
PENAMBAHAN SERBUK AMPAS KOPI SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN NILAI KALOR BRIKET LIMBAH KERTAS**Oleh****Dianta Mustofa Kamal****Master's Program in Applied Manufacturing Technology, State Polytechnic of Jakarta,****Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok 16425, Indonesia****E-mail: dianta@pnj.ac.id****Abstrak**

Briket yang dihasilkan dari kertas bekas dikenal karena nilai kalorinya yang rendah. Nilai kalor briket dari kertas bekas berada pada urutan keempat setelah limbah kayu, arang dan serbuk gergaji. Oleh karena itu, diperlukan perbandingan komposisi campuran yang tepat untuk menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Serbuk Ampas Kopi (SAK) dipilih sebagai bahan tambahan dalam komposisi campuran biomassa karena SAK memiliki nilai kalor yang tinggi dan mudah ditemukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan rasio yang tepat yang dapat meningkatkan nilai kalor briket yang terbuat dari kertas bekas, berdasarkan pengujian dan analisis proksimat. Ada empat komposisi sampel campuran yang digunakan dalam penelitian ini. Komposisi campuran pertama adalah 90% kertas bekas dan 10% perekat; yang kedua adalah 70% kertas bekas, 20% SAK dan 10% perekat; komposisi campuran ketiga adalah 50% kertas bekas, 40% SAK, 10% perekat; dan komposisi campuran keempat meliputi 30% kertas bekas, 60% SAK dan 10% perekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar rasio SAK yang digunakan dalam komposisi akan menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi hanya saja briket semakin rapuh. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa briket mencapai performa terbaiknya pada komposisi campuran 40% SAK. Pada rasio yang diusulkan, briket tidak rapuh, dan menghasilkan nilai kalori 5,366 kkal/kg; 6,58% kadar air; 5,37% kadar abu; 28,28% dari bahan yang mudah menguap; dan 8,91% dari indeks pecah. Oleh karena itu, komposisi yang dipelajari dapat dipertimbangkan untuk menghasilkan briket biomassa yang paling efisien yang terbuat dari kertas bekas.

Kata Kunci: Biobriket, Nilai Kalor, Ampas Kopi**PENDAHULUAN**

Kebutuhan energi dari sektor industri, transportasi, dan komersial terus meningkat tiap tahunnya seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan di bidang ekonomi. Eksploitasi bahan bakar fosil secara besar-besaran terjadi akibat dari ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan bahan bakar tersebut yang berdampak kepada semakin rusaknya kondisi bumi. Selain itu, meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil akan menyebabkan berkurangnya cadangan minyak bumi yang akan membuat harga bahan bakar menjadi naik di kemudian hari [1].

Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil dan mengatasi krisis lingkungan yaitu dengan mengimbangi persediaan energi alternatif yaitu biomassa. Biomassa merupakan energi terbarukan yang bersumber dari bahan limbah organik hasil penguraian daun, ranting, kotoran hewan, limbah kehutanan, dan limbah pertanian [2]. Pemanfaatan biomassa sebagai energi alternatif dapat dilakukan dengan berbagai proses, salah satunya dengan konversi termokimiawi. Konversi energi biomassa secara termokimiawi akan menghasilkan panas dan listrik dengan menggunakan bahan bakar padat, cair, dan gas [3].

Kertas merupakan salah satu limbah yang sering ditemui di lingkungan karena penggunaannya yang masih cukup banyak dipakai pada institusi pemerintah maupun korporasi contohnya dalam pengarsipan dokumen. Pada tahun 2019, jumlah konsumsi kertas di Indonesia mencapai 13,6 juta ton. Dari data komposisi sampah yang tercatat di Indonesia berdasarkan jenisnya pada jenjang waktu 2019 dan 2020, kertas merupakan salah satu yang menyumbang produksi sampah. Selain itu, dalam rentang waktu satu tahun konsumsi kertas meningkat sebesar 0,57% dari 11,4% di tahun 2020 [4]. Menurut Suwardi (2021) “Pengolahan limbah masih menggunakan metode *landfill* konvensional, yaitu sampah-sampah tersebut hanya ditampung sementara dan kemudian akan diangkut dan dikumpulkan ke TPA setempat”. Limbah kertas tersebut masih dapat ditingkatkan nilai gunanya dengan cara pengolahan yang baik, seperti dijadikan briket.

Briket merupakan sumber energi terbarukan dengan bahan padat yang berasal dari hasil konversi energi biomassa untuk mempertahankan nyala api. Briket yang diproduksi dari bahan-bahan biomassa disebut dengan biobriket [5]. Biobriket yang dipakai sebagai bahan bakar alternatif akan memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung bahan utama pembuatan, ukuran partikel, campuran yang dipakai dan juga persentase jumlah perekatnya. Kualitas dari biobriket dapat dapat dinilai baik sesuai dengan standar mutu briket SNI yaitu briket dengan nilai kalor dan lama pembakaran yang tinggi serta kadar air yang rendah.

Pembuatan biobriket akan melalui beberapa tahapan yaitu pencacahan menjadi partikel yang lebih kecil, pengurangan, penyaringan dengan ukuran 60 mesh, pencampuran dengan perekat, pencetakan, dan pengeringan [6]. Komposisi yang dipakai untuk pembuatan biobriket ini menggunakan serbuk ampas kopi dan perekat berupa tepung tapioka. Serbuk ampas kopi merupakan limbah yang

cukup banyak ditemui dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap apabila tidak diperlakukan dengan benar. Penambahan serbuk ampas kopi ke dalam campuran briket kertas guna meningkatkan nilai kalor briket karena kandungan kalor kulit kopi dan serbuk ampas kopi memiliki nilai yang cukup tinggi yaitu sebesar 6.983 kcal/kg [7].

LANDASAN TEORI

Biomassa atau dikenal sebagai *bioresource* merupakan semua bahan organik yang berasal dari tanaman hijau yang molekulnya sudah rusak setelah mengalami proses pencernaan, pembakaran, atau dekomposisi. Energi kimia dari biomassa akan tersimpan di bahan organik tersebut yang kemudian dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi yang utama bagi umat manusia adalah biomassa dengan perkiraan untuk berkontribusi terhadap keberlangsungan hidup sebesar 10-14% dari pasokan energi dunia [8]. Satu faktor penting yang menjadi pertimbangan penggunaan energi biomassa yaitu untuk membantu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang mana merupakan salah satu penyumbang terbesar terjadinya pemanasan global. Secara spesifik, bahan organik yang termasuk biomassa yaitu kayu, serbuk gergaji, eceng gondok, batok kelapa, serabut kelapa, sekam padi, sampah dapur, kotoran hewan, kayu putih, kelapa sawit, tebu, kopi, dan kakao [9].

Salah satu sumber pemasok energi biomassa adalah sampah. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, pada tahun 2020 total produksi sampah nasional mencapai 67,8 juta ton. Menurut Suwardi (2021), pengelolaan limbah masih belum dilakukan secara maksimal, “Pengolahan limbah masih menggunakan metode *landfill* konvensional, yaitu sampah-sampah tersebut hanya ditampung sementara dan kemudian akan diangkut dan dikumpulkan ke TPU setempat”. Dengan mengolah sampah

berdasarkan sifatnya, pemanfaatan sampah terhadap produksi biomassa akan semakin maksimal.

Pirolisis merupakan proses konversi energi biomassa bahan padat tanpa menggunakan oksigen dengan tujuan menghilangkan kandungan zat terbang karbon. Produk yang dihasilkan dari teknologi konversi pirolisis dapat berbentuk padatan, cair, dan gas. Bahan bakar padat yang dihasilkan dari proses pirolisis berupa arang (*char*) yang disebut dengan karbonisasi. Karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti. Karbonisasi dilakukan untuk meningkatkan nilai kalor biomassa yang dapat digunakan untuk pembakaran dengan hasil yang bersih dan sedikit kandungan asap. Proses pirolisis biomassa menghasilkan nilai kalor dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan pembakaran secara langsung [10].

Dalam metode konversi biomassa pirolisis, salah satu bahan bakar yang dapat dihasilkan adalah biobriket. Penelitian biomassa menggunakan jerami padi dan tongkol jagung dengan menggunakan proses pirolisis pada temperatur 250 – 450 °C menghasilkan bioarang dengan kadar karbon dan nilai kalor yang meningkat [11]. Jumlah arang yang dihasilkan untuk dibuat menjadi biobriket bergantung pada komposisi awal bahan organik yang dipakai. Arang yang sedikit dihasilkan karena kandungan zat *volatile matter* yang semakin banyak.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menguji empat buah sampel dengan komposisi limbah kertas dan ampas kopi yang berbeda-beda, yaitu:

- Sampel 1 = 90% kertas : 10% perekat
- Sampel 2 = 70% kertas : 20% ampas kopi : 10% perekat
- Sampel 3 = 50% kertas : 40% ampas kopi : 10% perekat
- Sampel 4 = 30% kertas : 60% ampas kopi : 10% perekat



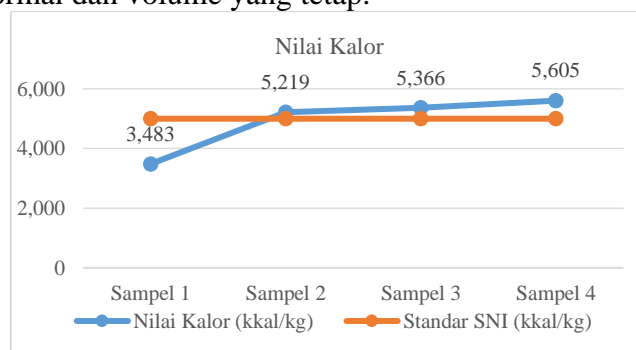
Gambar 1. Sampel yang akan diuji

Kemudian semua sampel tersebut diuji besarnya nilai kalor, kadar air (*moisture content*), kadar abu (*ash content*), kadar zat menguap (*volatile matter*), dan keteguhan fisik (dengan metode *shatter index* briket) kemudian membandingkan hasil pengujian dengan standar SNI briket No. 01-6235-2000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Kalor

Nilai kalor atau *heating value* suatu bahan bakar merupakan jumlah panas yang diperoleh atau dihasilkan dengan menggunakan pembakaran yang sempurna. Untuk menghitung nilai kalor dari suatu bahan bakar digunakan alat yang bernama bom kalorimeter. Penggunaan bom kalorimeter untuk pengujian nilai kalor dilakukan dengan membakar sedikit sampel bahan bakar dengan temperatur udara normal dan volume yang tetap.



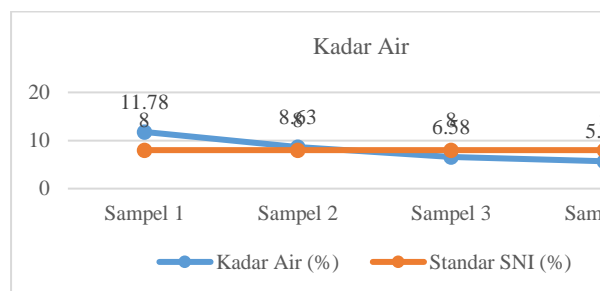
Gambar 2. Nilai Kalor Briket (ASTM D5865-13)

Pada Gambar 2 nampak hasil pengujian nilai kalor terhadap empat sampel variasi komposisi briket mengalami kenaikan. Nilai kalor tertinggi terdapat pada variasi sampel 4 komposisi 30% kertas, 60% ampas kopi, dan 10% perekat yaitu dengan nilai sebesar 5.605 kkal/kg. Sedangkan nilai kalor terendah terdapat

pada sampel 1 komposisi 90% kertas dan 10% perekat dengan nilai sebesar 3.483 kal/kg. Dari keempat sampel dengan variasi komposisi berbeda yang diuji, nilai kalor yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000 briket dengan besar nilai kalor minimal lebih dari 5.000 kkal/kg yaitu sampel 2, sampel 3, dan sampel 4. Sampel 1 belum memenuhi standar SNI karena nilai kalor yang dihasilkan masih dibawah 5.000 kkal/kg.

Kadar Air (Moisture Content)

Kadar air akan berhubungan dengan tinggi atau rendahnya nilai kalor yang dihasilkan. Besarnya kadar air dalam bahan bakar menyebabkan kalor yang dihasilkan dan daya pembakaran yang rendah. Metode pengeringan yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kadar air dalam penelitian ini memakai standar ASTM E871-82 yang akan berjalan selama 24 jam dengan temperatur 105°C.



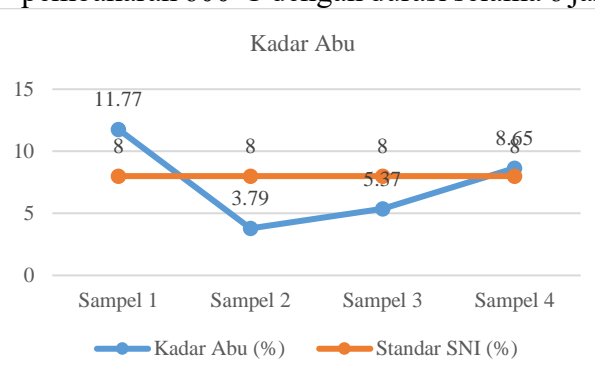
Gambar 3. Kadar Air Briket (ASTM E871-82)

Pada Gambar 3 terlihat grafik perbandingan hasil pengujian kadar air empat buah sampel briket dengan variasi komposisi yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kadar air tertinggi terdapat pada sampel 1 sebesar 11,78%. Kemudian kadar air briket mengalami penurunan pada sampel 2, sampel 3, dan sampel 4 memiliki kadar air paling rendah yaitu sebesar 5,68%. Besar kadar air yang terkandung pada briket sesuai standar SNI 01-6235-2000 yaitu < 8%. Sampel 1 dan sampel 2 mencatat masing-masing memiliki kadar air sebesar 11,78 dan 8,63% yang mana masih diatas 8%. Bahan yang digunakan pada campuran komposisi briket juga mempengaruhi tinggi-rendahnya kadar air yang terkandung.

Sampel 1 memiliki nilai kadar air yang tinggi karena komposisi campuran briket yang digunakan adalah 90% kertas dan 10% perekat. Kertas yang dipakai sebagai campuran diolah terlebih dahulu menjadi bubur kertas untuk mendapatkan ukuran partikel yang lebih kecil.

Kadar Abu (Ash Content)

Setelah menguji kandungan kadar air yang terdapat pada biobriket, selanjutnya dilakukan pengujian kadar abu. Kadar abu juga berpengaruh terhadap nilai kalor suatu bahan bakar, dimana semakin banyak kadar abu yang terkandung dalam bahan bakar akan mengurangi nilai kalor. Proses pengabuan yang digunakan yaitu menggunakan metode pengabuan langsung memakai temperatur pembakaran 600°C dengan durasi selama 6 jam.



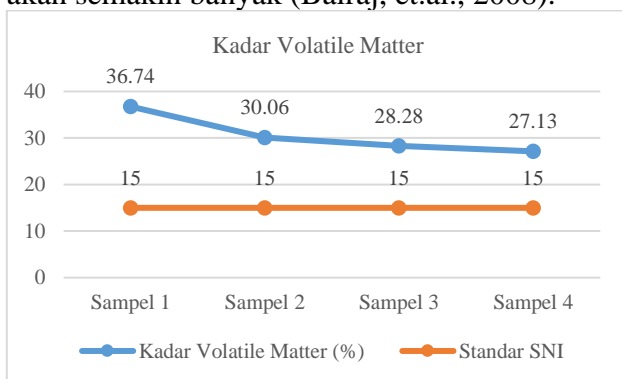
Gambar 4. Kadar Abu (ASTM D1102-84)

Pada Gambar 4, terdapat dua sampel dengan nilai kadar air yang tidak sesuai standar SNI. Pada sampel 1 memiliki nilai kadar abu tertinggi sebesar 11,77%. Kemudian pada sampel 2 nilai kadar abu mengalami penurunan menjadi 3,79%, pada sampel 3 kadar abu mengalami kenaikan menjadi 5,37, dan pada sampel 4 kadar abu mengalami kenaikan serta melewati standar SNI dengan nilai 8,65%. Selain kadar air, kadar abu juga menjadi salah satu parameter yang penting karena tidak dapat terbakar dengan baik. Kadar abu yang tinggi mempengaruhi besar nilai kalor yang dihasilkan, pada sampel 1, kadar abu tercatat memiliki nilai yang paling tinggi.

Kadar Zat Menguap (Volatile Matter)

Kadar zat menguap atau *volatile matter* merupakan kandungan dari bahan organik yang

dapat menguap dan dapat berpengaruh terhadap kesempurnaan pembakaran biobriket. Untuk menilai kandungan *volatile matter* dilakukan dengan cara membandingkan kandungan karbon dengan zat terbang dan disebut dengan rasio bahan bakar atau *fuel ratio*. Dengan dihasilkannya *fuel ratio* yang tinggi maka dapat dipastikan jumlah karbon yang tidak terbakar akan semakin banyak (Balraj, et.al., 2008).



Gambar 5. *Volatile Matter* (ASTM E872-72)

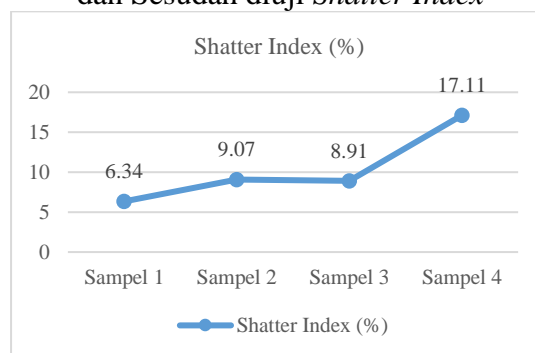
Hasil pengujian kadar zat menguap (*volatile matter*) yang dapat dilihat pada Gambar 5 tercatat keempat sampel tidak ada yang memenuhi standar SNI. Sampel 1 dengan komposisi 90% kertas dan 10% perekat memiliki kadar zat menguap paling banyak, hal itu dipengaruhi oleh adanya kandungan air dari kertas yang dibuat dengan bubur kertas pada penelitian ini.

Keteguhan Tekan (*Shatter Index*)

Pengujian keteguhan tekan briket dilakukan untuk menentukan kekuatan suatu briket. Briket dengan mutu yang baik memiliki sifat fisik yang keras dan kuat. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan dan membenturkan briket dari ketinggian 1,8 meter kemudian ditimbang dengan timbangan digital yang memiliki ketelitian 0,01 gram. Massa briket dihitung sebelum dilakukan uji *drop test* kemudian ditimbang ulang untuk mendapatkan berapa massa atau partikel yang hilang akibat pengujian. Gambar 6 memperlihatkan bentuk sebelum dan sesudah pengujian keteguhan tekan.



Gambar 6. Tampak Visual Biobriket Sebelum dan Sesudah diuji *Shatter Index*



Gambar 7. Massa Briket yang Menghilang Metode *Shatter Index* (ASTM D440-86 R02)

Pada Gambar 7, massa briket sampel 1 dengan variasi campuran 90% kertas dan 10% perekat yang hilang setelah dilakukan pengujian *shatter index* yaitu sebesar 6,34%. Angka tersebut mengalami kenaikan pada sampel 2 menjadi 9,07%. Massa yang hilang pada sampel ketiga mengalami penurunan sedikit dengan nilai 8,91% lalu terjadi kenaikan dengan nilai hampir dua kali lipat pada sampel 4 yaitu sebesar 17,11%. Dari hasil pengujian tersebut, sampel 4 dengan komposisi 30% kertas, 60% ampas kopi, dan 10% perekat merupakan sampel briket yang paling rapuh,

sehingga sampel 4 merupakan sampel yang sangat tidak layak sebagai briket. Hal tersebut terjadi karena ampas kopi memiliki partikel yang lebih kecil dibanding kertas.

Tabel 1 menunjukkan standar SNI untuk nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan *shatter index* yang dibandingkan dengan semua sampel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sampel 3 dengan komposisi 40% ampas kopi memiliki nilai yang memenuhi standar SNI.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengujian Karakteristik Briket

| No | Nama Sampel | Nilai Kalor Kcal/kg | Kadar Air (%) | Kadar Abu (%) | Shatter Index (%) |
|----|--------------------------|---------------------|---------------|---------------|-------------------|
| 1 | Sampel 1 | 3.483 | 11,78 | 11,77 | 6,34 |
| 2 | Sampel 2 | 5.219 | 8,63 | 3,79 | 9,07 |
| 3 | Sampel 3 | 5.366 | 6,58 | 5,37 | 8,91 |
| 4 | Sampel 4 | 5.605 | 5,68 | 8,65 | 17,11 |
| 5 | Standar SNI 01-6235-2000 | >5.000 | <8 | <8 | - |

PENUTUP

Kesimpulan

- Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi kopi yang dipakai untuk membuat briket, maka semakin tinggi nilai kalor yang didapat hanya saja briket akan semakin rapuh. Sebaliknya, semakin tinggi kadar air yang terkandung pada briket maka semakin rendah nilai kalornya.
- Biobriket paling terbaik dan memenuhi standar mutu SNI adalah biobriket dengan komposisi 40 % ampas kopi dengan nilai kalor 5,366 kcal/kg, kadar air 6,58%, kadar

abu 5,37%, kadar volatile matter 28,28%, dan hasil shatter index 8,91%.

Saran

Serbuk ampas kopi yang digunakan jangan melebihi 50% dari komposisi campuran briket karena partikel ampas kopi yang lebih kecil dibandingkan dengan kertas membuat briket menjadi rapuh dan mudah hancur. Meskipun dengan menambahkan serbuk ampas kopi dapat meningkatkan nilai kalor, kualitas fisik daripada briket tersebut juga perlu diperhatikan agar nilai jual briket tidak berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- I. S. dan I. M. Suartika, "Konversi Energi Biomassa Kotoran Sapi Melalui Rancangan Biodigester Untuk Rumah Tangga," *J. Log.*, vol. 17, no. 3, pp. 164–166, 2017.
- Y. Pan, R. A. Birdsey, O. L. Phillips, and R. B. Jackson, "The Structure, Distribution, and Biomass of the World's Forests," *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, vol. 44, pp. 593–622, 2013, doi: 10.1146/annurev-ecolsys-110512-135914.
- I. Heriansyah, "Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa Hutan di Indonesia," *Inovasi*, vol. 5/XVII, pp. 34–38, 2005.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, "Pasar Kertas Domestik Terbuka," Nov. 11, 2020.
- V. V. Sakhare and R. V. Ralegaonkar, "Use of Bio-briquette Ash for the Development of Bricks," *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 684–689, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.07.088.
- A. Balraj, J. Krishnan, K. Selvarajan, and K. Sukumar, "Potential Use of Biomass and Coal-fine Waste for Making Briquette for Sustainable Energy and Environment," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, no. 2008, 2020, doi: 10.1007/s11356-020-10312-2.
- Y. H. Lucky Budiawan, Bambang

- Susilo, "Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bioarang Dengan Variasi Komposisi Kulit Kopi," *J. Bioproses Komod. Trop.*, vol. 2, no. 2, pp. 152–160, 2014.
- [8] P. McKendry, "Energy Production from Biomass (part 1): Overview of Biomass," *Bioresour. Technol.*, vol. 83, no. 1, pp. 37–46, 2002, doi: 10.1016/S0960-8524(01)00118-3.
- [9] M. Nawawi, "Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa," 2017.
- [10] X. Hu and M. Gholizadeh, "Biomass Pyrolysis: A Review of the Process Development and Challenges from Initial Researches up to the Commercialisation Stage," *J. Energy Chem.*, vol. 39, no. x, pp. 109–143, 2019, doi: 10.1016/j.jechem.2019.01.024.
- [11] H. Hindarso and A. L. Maukar, "Proses Konversi Biomassa menjadi Bioarang sebagai Bahan Bakar Alternatif," 2000.
- [12] Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, "Komposisi Sampah Nasional Berdasarkan Jenisnya," 2020.
- [13] D. M. Novita and E. Damanhuri, "Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia dalam Konsep Waste To Energy," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 16, no. 2, pp. 103–114, 2009.
- [14] A. Brunerová *et al.*, "Valorization of Bio-briquette Fuel by Using Spent Coffee Ground as an External Additive," *Energies*, vol. 13, no. 1, pp. 1–15, 2019, doi: 10.3390/en13010054.
- [15] Triono, "Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis enrinii*) dan Sengon (*Paraserianthes falcutaria* L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L.)," in *Skripsi: Fakultas Kehutanan IPB*, 2006.
- [16] A. Setiawan, O. Andrio, and P. Coniwanti, "Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket dari Campuran Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji Terhadap Nilai Pembakaran," *J. Tek. Kim.*, vol. 18, no. 2, pp. 9–16, 2012.
- [17] I. T. Sulistiana, "Uji Kalor Bakar Bahan Bakar Campuran Bioetanol Dan Minyak Goreng Bekas," *J. Neutrino*, vol. 3, no. 2, pp. 163–174, 2012, doi: 10.18860/neu.v0i0.1653.
- [18] M. E. Satmoko, D. D. Saputro, and A. Budiyono, "Karateristik Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas," *J. Mech. Eng. Learn.*, vol. 2, no. 1, pp. 1408–1412, 2013.
- [19] N. V. Avelar, A. A. P. Rezende, A. de C. O. Carneiro, and C. M. Silva, "Evaluation of Briquettes Made from Textile Industry Solid Waste," *Renew. Energy*, vol. 91, pp. 417–424, 2016, doi: 10.1016/j.renene.2016.01.075.
- [20] D. Sumangat and W. Broto, "Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku," *Bul. Teknol. Pasca Panen*, vol. 5, no. 1, pp. 18–26, 2016.
- [21] A. R. I. Kesuma, "Pemanfaatan Kertas Bekas dan Serbuk Kayu Menjadi Biobriket sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan," 2017.
- [22] T. D. A. Putri, A. Setyaningrum, and P. Yuwono, "Pengaruh Jenis Dan Level Bahan Perikat Terhadap Laju Pembakaran Dan Drop Test Briket Bioarang Berbahan Feses Sapi Potong," *J. Anim. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 274–280, 2019.
- [23] A. Saleh, L. Novianty, S. Murni, and A. Nurrahma, "Analisis Kualitas Briket Serbuk Gergaji Kayu Dengan Penambahan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Al-Kimia*, vol. 5, no. 1, pp. 21–30, 2017, doi: 10.24252/al-kimia.v5i1.2845.
- [24] N. Binti Mohd Rani and P. Darul Ridzuan, "The Production of Briquette

- From Coffee Waste,” 2014.
- [25] Syahrums and Salim, *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Citapustaka Media, 2012.
- [26] F. T. Bonner, “Measurement and Management of Tree Seed Moisture,” *Dep. Agric. For. Serv. Res.*, pp. 50–177, 1995.
- [27] R. Sunartaty and R. Yulia, “Pembuatan Abu Dan Karakteristik Kadar Air Dan Kadar Abu Dari Abu Pelepah Kelapa,” *Eksplor. Kekayaan Marit. Aceh di Era Glob. dalam Mewujudkan Indones. sebagai Poros Marit. Dunia*, vol. 1, pp. 560–562, 2017.
- [28] A. Gandhi B, “Pengaruh Varian Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung,” *J. Ilm. Pop. dan Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2010.