{Rp}16.751.040 + \text{Rp}41.280.000 \\ &= \text{Rp}58.031.040\end{aligned}$$

D. Kapasitas Produksi

Pendapatan merupakan uang yang akan diterima oleh pemilik usaha dari hasil penjualan. Jika dalam sehari pembuatan briket yang dihasilkan mencapai 35 kg briket, maka dalam sebulan dapat mencapai 35 kg x 24 = 840 kg/bulan atau dalam setahun briket yang dapat diproduksi sebesar 10.080 kg/tahun

E. Asumsi Harga Jual

$$\text{Asumsi Harga Jual} = \frac{\text{Biaya Produksi}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{\text{Rp}58.031.040}{10.080} = \text{Rp}5.757/\text{kg}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, asumsi harga jual untuk briket dengan jenis sampel D adalah Rp5.757/kg. Untuk harga jual, dapat diperkirakan sekitar Rp9.000/kg.

F. Pendapatan

Pendapatan merupakan uang yang akan diterima oleh pemilik usaha dari hasil penjualan.

$$\begin{aligned}\text{Pendapatan} &= \text{Kapasitas produksi} \times \text{Harga Jual} \\ &= 10.080 \text{ kg} \times \text{Rp}9.000 = \text{Rp}90.720.000\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, pendapatan untuk briket dengan jenis sampel D adalah Rp90.720.000/tahun.

G. Keuntungan

Keuntungan adalah hasil dari selisih antara pendapat dengan biaya produksi, maka berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan Pertahun} &= \text{Pendapatan} - \text{Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp}90.720.000 - \text{Rp}58.031.040 \\ &= \text{Rp}32.688.960\end{aligned}$$

H. BEP (*Break Even Point*)

BEP adalah titik impas agar usaha tidak mengalami kerugian maupun keuntungan

$$BEP \text{ Produksi} = \frac{\text{Biaya Produksi}}{\text{Harga Jual}} = \frac{Rp58.031.040}{Rp9.000} = 6.447 \text{ kg}$$

Artinya, titik impas terpenuhi ketika hasil produksi mencapai 6.447 kg.

I. R/C Ratio (*Revenue Cost Ratio*)

R/C adalah angka pendapatan yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan. Jika R/C melebihi 1 artinya usaha layak untuk dijalankan.

$$\frac{R}{C} \text{ Ratio} = \frac{\text{Penjualan}}{\text{Biaya Produksi}} = \frac{Rp90.720.000}{Rp58.031.040} = 1,56$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa usaha ini memang layak untuk dijalankan karena nilai R/C Ratio yang didapatkan sebesar 1,56.

J. ROI (*Return of Invesment*)

ROI merupakan tingkat pengembalian investasi. Hasil perhitungan menunjukkan hubungan antara keuntungan yang didapatkan dengan modal usaha yang ditanamkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan Bersih}}{\text{Biaya Produksi}} \times 100\% = \frac{Rp32.688.960}{Rp58.031.040} \times 100\% = 56\%$$

Dari hasil perhitungan diatas mengartikan bahwa keuntungan yang didapatkan dalam setahun produksi, yaitu sebesar 56%.

K. PBP (*Pay Back Periode*)

PBP yaitu waktu yang dibutuhkan agar modal yang sudah ditanamkan dapat kembali.

$$PBP = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Keuntungan per Tahun}} = \frac{Rp16.751.040}{Rp32.688.960} = 0,51 \text{ tahun}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian analisis pada sampel briket, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik fisik briket dari komposit serbuk gergaji kayu kelas kuat 4 dengan tempurung kelapa menunjukkan kecenderungan penurunan nilai kadar air, kadar volatile, kadar abu, dan laju pembakaran dan kenaikan pada nilai karbon terikat dan kalor seiring dengan adanya penambahan arang tempurung kelapa. Artinya, penambahan tempurung kelapa ini memberikan pengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan.
2. Berdasarkan analisis ekonomis yang telah dilakukan, usaha briket dengan bahan baku berupa serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa ini terbukti layak. Hal ini dapat dilihat dari nilai R/C Ration yang melebihi angka 1. Selain itu, keuntungan yang didapatkan dari hasil penjualan briket ini cukup besar, yaitu Rp32.688.960/tahun sehingga *value* pada kedua limbah tersebut meningkat.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh penulis untuk penelitian dengan topik serupa di masa depan, yaitu:

1. Analisis kondisi ketika sebelum limbah dimanfaatkan dengan kondisi limbah yang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku briket dapat dilakukan menggunakan beberapa parameter lingkungan untuk mengetahui apakah dampak yang diberikan terhadap permasalahan sebelumnya besar atau tidak,
2. Perlu lebih diperhatikan suhu yang digunakan ketika proses pirolisis apakah sudah optimum atau belum agar sampel yang dihasilkan dapat memenuhi angka standar pada SNI 01-6235-2000.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 01-6235-2000. Briket Arang Kayu. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Ainul,M., Asmiani, N., Nawir, A., (2018). Analisis Pemanfaatan Briket Tempurung Kenari sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Geomine*, 1-9.
- American Society Testing and Material D3173-11 Pengujian Kadar Air.
American Society Testing and Material D3173 Pengujian Kadar Volatil.
American Society Testing and Material D3174-11 Pengujian Kadar Abu.
American Society Testing and Material D5865-11a Pengujian Nilai Kalor.
American Society Testing and Material D3172-02 (11) Pengujian Kadar Karbon Terikat.
- Anonim. (1971). Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia, PKKI 1961, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Balong, S. dkk. (2016). Karakterisasi Biobriket dari Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Entropi* Vol 11, No 02, Agustus 2016 (PP. 147-152). FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo.
- Badan Pusat Statistik (BPS) diakses dari <http://www.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 30 Juli 2023 pada jam 21.00 WIB.
- Diji. (2013). *Electricity Production From Biomass In Nigerian: Options, Prospects and Challenges*. Department of Mechanical Engineering, University of Ibadan. Ibadan: Nigeria.
- Dwiningsih, A. (2008). *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sonokeling dan Tempurung Kelapa Sebagai Briket*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Esdm.go.id. “Hingga 2030, Permintaan Energi Dunia Meningkatkan 45%”. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030->

- permintaan-energi-dunia-meningkat-45-. Diakses pada tanggal 28 November 2022, 21.00.
- Fariadhie, J. (2009). Perbandingan Briket Tempurung Kelapa dengan Ampas Tebu, Jerami dan Batu Bara. *JURNAL TEKNIK – UNISFAT*, 5(1), 1 - 8.
- Hapid dkk. (2018). Karakteristik Briket Arang dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Palapi (*Heritiera Sp*). *J.ForestSains*, 15(2), 45 – 47.
- Hendra, D., Darmawan, S. (2000). Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu dengan Penambahan Tempurung Kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 18(1), 1-9.
- Hondong, H. (2016). Karakteristik Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Berdasarkan Variasi Ukuran Butiran Arang dan Konsentrasi Perekat. Skripsi S1 Fisika Univeritas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). Outlook Energi Indonesia 2018. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Khairil. (2017). Klasifikasi Kode Mutu Kayu Provinsi Sulawesi Selatan. *INERSIA*, 13 (1), 41 – 53.
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., Kanninen, M. (2011) *Paraserienthes falcataria* (L.) Nielsen: *ekologi, silvikultur dan produktivitas*. CIFOR. Bogor.
- Kurniawan, E. W. dkk. (2019). Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat. *Jurnal Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda* .
- Lay, A. dan P.M. Pasang. (2002). Alat Penyerat Sabut Kelapa Tipe Balitka. *Konprensi Nasional Kelapa V (KNK V) Tembilaha, Riau*.
- Mahdie, dkk. (2023). Karakteristik dan Laju Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Penambahan Aromaterapi Akar Wangi (*Vetiveria Zizanoides*) dan Gaharu (*Aquilaria Malaccensis*). *Jurnal Hutan Tropis*. 11(1), 97 – 105.

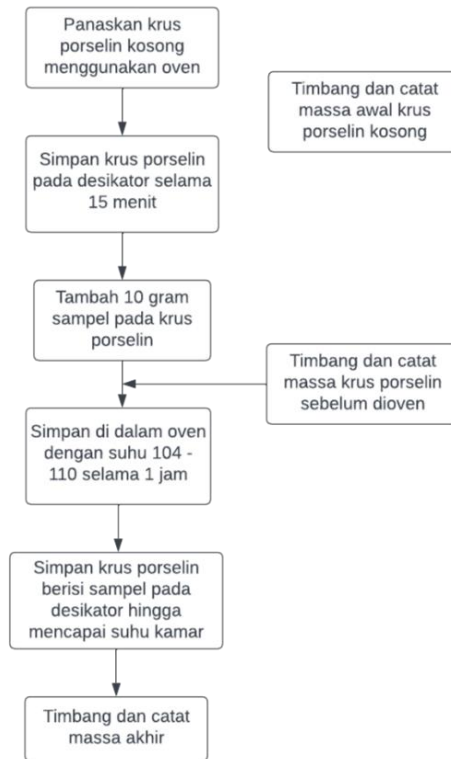
- Mokodompit, M. (2011). Pengujian Karakteristik Briket (Kadar Abu, Volatile Matter, Laju Pembakaran) Berbahan Dasar Limbah Bambu Menggunakan Perikat Limbah Nasi. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Musari, M. (2018). *Kadar NO2* Dari Pemanfaatan Bottom Ash dengan Campuran Tempurung Kelapa dan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Menjadi Briket (Studi kasus : Pltu Pangkal Susus). Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Muslich, M., Rullianty, S. (2013). Keawetan lima puluh jenis kayu terhadap uji kuburan dan uji di laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(4), 250-257.
- Mutiara, S. (2021). Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*) Dengan Variasi Kadar Perikat Tapiokadan Tipe Tungku Pirolisis. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Lampung.
- Pambudi, N. A. (2008). Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Patabang, D. (2009). Analisis Nilai Kalor Secara Eksperimental dan Teoritik dari Briket Arang Kulit Kemiri. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- Putra, A.F.R., Wardenaar, E., Husni, H. (2018). Analisa komponen kimia kayu sengon (*Albizia falcataria* (L.) Fosberg) berdasarkan posisi ketinggian batang. *Jurnal Hutan Lestari*. 6(1), 83-89.
- Ramadhanty, W. (2023). Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Sengon (*Albizia chinensis*) dan Bambu Talang (*Schizostachyum brachycladum* Kurz). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Jambi.
- Riseanggara, RR. (2008). Optimasi Kadar Perikat pada Briket Limbah Biomassa. Bogor: Perpustakaan Institut Pertanian Bogor.
- Rustini. (2004). Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian Kayu Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. Et de Vr.) dengan Penambahan Tempurung Kelapa. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saputro DD, Widayat W, Rusiyanto, Saptoadi H dan Fauzun. (2012). Karakteristik briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode

- cetak panas. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Saleh dkk. (2017). Utilization of Sawdust and Coconut Shell as Raw Materials in Briquettes Production. *Al-Kimia*, 7(1), 21-30.
- Satmoko. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sanggon Pada Tekanan Kompaksi 6000 Psig. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sembiring M., Sinaga T. (2003). Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). USU Digital Library. Sumatera Utara.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). Standar Nasional Indonesia nomor 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu. Indonesia.
- Suhartoyo dan Sriyanto. (2017). Efektifitas Briket Biomassa. *Pros. SNATIF Ke-4*, 25, 623–627.
- Sulistiyanto, Amin. (2006). Karakteristik Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *Media Mesin*, 7(2), 77-84.
- Supriyatno dan Crishna M, (2010). Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus Polban Bandung, Kelompok Energi Pusat Penelitian Fisika LIPI Jl. Cisitno No. 21/154D Komp. LIPI Bandung Telp. 022-2507773 Fax. 022- 2503050. E-mail : supriyatno03@yahoo.com - supriyatno04@gmail.com Seminar Nasional Teknik Kimia, Yogyakarta.
- Widiyanti, R. A. (2015). Pemanfaatan Kelapa Menjadi VCO (Virgin Coconut Oil) Sebagai Antibiotik Kesehatan Dalam Upaya Mendukung Visi Indonesia Sehat 2015. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015*, Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Zulkifli. (2021). Potensi dan Karakteristik Limbah Kayu Untuk Pemanfaatan Peti Buah di Desa Binanga Karaeng Kecamatan Lembang Kabupaten Pinrang. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

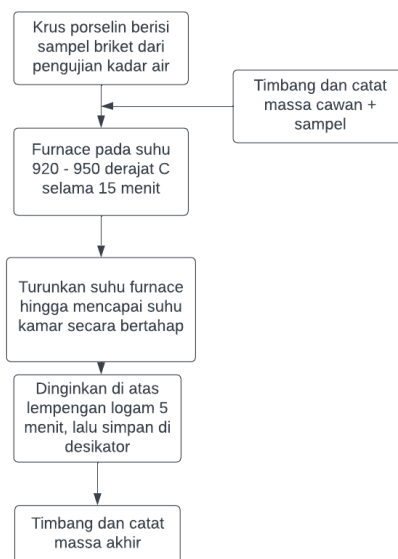
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Pengujian Kadar Air



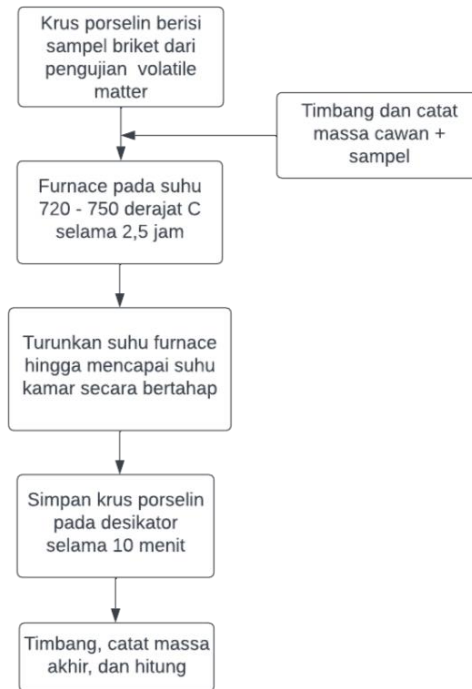
Gambar 1. Diagram Alir Pengujian Kadar Air

Lampiran 2. Diagram Alir Pengujian Kadar Volatile



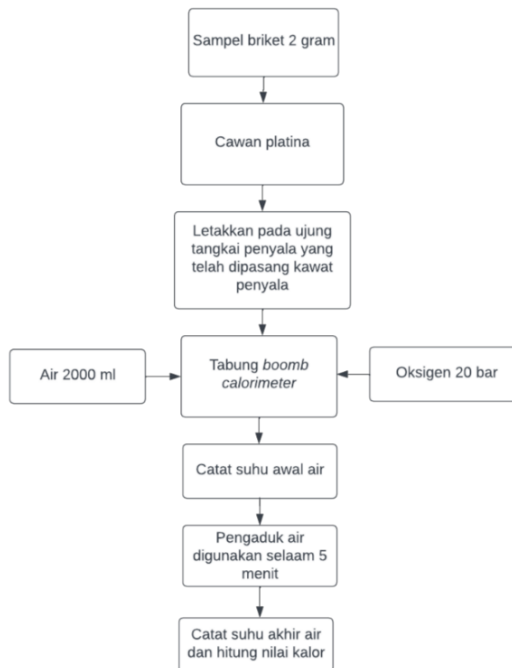
Gambar 2. Diagram Alir Pengujian Kadar Volatile

Lampiran 3. Diagram Alir Pengujian Kadar Abu



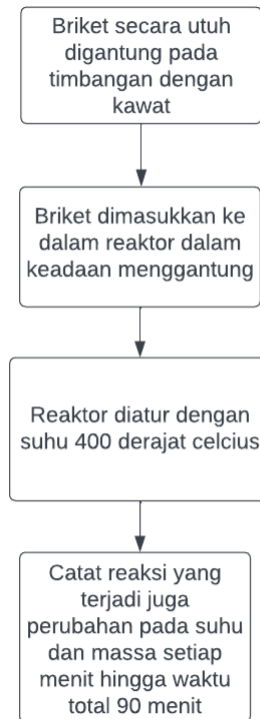
Gambar 3. Diagram Alir Pengujian Kadar Abu

Lampiran 4. Diagram Alir Pengujian Nilai Kalor



Gambar 4. Diagram Alir Pengujian Nilai Kalor

Lampiran 5. Diagram Alir Pengujian Laju Pembakaran



Gambar 5. Diagram Alir Pengujian Laju Pembakaran

Lampiran 6. Tabel Hasil Pengujian Uji Proksimat Dan Nilai Kalor

Tabel 1. Tabel Hasil Uji Proksimat Briket

| Bahan | Sampel | Kadar Air (%) | Kadar Volatile (%) | Kadar Abu (%) | Kadar Karbon Terikat (%) | Nilai Kalor (Kal/g) |
|-----------------------------------|--------|---------------|--------------------|---------------|--------------------------|---------------------|
| Sengon 100% + Tempurung Kelapa 0% | A.1 | 6,76 | 17,50 | 7,16 | 68,59 | 6128,33 |
| | A.2 | 6,77 | 17,66 | 7,26 | 68,30 | 6189,67 |
| | A.3 | 6,61 | 17,57 | 7,21 | 68,61 | 6219,70 |
| Standar Deviasi | | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,17 | 46,57 |
| Rata - Rata | | 6,71 | 17,58 | 7,21 | 68,50 | 6179,23 |
| Sengon 75% + Tempurung Kelapa 25% | B.1 | 6,33 | 16,63 | 5,94 | 71,09 | 6432,99 |
| | B.2 | 6,48 | 16,41 | 5,99 | 71,12 | 6456,70 |
| | B.3 | 6,26 | 16,50 | 5,87 | 71,37 | 6388,99 |

| Bahan | Sampel | Kadar Air (%) | Kadar Volatile (%) | Kadar Abu (%) | Kadar Karbon Terikat (%) | Nilai Kalor (Kal/g) |
|---|--------|---------------|--------------------|---------------|--------------------------|---------------------|
| Standar Deviasi | | 0,11 | 0,11 | 0,06 | 0,16 | 34,36 |
| Rata - Rata | | 6,36 | 16,51 | 5,93 | 71,19 | 6426,23 |
| Sengon 50% + Tempurung Kelapa 50% | C.1 | 6,12 | 15,70 | 4,74 | 73,45 | 6596,17 |
| | C.2 | 6,05 | 15,76 | 4,66 | 73,54 | 6631,82 |
| | C.3 | 6,29 | 15,52 | 4,81 | 73,38 | 6616,50 |
| Standar Deviasi | | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 17,88 |
| Rata - Rata | | 6,15 | 15,66 | 4,74 | 73,45 | 6614,83 |
| Sengon 25% + Tempurung Kelapa 75% | D.1 | 4,85 | 14,74 | 3,66 | 76,76 | 6927,53 |
| | D.2 | 4,79 | 14,97 | 3,49 | 76,75 | 6965,77 |
| | D.3 | 4,96 | 14,67 | 3,57 | 76,81 | 6905,15 |
| Standar Deviasi | | 0,08 | 0,16 | 0,08 | 0,03 | 30,65 |
| Rata - Rata | | 4,86 | 14,79 | 3,57 | 76,77 | 6932,82 |
| Sengon 0% + Tempurung Kelapa 100% | E.1 | 3,79 | 13,46 | 2,39 | 80,36 | 7214,58 |
| | E.2 | 3,98 | 13,32 | 2,29 | 80,42 | 7240,89 |
| | E.3 | 3,85 | 13,51 | 2,47 | 80,18 | 7269,71 |
| Standar Deviasi | | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 27,58 |
| Rata - Rata | | 3,87 | 13,43 | 2,38 | 80,32 | 7241,73 |

Tabel 2. Tabel Nilai Kalor

HASIL PENGUJIAN NILAI KALORI
BRIKET CAMPURAN TEMPURUNG KELAPA DAN SERBUK KAYU SENGON

| NO | BAHAN | A | B | | D | E | F | G | H | I |
|----|---|------|-------|-------|------|------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Serbuk Kayu Sengon | 0.56 | 25.94 | 26.81 | 0.87 | 3.00 | 6.90 | 2231.9380 | 2022.3040 | 3611.2572 |
| | | 0.51 | 25.96 | 26.75 | 0.79 | 3.20 | 7.36 | 2026.7023 | 1817.5283 | 3563.7811 |
| | | 0.58 | 25.93 | 26.81 | 0.88 | 3.70 | 8.51 | 2257.5925 | 2049.5685 | 3533.7388 |
| 2 | Tempurung Kelapa | 0.82 | 25.81 | 27.48 | 1.67 | 4.00 | 9.20 | 4284.2948 | 4076.9608 | 4971.9034 |
| | | 0.81 | 25.80 | 27.46 | 1.66 | 3.50 | 8.05 | 4258.6404 | 4050.1564 | 5000.1930 |
| | | 0.83 | 25.82 | 27.50 | 1.68 | 4.10 | 9.43 | 4309.9493 | 4102.8453 | 4943.1871 |
| 3 | Briket Serbuk Kayu Sengon 100 % Tempurung Kelapa 0 % Suhu Pirolisis 500 °, Kanji 10 % | 0.51 | 25.82 | 27.12 | 1.30 | 3.00 | 6.90 | 3335.0798 | 3125.4458 | 6128.3251 |
| | | 0.53 | 25.83 | 27.19 | 1.36 | 3.50 | 8.05 | 3489.0066 | 3280.5226 | 6189.6652 |
| | | 0.54 | 25.80 | 27.19 | 1.39 | 4.00 | 9.20 | 3565.9699 | 3358.6359 | 6219.6962 |
| 4 | Briket Serbuk Kayu Sengon 75 % Tempurung Kelapa 25 % Suhu Pirolisis 500 °, Kanji 10 % | 0.53 | 25.83 | 27.24 | 1.41 | 3.80 | 8.74 | 3617.2789 | 3409.4849 | 6432.9903 |
| | | 0.52 | 25.84 | 27.23 | 1.39 | 3.50 | 8.05 | 3565.9699 | 3357.4859 | 6456.7037 |
| | | 0.55 | 25.85 | 27.30 | 1.45 | 4.60 | 10.58 | 3719.8967 | 3513.9427 | 6388.9867 |
| 5 | Briket Serbuk Kayu Sengon 50 % Tempurung Kelapa 50 % Suhu Pirolisis 500 °, Kanji 10 % | 0.56 | 25.81 | 27.33 | 1.52 | 4.50 | 10.35 | 3899.4779 | 3693.2939 | 6595.1677 |
| | | 0.53 | 25.80 | 27.25 | 1.45 | 5.00 | 11.50 | 3719.8967 | 3514.8627 | 6631.8164 |
| | | 0.57 | 25.79 | 27.34 | 1.55 | 5.00 | 11.50 | 3976.4413 | 3771.4073 | 6616.5040 |
| 6 | Briket Serbuk Kayu Sengon 25 % Tempurung Kelapa 75 % Suhu Pirolisis 500 °, Kanji 10 % | 0.57 | 25.83 | 27.45 | 1.62 | 4.00 | 9.20 | 4156.0225 | 3948.6885 | 6927.5237 |
| | | 0.56 | 25.82 | 27.42 | 1.60 | 5.50 | 12.65 | 4104.7136 | 3900.8296 | 6965.7671 |
| | | 0.52 | 25.81 | 27.29 | 1.48 | 4.50 | 10.35 | 3796.8601 | 3590.6761 | 6905.1463 |
| 7 | Briket Serbuk Kayu Sengon 0 % Tempurung Kelapa 100 % Suhu Pirolisis 500 °, Kanji 10 % | 0.71 | 25.67 | 27.75 | 2.08 | 1.20 | 2.76 | 5336.1277 | 5122.3537 | 7214.5826 |
| | | 0.75 | 25.65 | 27.85 | 2.20 | 1.40 | 3.22 | 5643.9812 | 5430.6672 | 7240.8896 |
| | | 0.74 | 25.66 | 27.84 | 2.18 | 1.50 | 3.45 | 5592.6723 | 5379.5883 | 7269.7139 |

Lampiran 7. Perbandingan Nilai Teoretis dengan Briket

Tabel 3. Kadar Air Teoretis dan Briket

| S:T | Kadar Air Teoretis (%) | Kadar Air Briket (%) | Persentase Penurunan |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| A (100%:0%) | 42,95 | 6,71 | 84,37 |
| B (75%:25%) | 35,87 | 6,36 | 82,27 |
| C (50%:50%) | 28,80 | 6,15 | 78,64 |
| D (25%:75%) | 21,73 | 4,86 | 77,61 |
| E (0%:100%) | 14,66 | 3,87 | 73,59 |
| Rata - Rata | | | 79,30 |

Tabel 4. Kadar Volatile Teoretis dan Briket

| S:T | Kadar Volatile Teoretis (%) | Kadar Volatile Briket (%) | Persentase Penurunan |
|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| A (100%:0%) | 44,33 | 17,58 | 60,35 |
| B (75%:25%) | 48,57 | 16,51 | 66,00 |
| C (50%:50%) | 52,80 | 15,66 | 70,35 |
| D (25%:75%) | 57,04 | 14,79 | 74,07 |
| E (0%:100%) | 61,27 | 13,43 | 78,08 |
| Rata - Rata | | | 69,77 |

Tabel 5. Kadar Abu Teoretis dan Briket

| S:T | Kadar Abu Teoretis (%) | Kadar Abu Briket (%) | Persentase Kenaikan |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| A (100%:0%) | 0,59 | 7,21 | 91,75 |
| B (75%:25%) | 0,54 | 5,93 | 90,82 |
| C (50%:50%) | 0,50 | 4,74 | 89,54 |
| D (25%:75%) | 0,45 | 3,57 | 87,52 |
| E (0%:100%) | 0,40 | 2,38 | 83,36 |
| Rata - Rata | | | 88,60 |

Tabel 6. Kadar Karbon Terikat Teoretis dan Briket

| S:T | Karbon Terikat Teoretis (%) | Karbon Terikat Briket (%) | Persentase Kenaikan |
|-------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| A (100%:0%) | 12,12 | 68,50 | 82,30 |
| B (75%:25%) | 15,01 | 71,19 | 78,91 |
| C (50%:50%) | 17,90 | 73,45 | 75,63 |

| S:T | Karbon Terikat Teoretis (%) | Karbon Terikat Briket (%) | Persentase Kenaikan |
|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| D (25%:75%) | 20,79 | 76,77 | 72,92 |
| E (0%:100%) | 23,68 | 80,32 | 70,52 |
| Rata - Rata | | | 76,06 |

Tabel 7. Nilai Kalor Teoretis dan Briket

| S:T | Nilai Kalor Teoretis (kal/g) | Nilai Kalor Briket (kal/g) | Persentase Kenaikan |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| A (100%:0%) | 3569,59 | 6179,23 | 42,23 |
| B (75%:25%) | 3920,13 | 6426,23 | 39,00 |
| C (50%:50%) | 4270,68 | 6614,83 | 35,44 |
| D (25%:75%) | 4621,22 | 6932,82 | 33,34 |
| E (0%:100%) | 4971,76 | 7241,73 | 31,35 |
| Rata - Rata | | | 36,27 |

Lampiran 8. Hasil Laju Pembakaran

Tabel 8. Laju Pembakaran Sampel A

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 0 | 0,00 | 0 |
| 5 | 1,39 | 0,0232 |
| 10 | 2,93 | 0,0488 |
| 15 | 2,07 | 0,0345 |
| 20 | 1,18 | 0,0197 |

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 25 | 0,93 | 0,0155 |
| 30 | 0,75 | 0,0125 |
| 35 | 0,63 | 0,0105 |
| 40 | 0,52 | 0,0087 |
| 45 | 0,47 | 0,0078 |
| 50 | 0,44 | 0,0073 |
| 55 | 0,39 | 0,0065 |
| 60 | 0,36 | 0,0060 |
| 65 | 0,34 | 0,0057 |
| 70 | 0,31 | 0,0052 |
| 75 | 0,29 | 0,0048 |
| 80 | 0,26 | 0,0045 |
| 85 | 0,21 | 0,0037 |
| 90 | 0,19 | 0,0033 |
| Rata - Rata | 0,15 | 0,0025 |

Tabel 9. Laju Pembakaran Sampel B

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 0 | 0,00 | 0 |
| 5 | 1,42 | 0,0237 |
| 10 | 2,75 | 0,0458 |
| 15 | 1,91 | 0,0318 |
| 20 | 1,26 | 0,0210 |
| 25 | 0,91 | 0,0152 |
| 30 | 0,78 | 0,0130 |

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 35 | 0,64 | 0,0107 |
| 40 | 0,51 | 0,0085 |
| 45 | 0,45 | 0,0075 |
| 50 | 0,40 | 0,0068 |
| 55 | 0,37 | 0,0062 |
| 60 | 0,35 | 0,0058 |
| 65 | 0,32 | 0,0053 |
| 70 | 0,29 | 0,0048 |
| 75 | 0,27 | 0,0045 |
| 80 | 0,21 | 0,0043 |
| 85 | 0,18 | 0,0035 |
| 90 | 0,18 | 0,0030 |
| Rata - Rata | 0,15 | 0,0025 |

Tabel 10. Laju Pembakaran Sampel C

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 0 | 0,00 | 0 |
| 5 | 1,35 | 0,0225 |
| 10 | 2,99 | 0,0498 |
| 15 | 1,81 | 0,0302 |
| 20 | 1,20 | 0,0200 |
| 25 | 0,94 | 0,0157 |
| 30 | 0,81 | 0,0135 |
| 35 | 0,62 | 0,0103 |
| 40 | 0,52 | 0,0087 |

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 45 | 0,44 | 0,0073 |
| 50 | 0,39 | 0,0065 |
| 55 | 0,35 | 0,0058 |
| 60 | 0,33 | 0,0055 |
| 65 | 0,30 | 0,005 |
| 70 | 0,27 | 0,0045 |
| 75 | 0,26 | 0,0043 |
| 80 | 0,22 | 0,0037 |
| 85 | 0,20 | 0,0033 |
| 90 | 0,17 | 0,0028 |
| Rata - Rata | 0,15 | 0,0024 |

Tabel 11. Laju Pembakaran Sampel D

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 0 | 0,00 | 0 |
| 5 | 1,25 | 0,0208 |
| 10 | 2,87 | 0,0478 |
| 15 | 1,70 | 0,0270 |
| 20 | 1,08 | 0,0180 |
| 25 | 0,80 | 0,0133 |
| 30 | 0,69 | 0,0115 |
| 35 | 0,58 | 0,0100 |
| 40 | 0,52 | 0,0090 |
| 45 | 0,45 | 0,0075 |

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 50 | 0,36 | 0,0060 |
| 55 | 0,33 | 0,0055 |
| 60 | 0,30 | 0,0050 |
| 65 | 0,27 | 0,0045 |
| 70 | 0,24 | 0,0040 |
| 75 | 0,23 | 0,0038 |
| 80 | 0,21 | 0,0035 |
| 85 | 0,19 | 0,0032 |
| 90 | 0,16 | 0,0027 |
| Rata – Rata | 0,14 | 0,0023 |

Tabel 12. Laju Pembakaran Sampel E

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 0 | 0,00 | 0 |
| 5 | 1,13 | 0,0188 |
| 10 | 2,14 | 0,0380 |
| 15 | 1,45 | 0,0273 |
| 20 | 0,92 | 0,0158 |
| 25 | 0,69 | 0,0118 |
| 30 | 0,57 | 0,0097 |
| 35 | 0,49 | 0,0087 |
| 40 | 0,46 | 0,0077 |
| 45 | 0,40 | 0,0068 |
| 50 | 0,36 | 0,0060 |

| Waktu (menit) | Berat Briket Terbakar (gr) | Laju Pembakaran |
|--------------------------|---|----------------------------|
| 55 | 0,32 | 0,0055 |
| 60 | 0,30 | 0,0052 |
| 65 | 0,27 | 0,0047 |
| 70 | 0,24 | 0,0040 |
| 75 | 0,23 | 0,0038 |
| 80 | 0,21 | 0,0035 |
| 85 | 0,18 | 0,0032 |
| 90 | 0,16 | 0,0027 |
| Rata - Rata | 0,12 | 0,0020 |

Lampiran 9. Dokumentasi Proses Pembuatan Briket



Gambar 6. Pengambilan Serbuk Gergaji Kayu Sengon



Gambar 7. Pengambilan Tempurung Kelapa



Gambar 8. Memperkecil Ukuran Tempurung Kelapa



Gambar 9. Memasukkan Bahan Ke Dalam Alat Pirolisis



Gambar 10. Pemantauan Suhu Pirolisis



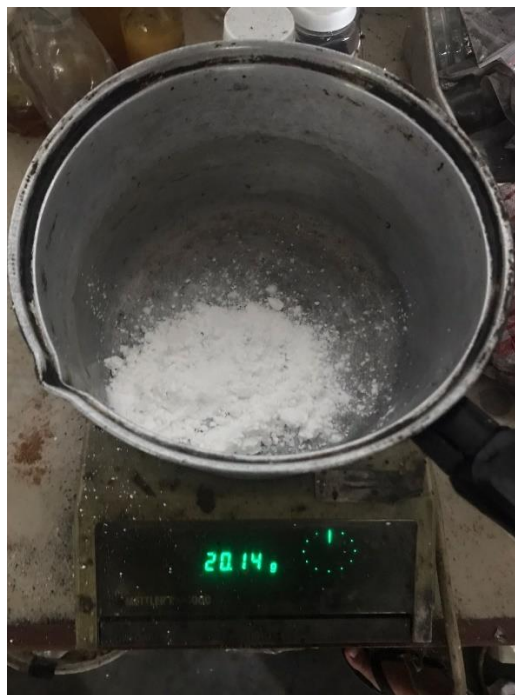
Gambar 11. Penumbukan Biochar Hasil dari Proses Pirolisis



Gambar 12. Penyaringan Arang menggunakan *Sieve Shaker* 20 mesh



Gambar 13. Penimbangan Arang untuk Dijadikan Adonan Briket Sesuai Variasi Komposisi



Gambar 14. Menimbang Tepung Tapioka Untuk Pembuatan Perekat



Gambar 15. Menambahkan Air Sesuai Takaran



Gambar 16. Memanaskan Adonan Perekat Hingga Mengental



Gambar 17. Mencetak Briket Menggunakan *Hydraulic Press*



Gambar 18. Briket Sudah Siap Setelah Dipanaskan Menggunakan Oven

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Laila Yuniar Nur Latifah lahir di Kabupaten Purwakarta, tanggal 30 Juni tahun 2001, anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis mengawali pendidikan dasar di SD Plus Al-Muhajirin, kemudian dilanjutkan ke jenjang menengah pertama yakni di SMPN 1 Purwakarta, dan untuk jenjang menengah atas dilanjutkan di SMAN 1 Purwakarta. Pada tahun 2019 melanjutkan studi strata 1 di program studi Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia.

Selama 4 tahun berkuliah, penulis cukup aktif mengikuti kegiatan di bidang akademik maupun non-akademik. Pada kegiatan akademik, penulis pernah menjadi finalis pada Lomba Karya Tulis Ilmiah bertemakan “*Green Energy for Indonesia*” yang diadakan oleh Prodi Teknik Geologi Universitas Pertamina pada Tahun 2021. Lalu, pada kegiatan Non-Akademik, penulis pernah mengikuti kepanitiaan yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan UII yang bernama ENVIROTATION 2020. Selain itu, di tahun 2021 – 2022 penulis bergabung menjadi anggota pada sebuah organisasi yang bernama Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) Regional 3 sebagai Staff Pengabdian Masyarakat.

Pada April 2022, Penulis melaksanakan Kerja Praktik di salah satu Perusahaan BUMN yang bergerak dalam bidang konstruksi yakni PT Adhi Karya Tbk yang dilaksanakan selama satu bulan dengan topik Pengelolaan Limbah Padat dan B3 (pada industri). Kemudian pada Bulan Agustus 2022, penulis mengikuti magang berbasis MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka) yang diadakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek). Kegiatan ini dilaksanakan di sebuah perusahaan distributor alat berat, yaitu PT United Tractors Tbk sebagai EHS *Intern*. Lalu, penulis melakukan penelitian tugas akhir pada bulan Desember – Agustus 2023 mengangkat topik terkait pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa yang diubah menjadi energi alternatif yakni briket sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.