



Pengaruh jenis perekat terhadap kualitas biobriket hasil pirolisis limbah biomassa lignoselusa D07

Restin^{1✉}, La Ifa¹, Syamsuddin Yani¹

Fakultas Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.41569

✉ Corresponding author:

[\[restin.restin@gmail.com\]](mailto:restin.restin@gmail.com)

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Biomassa;

Lignoselulosa D07;

Perekat;

Pirolisis

Pada saat ini dunia sedang mengalami krisis energi. Hal ini dikarenakan semakin menipisnya sumber energi dari bahan baku fosil yang bersifat nonrenewable seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara yang tidak diimbangi dengan peningkatan pertumbuhan penduduk. Solusi bagi krisis energi dari bahan baku fosil adalah penggunaan sumber energi alternatif salah satunya ialah biomassa. Lignoselulosa D07 merupakan salah satu biomassa produk samping di salah satu industri pengolahan rumput yang berasal dari lignoselulosa tumbuhan. Kualitas biomassa dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode pirolisis. Suhu pirolisis yang digunakan ada tiga yakni 300,350,400°C sementara itu perekat yang digunakan meliputi kanji, sagu dan maizena. Analisa yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, volatile matter, nilai kalor dan sulfur. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh suhu pirolisis 400 °C menjadi variabel terbaik dengan kadar air 2,8%, kadar abu 5,2%, kadar volatile 30,47 dan nilai kalor 6832 cal/gram. Sementara itu, perekat briket yang menunjukkan kualitas terbaik diperoleh dari sagu dengan nilai kalor tertinggi 6874 cal/gram, kadar air 4,9%, kadar abu 5,06% dan volatile matter 40,66%.

Abstract

Currently the world is facing energy crisis. This is due to the increasingly depleting energy sources from non-renewable fossil raw materials such as petroleum, natural gas and coal which are not balanced by increasing population growth. The solution to the energy crisis from fossil raw materials is using alternative energy sources, one of them is biomass. Lignocellulose D07 is a product biomass from the seaweed processing industries, that comes from plant lignocellulose. Biomass quality can be improved by using the pyrolysis method. Pyrolysis is a thermal degradation method without the oxygen. Pyrolysis produces two main products, that is char (charcoal) and liquid smoke. The analysis carried out includes water content, ash content, volatile matter, heating value and sulfur. Based on the research results, it was found that a pyrolysis temperature of 400 °C was the best variable with a water content of 2.8%, ash content of 5.2%, volatile content of

Keywords:

Biomass;

Lignocellulose D07;

Adhesive;

Pyrolysis;

30.47 and a heating value of 6832 cal/gram. Meanwhile, the briquette adhesive that showed the best quality was obtained from sago with the highest calorific value of 6874 cal/gram, water content of 4.9%, ash content of 5.06% and volatile matter of 40.66%.

1. INTRODUCTION

Pada saat ini Ddunia saat ini sedang mengalami krisis energi. Hal ini dikarenakan semakin menipisnya sumber energi dari bahan baku fosil yang bersifat nonrenewable seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara yang tidak diimbangi dengan peningkatan pertumbuhan penduduk. Solusi bagi krisis energi dari bahan baku fosil adalah penggunaan sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif idealnya bersifat renewable seperti energi air, angin, biomassa, dan energi surya (Sandra et al., 2012)(Sandra, Bahri and Sunarno, 2012). Energi alternatif yang dibutuhkan harus memenuhi standar agar dapat digunakan, sehingga pemanfaatannya dapat bersaing dengan energi fosil. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah biomassa (Faizal et al., 2015)(Faizal, Saputra and Zainal, 2015). Biomassa adalah bahan organik yang umumnya dianggap sebagai sampah, sehingga hanya dikumpulkan dan mengotori lingkungan sekitar atau dimusnahkan dengan cara dibakar. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif karena sifatnya yang dapat diperbaharui dan relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara. Biomassa memiliki kandungan material organik yang kompleks yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa dan lignin (Sugiharto & Firdaus, 2021)(Sugiharto and Firdaus, 2021). Lignoselulosa D07 merupakan salah satu produk samping di salah satu industri pengolahan rumput yang berasal dari lignoselulosa tumbuhan. Lignoselulosa D07 berfungsi sebagai filter aid dalam menyaring gel rumput laut pada salah satu proses produksi refined carrageenan. Setelah digunakan sebagai media penyaring lignoselulosa D07 keringkan dan di olah sebagai pakan ternak dan bahan bakar boiler. Penggunaan lignoselulosa D07 secara langsung sebagai bahan bakar boiler tentunya belum optimal karena kandungan energi pada biomassa umumnya relatif rendah. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa lignoselulosa D07 memiliki nilai kalor 4289 cal/g. Untuk menjadikan biomassa bisa digunakan sebagai bahan bakar, sifat-sifat biomassa dapat diperbaiki dengan metode termal (Surono & Hutomo, 2022)(Surono and Hutomo, 2022). Salah satu contoh degradasi termal biomassa ialah pirolisis. Pirolisis biomassa secara umum merupakan dekomposisi bahan organik menghasilkan bahan padat berupa arang aktif, gas dan uap serta aerosol (Febriyanti et al., 2019)(Febriyanti et al., 2019). Tujuan perlakuan proses pirolisis bahan biomassa adalah untuk meningkatkan nilai kalori briket. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa proses pirolisis kulit durian menghasilkan nilai kalori 5726,17 kal/g lebih tinggi jika dibandingkan proses karbonisasi mempunyai nilai kalori 3418,98 kal/g (Ridhuan & Suranto, 2017)(Ridhuan and Suranto, 2017).

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi proses pirolisis ialah suhu operasi. Suhu pirolisis berpengaruh terhadap yield arang yang dihasilkan pada semakin tinggi suhu maka semakin banyak karbon terkonversi menjadi gas dan asap cair sehingga semakin rendemen arang yang akan didapatkan. Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang memperoleh yield pirolisis sekam padi pada suhu 200°C yaitu 60% dan suhu 400°C yaitu 48% dalam waktu 90 menit (Hartanto & Alim, 2011). Selain itu, suhu juga mempengaruhi nilai kalor, dimana pada pirolisis serbuk kayu menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin tinggi pula nilai kalornya. Nilai kalor meningkat dari temperatur pirolisis 200 °C sebesar 6210,784 kal/gr menjadi 6820,945 pada temperatur 400 °C. Biobriket merupakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari arang biomassa dengan campuran perekat. Pembuatan briket biomassa umumnya memerlukan penambahan bahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik dari briket. Perekat biobriket umumnya dibuat dari pati. Adanya penambahan kadar perekat yang sesuai pada pembuatan briket akan meningkatkan nilai kalor briket tersebut. Hal ini disebabkan karena perekat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakaran. Sejalan dengan penelitian penggunaan jenis perekat yaitu tepung tapioka, sago aren, dan arpus pada briket cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa diperoleh nilai kalor yaitu perekat tapioka 6328 kcal/kg, sago aren 6330 kcal/kg dan arpus 6366 kcal/kg (Jannah et al., 2022)(Jannah, Pangga and Ahzan, 2022). Selain itu, penambahan perekat juga akan berpengaruh terhadap kualitas briket seperti kadar air dan kadar abu. Limbah lignoselulosa D07 merupakan salah satu bahan yang potensial untuk dijadikan sebagai biobriket dimana produksi hariannya mencapai 15 ton/hari (kadar air 68%). Penggunaan lignoselulosa secara langsung sebagai bahan bakar boiler tentu belum optimal karena nilai kalornya yang cukup rendah. Penelitian sebelumnya terkait dengan kadar perekat kanji dalam pembuatan biobriket dari lignoselulosa telah membuktikan adanya peningkatan nilai kalor. Sementara itu, belum adanya penelitian yang

mendalam terkait masalah ini membuat penulis tertarik untuk mempelajari sejauh mana potensi lignoselulosa D07 dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif biobriket dengan memanfaatkan berbagai jenis perekat. Olehnya, dalam penelitian ini akan dikaji lebih jauh bagaimana pengaruh suhu pirolisis dalam meningkatkan kualitas arang lignoselulosa D07 yang dihasilkan. Selain itu, penentuan jenis perekat juga perlu dilakukan untuk mendapatkan kualitas biobriket lignoselulosa D07 yang optimum.

2. METHODS

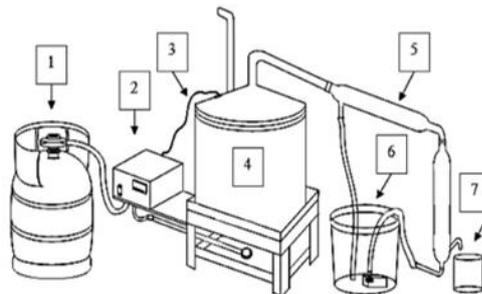
Penelitian ini telah dilakukan akan dilakukan pada bulan Oktober-November 2024 di Laboratorium Biomassalaboratorium, F fakultas Tteknologi Iindustri, Universitas Muslim Indonesia.

Alat dan Bahan

1. Alat. Alat yang digunakan seperangkat alat pirolisis, alat pencetak briket, ayakan, Microcomputer Automatic Calorimeter ZDHW-5000, Automatic Sulfur Detector KZDL-300, oven, tanur.
2. Bahan. Bahan baku yang digunakan terdiri dari lignoselulosa D07, batu bara, tepung tapioka, tepung maizena, tepung sagu. a dan kanji.

Prosedur Kerja

1. Preparasi Sampel. Sample lignoselulosa D07 dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C terlebih hingga kadar air mencapai 5-10%.
2. Pirolisis. Sebanyak 12 kg bahan dimasukkan ke dalam reaktor alat pirolisis. Lalu, merangkai alat pirolisis dan menyalakan pompa kondensor. Alat pirolisis tersebut dihubungkan dengan gas LPG sebagai bahan bakar. Proses pirolisis akan dilakukan pada suhu 300, 350 dan 400°C. Ketika suhu karbonasi tercapai, bahan yang dikarbonasikan tetap dilakukan pemanasan (Holding Time) selama 2,5 jam. Setelah proses pirolisis selesai, alat didinginkan hingga suhu ruang dan arang yang terbentuk dikeluarkan dari reaktor. Arang hasil karbonasi kemudian digerus dan diayak pada ukuran yang diinginkan. Arang inilah yang akan dijadikan sebagai bahan baku biobriket. Berikut pada gambar 3.1 merupakan rangkaian alat pirolisis yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. 1 Alat Pirolisis

Keterangan:

1. Tabung LPG
2. Indikator suhu,
3. Thermocouple,
4. Reaktor pirolisis,
5. Kondensor
6. Kondensat
7. Penadah cairan

Formulasi Briket

Arang yang diperoleh dihaluskan menggunakan crusher hingga diperoleh ukuran ukurannya 140 mesh. Arang kemudian dicampur dengan perekat 10% dan . Untuk membuat larutan perekat dengan cara mencampur perekat dengan campuran etanol dan air hangat (50:50). Arang kemudian dicampur dengan perekat (10%) dimasukkan ke dalam moulding cetakan dan ditekan, sehingga hingga memenuhi seluruh rongga silinder cetakan.

, volume adonan briket, seperti halnya volume silinder cetakan. Lalu ditekan dengan tekanan 29.4 MPa (300 kgf/cm²). Briket kemudian dikeringkan pada suhu 50 °C selama 4-6 jam hingga kering (Ifa et al., 2020)(Ifa et al., 2020). Briket kemudian diuji kualitasnya melalui analisa proximate dan ultimatesesuai dengan SNI.

Pengujian

a. Uji Kalori

Uji kalor dilakukan dengan menggunakan bom kalori mater dengan tipe type Microcomputer Automatic Calorimeter ZDHW-5000.

Kadar Air

Memaskan cawan porselin yang telah bersih ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit, kemudian mendinginkan di dalam desikator selanjutnya menimbang bobot kosongnya (A). Menimbang sampel ± 1gram ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya(B). Memaskan sampel ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Mengangkat cawan kemudian mendinginkannya ke dalam desikator(C) (Pratiwi Nova Sari & Aminah, 2020)(Pratiwi Nova Sari and Aminah, 2020).

$$\text{Kadar air \%} = (B-C)/(B-A) \times 100\%$$

Kadar Abu

Memaskan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit, kemudian mendinginkan di dalam desikator selanjutnya menimbang bobot kosongnya (G). Menimbang sampel ± 1gram ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya (B). Memaskan sampel ke dalam tanur dengan suhu 850700 °C selama 1 jam. Memindahkan cawan dari tanur kemudian mendinginkannya ke dalam desikator selama 30 menit (F) kemudian menghitung Kadar abu sampel dengan rumus berikut (Pratiwi Nova Sari & Aminah, 2020)(Pratiwi Nova Sari and Aminah, 2020):

$$\text{Kadar abu \%} = (F-G)/(B-G) \times 100\%$$

Volatile Matter (VM)

Prosedur pengukuran volatile matter (VM) yaitu cawan porselin yang telah bersih di oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam. Mendinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang bobot kosongnya. Sample dipanaskan selama 7 menit dengan suhu 920 900 °C, didinginkan kemudian ditimbang. Menghitung Kadar zat mudah menguap (VM) sampel dengan rumus berikut:

$$\text{VM \%} = (W_0 - W) / W_{so} \times 100\%$$

Dimana W_0 = Sample + Cawan Porselin
 W = Sample + Cawan porselin setelah dipanaskan
 W_{so} = Berat Sampel

Fix Carbon

Fix Carbon (FC) dapat dihitung berdasarkan data yang diperoleh sebelumnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{FC} = 100\% - \text{Kadar Air}(\%) - \text{Kadar Abu}(\%) - \text{Volatile Matter}(\%)$$

Uji Sulfur

Uji sulfur dilakukan dengan menggunakan alat Automatic Sulfur Detector KZDL-300.

3. RESULT AND DISCUSSION

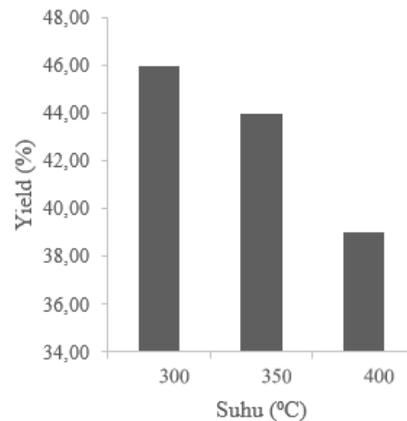
Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Kualitas Arang

Pirolisis merupakan dekomposisi material oleh suhu tanpa kehadiran gas oksigen. Berdasarkan laju pemanasan dan suhu, pirolisis dapat dibedakan menjadi 2 jenis yakni slow pyrolysis dan fast pyrolysis. Dalam penelitian ini digunakan metode slow pyrolysis dengan range suhu 300-400 °C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, suhu pirolisis memiliki pengaruh terhadap yield, kadar air, kadar abu, volatile matter dan nilai kalor.

Pengaruh Suhu Terhadap Yield

Pirolisis adalah pemanasan bahan organik (biomassa), tanpa adanya oksigen. Tidak adanya oksigen menyebabkan bahan tidak terbakar tetapi senyawa kimia pada biomassa terdekomposisi menjadi gas dan arang yang mudah terbakar. Biomassa yang digunakan dalam penelitian ini ialah Lignoselulosa D07. Lignoselulosa

umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Berikut pada gambar 4.1 menunjukkan pengaruh suhu pirolisis terhadap yield arang.

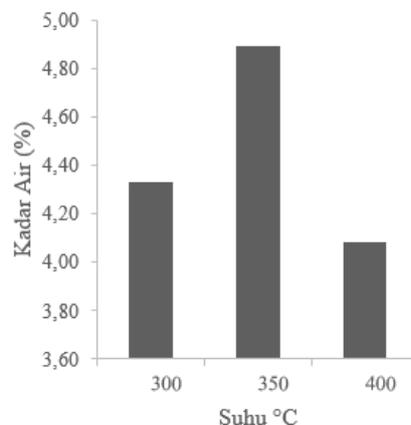


Gambar 4. 1 Pengaruh suhu terhadap yield

Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan yield tertinggi diperoleh pada suhu 300°C sebesar 46% dan yield terendah diperoleh pada suhu 400°C sebesar 39%. Nilai yield mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya suhu. Hal ini disebabkan karena terjadi dekomposisi komponen lignoselulosa menjadi gas condensable (asap cair) dan gas non-condensable (Hasibuan & Pardede, 2023). Komponen gas non condensable seperti CO₂, senyawa organik dan uap air akan terurai pada suhu 100-200°C. Di atas suhu 200-280 °C, terjadi dekomposisi struktur komponen bahan organik menjadi gas dengan massa molekul yang rendah. Semakin tinggi suhu pirolisis maka jumlah senyawa yang menguap semakin besar sehingga biomassa akan mengalami penyusutan massa (Sa'diyah et al., 2021). Sumber lain menjelaskan bahwa terjadinya penurunan massa arang seiring bertambahnya suhu karena pada suhu (50-100°C) komponen air akan menguap. Selanjutnya penurunan massa kedua terjadi pada suhu (250-350°C) dimana komponen hemiselulosa dan selulosa akan teruapkan. Selanjutnya komponen lignin yang terkandung dalam lignoselulosa akan teruapkan pada suhu 300-600°C (tergantung pada jenis biomassa yang digunakan) (Jouhara et al., 2018).

Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian pirolisis lignoselulosa D07, pengaruh suhu terhadap kadar air dapat dilihat pada gambar 4.2 dimana kadar air suhu 300°C 4,56%, 350°C 3,04% dan 400°C 2,8%.



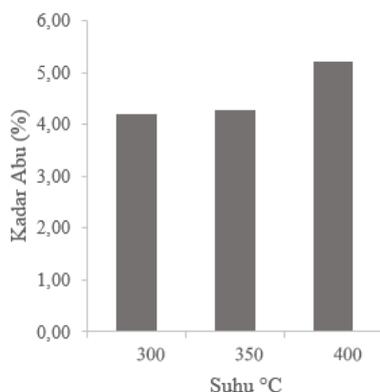
Gambar 4. 2 Pengaruh suhu terhadap kadar air

Kadar air menunjukkan penurunan seiring bertambahnya suhu. Hal ini disebabkan karena penguapan kandungan air yang terdapat pada lignoselulosa D07. Hal serupa juga diperoleh dari penelitian sebelumnya di pada pirolisis kulit kolang-kaling dimana kadar air mengalami penurunan seiring bertambahnya suhu. Suhu

pirolisis yang tinggi mempercepat air yang terkandung dalam sample lebih cepat mencapai titik didihnya, sehingga akan berubah menjadi fase uap dan terkondensasi (Yuniarti et al., 2023). Nilai kadar air berpengaruh terhadap nilai karbon arang. Sehingga semakin kecil nilai kadar air, maka nilai karbon arang semakin besar.

Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Abu

Abu yang terkandung dalam bahan bakar padat adalah mineral yang tidak dapat terbakar setelah proses pembakaran dan reaksi- reaksi yang menyertainya selesai (Ristianingsih et al., 2015). Berikut pada gambar 4.3 menunjukkan pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar abu.

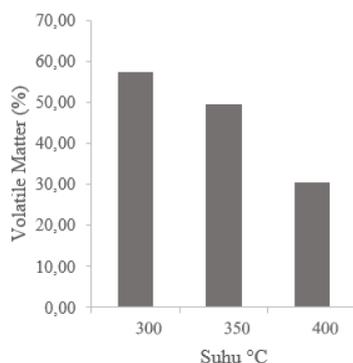


Gambar 4. 3 Pengaruh suhu terhadap kadar abu

Berdasarkan hasil pirolisis lignoselulosa D07 yang dapat dilihat pada gambar 4.3 diperoleh kadar abu suhu 300 °C 4,19%, 350 °C 4,29 % dan 400°C 5,2%. Kadar abu meningkat seiring bertambahnya suhu. Hal serupa juga diperoleh dari penelitian sebelumnya mengenai pirolisis dari kayu diperoleh kadar abu pada suhu 400°C 1,31 % dan mengalami peningkatan pada suhu 800°C menjadi 8,2% (Titiladunayo et al., 2012). Hal ini disebabkan karena unsur seperti C, H, N, O, dan S teruapkan selama pemanasan sementara garam anorganik (mineral) tidak sepenuhnya diuapkan, sehingga konsentrasi residu mineral dan bahan organik meningkat. Oleh sebab itu, kadar abu akan semakin meningkat seiring menurunnya unsur-unsur yang hilang (Hasibuan & Pardede, 2023).

Pengaruh Suhu Terhadap Volatile Matte

Volatile matter atau dikenal dengan zat terbang dan mudah menguap adalah kandungan zat dalam bahan yang sangat tergantung dari kecepatan pemanasan. Volatile matter adalah zat-zat organik yang ada dalam suatu bahan dan dapat dihilangkan dengan pemanasan pada suhu yang tinggi. Zat volatile yang tinggi akan menurunkan nilai kalor sehingga kualitas dari arang akan berkurang. Pada gambar 4.4 dapat dilihat bagaimana pengaruh suhu pirolisis terhadap volatile matter.



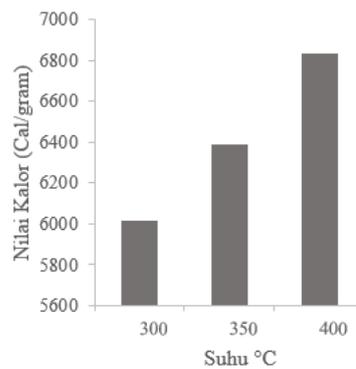
Gambar 4. 4 Pengaruh suhu terhadap volatile matter

Berdasarkan hasil pirolisis lignoselulosa D07 diperoleh kadar volatile matter suhu 300 °C 57,46 %, 350 °C 49,50% dan 400°C 30,47%. Volatile matter berkurang seiring dengan bertambahnya suhu pirolisis. Hal yang sama

juga diperoleh dalam penelitian sebelumnya mengenai pirolisis biomassa dari tempurung kelapa, dimana volatile matter mengalami penurunan dari 24,5% pada suhu pirolisis 350°C menjadi 9,14% pada suhu 550°C (Hasibuan & Pardede, 2023). Hal ini disebabkan karena zat volatile matter sangat sensitif terhadap kenaikan suhu, dimana dengan kenaikan suhu pirolisis maka zat-zat volatile akan lebih cepat menguap (Yuniarti et al., 2023). Sehingga, kandungan volatile matter yang terdapat dalam arang hasil pirolisis semakin berkurang.

Pengaruh Suhu Terhadap Nilai Kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalornya maka semakin tinggi juga kualitas briket yang dihasilkan. Nilai kalor perlu diketahui untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh briket sebagai bahan bakar (Ristianingsih et al., 2015). Nilai kalor menjadi salah satu parameter menentukan kualitas arang. Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk menghitung jumlah panas pada arang. Pada gambar 4.5 dapat dilihat pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai kalor.



Gambar 4. 5 Pengaruh suhu terhadap yield

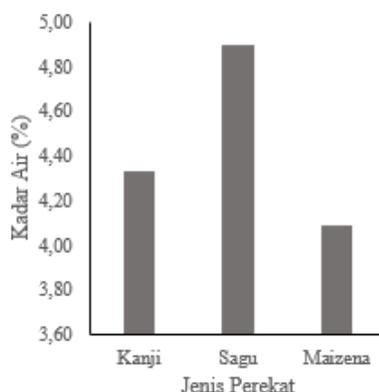
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh arang dengan nilai kalor tertinggi pada suhu pirolisis 400 °C yakni 6832 cal/gram. Lignoselulosa D07 memiliki nilai kalor 4289 cal/gram sebelum dilakukan pirolisis. Setelah dilakukan pirolisis nilai kalor meningkat secara signifikan. Nilai kalor mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya suhu pirolisis. Hal ini dikarenakan semakin tinggi proses pirolisis maka semakin sempurna proses karbonasi yang terjadi. Secara fisik, arang yang diperoleh pada suhu 300°C memiliki campuran warna coklat dan hitam dengan perbandingan 50:50, sementara pada suhu 350°C arang sudah didominasi warna hitam dan pada suhu 400°C arang sudah sepenuhnya berubah menjadi warna hitam. Hal yang serupa juga diperoleh dari penelitian sebelumnya pada pirolisis kulit kolang-kaling yang menyatakan bahwa pada suhu 200°C arang hasil pirolisis masih berwarna coklat yang berupa serbuk di mana teksturnya masih kasar. Pirolisis dengan suhu 400°C menyebabkan perubahan warna kulit kolang-kaling menjadi warna hitam dengan tekstur halus. Keadaan ini membuktikan bahwa nilai kalor yang dihasilkan pada suhu 400°C sudah optimum. Juga terjadi peningkatan nilai kalori dari suhu 200°C 4158,7 cal/gram dan pada suhu 400°C 4840,7 cal/gram (Yuniarti et al., 2023). Hal ini disebabkan karena proses pirolisis terjadi penguraian yang dapat mengurangi kandungan air, volatile matter dan komponen lain pada lignoselulosa D07.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kualitas Briket

Arang yang telah dipirolisis umumnya memiliki sifat yang cenderung saling memisah. Oleh karenanya, dalam pembuatan briket diperlukan bahan tambahan berupa perekat untuk menyatukan partikel-partikel arang agar terjadi ikatan yang kuat dan kompak. Keberadaan perekat dalam briket baik jumlah maupun jenisnya dapat mempengaruhi mutu briket yang dihasilkan (Anizar et al., 2020). Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis perekat, diantaranya tepung kanji, sagu dan maizena. Pemilihan ini didasarkan pada perbedaan karakteristik masing-masing perekat. Jumlah perekat yang digunakan ialah 10% hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya pada pembuatan briket dari lignoselulosa D07 yang menyatakan bahwa hasil terbaik didapatkan dengan penambahan perekat tapioka 10% dengan kadar air 1,4% dan nilai kalor 6306 cal/gram (Zombo, 2024).

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopik biobriket. Kadar air sangat mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi kadar air maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin rendah. Kadar air briket juga dapat menentukan sifat higroskopik dari briket tersebut. Briket yang memiliki kadar air tinggi akan sulit dinyalakan, mudah rapuh dan ditumbuhi jamur (Smith & Idrus, 2017). Pada gambar 4.6 dapat dilihat bagaimana pengaruh perekat terhadap kadar air biobriket.

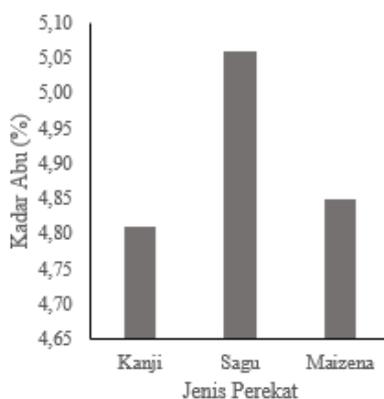


Gambar 4. 6 Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar 4.6 diperoleh kadar air briket dengan perekat kanji 4,33%, sagu 4,9% dan maizena 4,09 %. Secara keseluruhan kadar air briket dengan ke tiga perekat memenuhi SNI briket yakni < 8% dan memenuhi standar briket jepang yakni 6%. Kadar air tertinggi diperoleh dari briket dengan perekat tepung sagu. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai pembuatan briket dari biomassa limbah penyulingan minyak kayu putih yang menyatakan kadar air briket dari tapioka lebih rendah 0,24% dibandingkan perekat dari sagu. Hal ini dikarenakan kandungan air bawaan dari kedua jenis perekat, dimana tepung sagu memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan kandungan kadar air tepung tapioka dan tepung maizena. Kadar air tepung sagu 45,055%, Tepung tapioka 12,813% dan tepung maizena 11,766%.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Abu

Abu adalah residu organik yang tertinggal dari pembakaran biomassa. Abu mengandung silika, magnesium, fosfor, kalsium, dan elemen lainnya. Berikut pada gambar 4.7 menunjukkan pengaruh jenis perekat terhadap kadar abu.

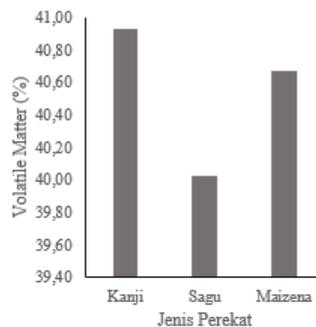


Gambar 4. 7 Pengaruh Perekat Terhadap Kadar Abu

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar abu briket (Gambar 4.7) dengan perekat kanji 4,81 %, sagu 5,06 % dan maizena 4,85 %. Kadar abu pada briket ini juga dipengaruhi oleh kadar abu dari masing-masing perekat. Sebelum dibuat briket, arang hasil pirolisis suhu 400°C memiliki kadar abu 5,2%. Setelah dibuat dalam bentuk briket kadar abu turun dan berbeda pada masing-masing perekat. Briket dengan perekat kanji memiliki nilai kadar abu yang paling rendah. Hal ini disebabkan karena dari ketiga perekat yang digunakan kanji memiliki kandungan abu sekitar 0,36% (Mahadi & Ulitua Panggabean, 2023). Perekat memiliki kadar abu bawaan yang dapat mempengaruhi kadar abu briket. Sementara itu, berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kadar abu pada tepung sagu 0,408% (Nusaibah et al., 2018) dan tepung maizena 0,13-0,35 % (Ramadan et al., 2023). Diantara ketiga perekat yang digunakan tepung sagu memiliki kadar abu yang paling tinggi. Hal ini menyebabkan tingginya kadar abu pada briket yang menggunakan perekat tepung sagu. Secara keseluruhan briket yang diperoleh dengan ketiga jenis perekat memiliki kadar abu yang sesuai dengan SNI 016235-2000 yakni < 8, Jepang 3-6% dan Inggris 8-10%.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kadar Volatile Matter

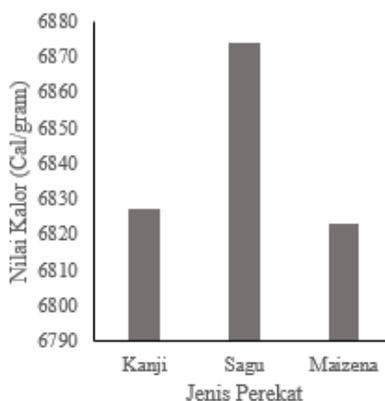
Kadar zat terbang ditentukan dengan proses kehilangan berat briket yang terjadi apabila briket dipanaskan tanpa kontak dengan udara pada suhu lebih kurang 950°C dengan laju pemanasan tertentu. Kehilangan zat terbang merupakan hilangnya senyawa kimia H₂, CO, CO₂, CH₄ dan uap serta sebagian kecil tar. Kadar zat terbang ini akan mempengaruhi banyaknya asap yang dihasilkan dan kemudahan briket untuk dinyalakan, semakin besar kadar zat menguap maka semakin mudah briket menyala dan sebagai efek sampingnya asap yang dihasilkan juga bertambah banyak, sebaliknya semakin rendah kadar zat mudah menguap maka briket akan menghasilkan asap yang lebih sedikit pada saat digunakan (Halim & Rante, 2024). Pada gambar 4.8 menunjukkan pengaruh jenis perekat terhadap volatile matter.



Gambar 4. 8 Pengaruh Perekat Terhadap Volatile Matter

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar volatile briket dengan perekat kanji 40,93 %, sagu 40,02 % dan maizena 40,66 %. Kadar volatile matter pada masing-masing perekat menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Kadar volatile matter pada briket ini masih sangat tinggi. Nilai ini belum memenuhi SNI 016235-2000 yakni $\leq 15\%$ dan Jepang 15-30%. Hal ini disebabkan karena proses pirolisis yang belum optimal sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa tinggi rendahnya kadar zat menguap pada briket arang dipengaruhi oleh proses karbonasi yang optimal dan dipengaruhi oleh suhu serta waktu pengarangan. Semakin besar suhu dan waktu maka semakin banyak zat yang akan menguap (Anizar et al., 2020). Selain itu, tingginya volatile matter dikarenakan kandungan dari biomassa itu sendiri (Ristianingsih et al., 2015). Dimana, volatile matter pada Lignoselulosa D07 sebelum dilakukan pengarangan 73.69 %.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Nilai Kalor

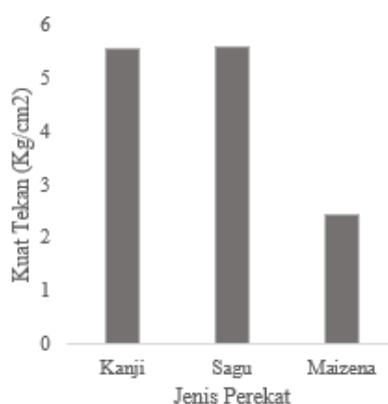


Gambar 4. 9 Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan penentu kualitas briket yang dihasilkan. Sebelum dilakukan pembuatan briket nilai kalor arang 6832 cal/gram. Setelah dilakukan penelitian dengan tiga jenis perekat diperoleh nilai kalor briket dengan perekat kanji 6827 cal/gram, sagu 6874 cal/gram dan maizena 6823 cal/gram. Hal ini juga sama dengan penelitian sebelumnya mengenai pembuatan briket dari serabut dan tandan buah lontar, briket dengan perekat sagu memiliki nilai kalor tertinggi dibandingkan dengan tepung tapioka dan maizena (Cholilie & Zuari, 2021). Nilai kalor yang diperoleh dalam briket ini memenuhi SNI briket yakni >5000 cal/gram dan lebih tinggi dari standar beberapa negara seperti Jepang dengan standar 5000-6000 cal/gram dan Inggris 5000 cal/gram. Nilai kalor ini sangat dipengaruhi oleh nilai kalor perekat yang digunakan. Nilai kalor tepung kanji 3941 cal/gram, tepung sagu 4040 cal/gram, dan tepung maizena 4035 cal/gram. Hasil nilai kalor yang didapatkan melalui bomb calorimeter yang artinya semakin tinggi nilai kalor bakar biobriket, semakin baik pula kualitas biobriket yang dihasilkan. Sehingga, briket dengan kualitas terbaik berdasarkan nilai kalor diperoleh dari perekat sagu.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kuat Tekan

Kuat tekan menunjukkan daya tahan suatu briket terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan briket tersebut pecah atau hancur. Semakin besar nilai kuat tekan berarti daya tahan briket semakin baik (Iriany et al., 2016). Berikut pada gambar 4.1 menunjukkan pengaruh jenis perekat terhadap kuat tekan.

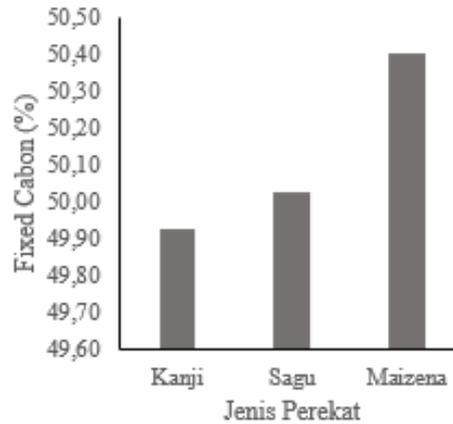


Gambar 4. 1010 Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Kuat Tekan

Perekat juga memiliki pengaruh terhadap kuat tekan briket. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perekat sagu dengan konsentrasi 10% memiliki kuat tekan 5,576 kg/cm², kanji 5,521 kg/cm², dan maizena 2,415 kg/cm². Nilai ini tidak memenuhi SNI briket yakni >50 kg/cm² dan di Inggris yakni 12.7 kg/cm² ataupun standar Jepang yakni 60-65 kg/cm². Rendahnya kuat tekan briket ini dipengaruhi oleh tekanan yang

diberikan saat mencetak briket, dimana proses pencetakan briket dilakukan secara manual sehingga kerapatan briket lebih rendah. Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa nilai kerapatan berbanding lurus dengan tingkat ketahanan pada briket (Khusaini & Rahman, 2024)

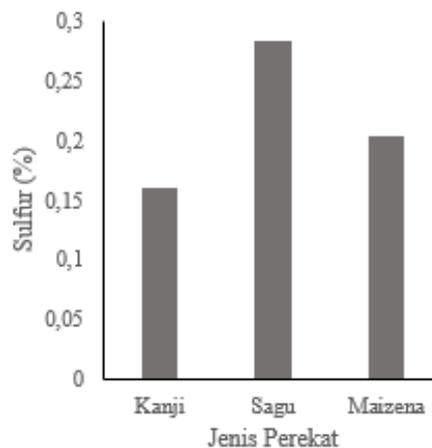
Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Fixed Carbon



Gambar 4. 11 Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Fixed Carbon

Kadar karbon merupakan komponen fraksi karbon (C) yang terdapat dalam bahan selain komponen air, abu dan zat volatile matter. Kadar karbon terikat dapat mempengaruhi mutu bahan bakar briket, dimana semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan kadar karbon terikat maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan. Kemudian kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan briket yang sedikit asap pada saat proses pembakaran (Anizar et al., 2020). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh fixed carbon briket dengan perekat kanji 49,93%, sagu 50,03%, dan maizena 50,40%. Nilai fix carbon tertinggi diperoleh dengan jenis perekat maizena, selain karena nilai kadar airnya yang rendah, tingginya fix carbon pada tepung maizena dipengaruhi oleh kadar karbon karena maizena mempunyai kadar selulosa cukup tinggi, kadar selulosa ini merupakan sumber unsur karbon dalam briket (Cholilie & Zuari, 2021). Hal ini disebabkan karena fix carbon yang diperoleh masih jauh dari SNI yakni $\geq 77\%$, jepang 60-80% dan UK 75%. Hal ini disebabkan oleh masih tingginya volatile matter yang terdapat pada briket.

Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Total Sulfur



Gambar 4. 12 Pengaruh Perekat Terhadap Total Sulfur

Total sulfur adalah total sulfur yang terdapat di material organik dan anorganik pada sampel. Sulfur yang berlebih merupakan sesuatu yang tidak diinginkan karena berpengaruh pada kontaminasi dan korosi pada pemanas (Tambaria & Serli, 2019). Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh total sulfur dengan perekat kanji 0,16%, sagu 0,283% dan maizena 0,204%. Berdasarkan PERMEN ESDM standar sulfur untuk briket maksimal 1% (Kalsum & Ibrahim, 2023). Sehingga briket dari ketiga perekat yang digunakan memenuhi standar.

4. CONCLUSION

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: 1). Suhu pirolisis terbaik dalam penelitian ini ialah 400 °C dengan yield 39 %, kadar air 2,8%, kadar abu 5,2%, volatile matter 30,47% dan nilai kalori 6832 cal/gram. 2). Perekat briket yang menunjukkan kualitas terbaik diperoleh dari sagu dengan nilai kalor tertinggi 6874 cal/gram, kadar air 4,9%, kadar abu 5,06%, kuat tekan 5.576 kg/cm² dan volatile matter 40,66%.

5. ACKNOWLEDGMENTS

Penulis menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penelitian ini. Bantuan dan dorongan mereka sangat berharga untuk mewujudkan penelitian ini. Terima kasih atas waktu, saran, dan bimbingan yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat kepada semua pihak.

6. REFERENCES

- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11–17.
- Arman, M., & Munira. (2018). Pirolisis bahan batubara dan serbuk gergaji. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 03(02), 27–32.
- Aziz, M. R., Siregar, A. L., Rantawi, A. B., & Rahardja, I. B. (2019). Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. *Prosiding SEMNASTEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 141–152.
- Cholilie, I. A., & Zuari, L. (2021). Pengaruh Variasi Jenis Perekat terhadap Kualitas Biobriket Berbahan Serabut dan Tandan Buah Lontar (*Borassus flabellifer* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(3), 391–402.
- Faizal, M., Saputra, M., & Zainal, F. A. (2015). Pembuatan Briket Bioarang dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi dan Eceng Gondok. *Teknik Kimia*, 21(4), 1–12.
- Febriyanti, F., Fadila, N., Sanjaya, A. S., Bindar, Y., & Irawan, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bio-Char, Bio-Oil Dan Gas Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 12.
- Halim, A., & Rante, M. (2024). Pengaruh Dua Jenis Perekat Terhadap Briket Arang Tempurung Kelapa. *Journal Of Social Science Research*, 4(1), 11408–11418.
- Hasibuan, R., & Pardede, H. M. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Pirolisis terhadap Karakteristik Arang dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 12(1), 46–53.
- Ifa, L. (2019). Production of bio-briquette from biochar derived from pyrolysis of cashew nut waste. *Ecology, Environment and Conservation (EEC)*, 25, 125-131.
- Ifa, L., Yani, S., Nurjannah, N., Darnengsih, D., Rusnaenah, A., Mel, M., ... & Kusuma, H. S. (2020). Techno-economic analysis of bio-briquette from cashew nut shell waste. *Heliyon*, 6(9).
- Indrawati, C., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2019). Karakteristik Komposit Bioplastik Glukomanan Dan Maizena Dalam Pengaruh Variasi Suhu Dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 468.
- Jannah, B. L., Pangga, D., & Ahzan, S. (2022). Pengaruh Jenis dan Persentase Bahan Perekat Biobriket Berbahan Dasar Kulit Durian terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 10(1), 16.
- Kalsum, U., & Ibrahim, A. (2023). Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Terhadap Kualitas Briket Dari Campuran Batubara Dan Cangkang Sawit. *14(02)*, 136–146.
- Khusaini, R., & Rahman, J. (2024). Pengaruh kerapatan briket campuran tempurung kelapa dan bonggol jagung terhadap kinerja kompor biomassa. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 19(1), 107–111.
- Mahadi, I., & Ulitua Panggabean, Y. (2023). Pengaruh Konsentrasi Campuran Perekat Kanji Dan Sagu Terhadap Mutu Briket Limbah Kulit Kolang Kaling (*Arenga Pinnata* Merr.). *Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 36–45.

- Muhamad Iqbal Akbar Asfar, A., Muhammad Irfan Taufan Asfar, A., Dewi Damayanti, J., Iqbal Mukhsen, M., Budiarto, E., Negeri Ujung Pandang, P., & Keperawatan Mappa Oudang, A. (2023). Bio-Arang Briket Dari Limbah Sekam Padi Melalui Olah Latih Kelompok Tani Eccengnge'. *Prosiding Konferensi Pengabdian Masyarakat*, 1, 21–28.
- Ningsih, A., & Hajar, I. (2019). Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji Dan Tepung Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 101–110.
- Ningsih, L. A., Setiawan, I., Syari, T., Nurdjannah, N., Ifa, L., Afiah, I. N., & Heri Septya Kusuma. (2023). Pine-to-Bioenergy: Potential of pine sap as adhesive and pine flower biomass waste in the production of biobriquettes. *Fuel*, 350.
- Novita, S. A., Santosa, S., Nofialdi, N., Andasuryani, A., & Fudholi, A. (2021). Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4(1), 53–67.
- Pratiwi Nova Sari, & Aminah, S. (2020). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Briket. 21(1), 1–9.
- Rahmawati, S., Wahyuni, S., Khaeruni, A., Ilmu dan Teknologi Pangan, J., Pertanian, F., Halu Oleo, U., & Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, K. (2019). Pengaruh Modifikasi terhadap Karakteristik Kimia Tepung Sagu Termodifikasi: Studi Kepustakaan The Effect of Modification Process on the Chemical Characteristics of Modified Sago Flour: A Review. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 4(2), 2096–2103.
- Ramadan, Y., Augustyn, G. H., & Mailoa, M. (2023). Formulasi Tepung Sagu Dan Tepung Kacang Merah Terhadap Pembuatan Kukis. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 260–268.
- Sa'diyah, K., Suharti, P. H., Hendrawati, N., Pratamasari, F. A., & Rahayu, O. M. (2021). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu sebagai Karbon Aktif melalui Proses Pirolisis dan Aktivasi Kimia. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(2), 91.
- Sugiharto, A., & Firdaus, Z. 'Ilma. (2021). Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(1), 17–22.
- Tambaria, T. N., & Serli, B. F. Y. (2019). Kajian Analisis Proksimat pada Briket Batubara dan Briket Biomassa. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 2(2), 77.
- Yuniarti, Y., Megawati, E., Dewi, A., Ariyani, D., Vegetama, M. R., & Sahara, A. (2023). Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Arang Hasil Pirolisis Kulit Kolang-Kaling (*Arenga pinnata*). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 1020–1030.