

UJI KUALITAS BIOBRIKET KULIT KOPI DAN SEKAM PADI UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Nurul Farihah^{a, 1, *}, Ucik Ika Fenti Styana^{b, 2)}, Dimas Taufiq Ridlo^{c, 3)}, Masrur Alatas^{d, 4)}

^{a)} Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Janti Km 4 Gedongkuning,
Banguntapan, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55198

^{1, 2, 3, 4)} farihahn6@gmail.com; ucik_energi@ity.ac.id; dimas.taufiq.r@ity.ac.id;
masruralatas@ity.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang terus meningkat selaras dengan peningkatan penduduk dan ekonomi sedangkan saat ini masyarakat masih menggunakan energi fosil yang tidak dapat diperbaharui dan mencemari lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan inovasi penyedia energi yang dapat selalu diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah kulit kopi dan sekam padi menjadi bioenergi yaitu biobriket. Pada penelitian ini dilakukan uji kualitas berdasarkan uji thermal dengan tiga variasi bahan bakar yaitu biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan biobriket kombinasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan biobriket kombinasi berdasarkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dan membara. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dan menggunakan produk jadi yang telah diproduksi oleh masyarakat di daerah lokasi penelitian. Dari penelitian ini didapatkan hasil kualitas biobriket paling baik berdasarkan uji lama mendidihkan air 1000 ml adalah biobriket kulit kopi dengan lama waktu yang dibutuhkan yaitu 2783,3 detik dan kualitas biobriket paling baik berdasarkan lama waktu membara adalah biobriket sekam padi dengan lama waktu membara yaitu 10121,8 detik.

Kata kunci: Biobriket, Kulit Kopi, Sekam Padi

Quality Test Of Coffee Shell And Rice Husk Biobriquets For The Need Of Renewable Energy-Based Energy Substitution

ABSTRACT

Energy needs continue to increase in line with population and economic growth, whereas currently people still use fossil energy which cannot be renewed and pollutes the environment. To overcome this, innovative energy providers are needed that can always be renewed and are environmentally friendly. One of them is the use of coffee husk and rice husk waste in bioenergy, namely bio briquettes. In this research, a quality test was carried out based on three thermal tests variation The fuels are coffee husk bio briquettes, rice husk bio briquettes, and combination bio briquettes. This research aims to determine the quality of coffee husk bio briquettes, rice husk bio briquettes and combination bio briquettes based on the length of time needed for water to boil and smolder. This research uses an experimental type of research and uses finished products that have been produced by the community in the research location. From this research, it was found that the best quality of bio briquettes based on the long test of boiling 1000 ml of water was coffee husk bio briquettes with the time required, namely 2783.3 seconds, and the best quality of bio briquettes based on the length of time they burned was rice husk bio briquettes with a time of smoldering of 10121. 8 seconds.

Keywords: Biobriquette, Coffee Peel, Rice Husk

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi manusia yang selaras dengan peningkatan proses industri menyebabkan kebutuhan energi terus meningkat (Riskiyanto, 2017). Saat ini sumber energi terbesar yang dimanfaatkan di Indonesia adalah energi fosil. Energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan. Salah satu energi fosil yang digunakan sebagai bahan bakar adalah minyak bumi, yang apabila terus menerus digunakan akan menyebabkan krisis bahan bakar. Oleh karena itu, sumber energi alternatif sangat dibutuhkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, khususnya minyak bumi (Patabang, 2012).

Energi baru terbarukan merupakan sumber energi alam yang dapat langsung dimanfaatkan dengan bebas. Selain itu, ketersediaan energi baru terbarukan ini tak terbatas dan bisa dimanfaatkan secara terus menerus. Salah satunya adalah dengan pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan sebagai biobriket untuk mengurangi penggunaan sumber energi minyak bumi sebagai bahan bakar (Kalvianto, 2020).

Indonesia merupakan negara agraris yang menghasilkan limbah pertanian sangat melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal, oleh karena itu biomassa dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan energi fosil karena bahan bakar biomassa berasal dari tanaman (Kalvianto, 2020). Penggunaan biomassa secara intensif cenderung murah karena bahan baku yang digunakan murah, ketersediaan bahan baku melimpah, dan teknologi pengolahannya tidak rumit. Limbah kopi dan sekam padi merupakan beberapa contoh biomassa yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif minyak bumi (Riskiyanto, 2017).

Bahan organik yang mengandung lignin, selulosa, holoselulosa dan dapat diperoleh dari tanaman, hutan, perkebunan, pertanian disebut juga biomassa. Biomassa dikenal dengan komposisi bahan organik yang kompleks, karena umumnya mengandung karbohidrat, lemak, sodium, fosfor, kalsium dan besi. Contoh biomassa antara lain ialah tumbuhan, pohon, daun, limbah perkebunan dan limbah pertanian. Umumnya biomassa digunakan pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya. Biomassa yang memiliki nilai ekonomis rendah atau yang telah menjadi limbah, biasanya dimanfaatkan sebagai sumber energi (Parinduri & Parinduri, 2020).

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki nilai jual tinggi. Tanaman kopi memiliki ciri – ciri sebagai berikut yaitu akar tunggang, bentuk daun bulat telur dengan ujung daun meruncing, saat muda warna daun perunggu sedangkan daun tua berwarna hijau tua dan memiliki bunga berwarna putih berbau harum. Terdapat beberapa jenis kopi yaitu kopi arabika, robusta, liberika dan ekselsa. Pengolahan kopi terdapat hasil sampingan meliputi 48% daging buah, 42% kulit buah dan 6% kulit biji (kulit tanduk). Umumnya, limbah kulit kopi dimanfaatkan sebagai pakan ternak, pupuk dan sebagian besar dibuang (Fatmala, 2019).

Kulit padi atau biasa dikenal dengan sekam padi merupakan lapisan keras meliputi kariopsis yang terdiri dari lemma dan palea yang saling bertautan. Sekam padi adalah limbah yang dihasilkan oleh aktivitas pabrik penggilingan padi (huller). Pengolahan padi memiliki hasil sampingan yang cukup melimpah, yaitu jerami (4,0 – 7,0) %; dedak (0,6 – 1,1) % dan sekam padi (18,0 – 22,3) %. Umumnya, hasil sampingan dari pengolahan padi dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Ola, 2015).

Kabupaten Bondowoso memiliki potensi untuk mengembangkan energi biomassa karena masih memiliki banyak lahan pertanian dan perkebunan yang pemanfaatan hasil limbahnya belum optimal. Contoh biomassa yang berpotensi ialah limbah kulit kopi dan sekam padi. Selama ini, limbah kulit kopi yang ada di Kabupaten Bondowoso belum banyak dimanfaatkan dan terbuang begitu saja. Sedangkan sekam padi hanya dimanfaatkan untuk media tanam dan bahan bakar batu bata. Padahal limbah kulit kopi dan sekam padi dapat dimanfaatkan untuk energi baru terbarukan yaitu sebagai bahan bakar padat atau yang dikenal dengan biobriket.

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso menunjukkan bahwa produksi kopi pada tahun 2021 mencapai $\pm 2.824,77$ ton dan produksi padi pada tahun 2022 mencapai ± 460.425 ton (Saputro, 2023). Pengolahan bahan baku berupa limbah kulit kopi dan limbah sekam padi yang dihasilkan dari pengolahan kopi dan padi menjadi biobriket memiliki potensi yang cukup besar karena jumlahnya yang melimpah, murah, terbarukan dan belum banyak dimanfaatkan.

Kebutuhan energi yang terus meningkat selaras dengan peningkatan penduduk dan ekonomi sedangkan saat ini masyarakat masih menggunakan energi fosil yang tidak dapat diperbaharui dan mencemari lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan inovasi penyedia energi yang dapat selalu diperbaharui dan ramah lingkungan. Biomassa merupakan salah satu sumber energi baru terbarukan yang memiliki potensi yang cukup besar karena ketersediaannya melimpah dan murah

Dari latar belakang tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk menguji kualitas biobriket kulit kopi dan sekam padi ditinjau dari lama waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dan lamanya waktu untuk membara agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan menambah pengetahuan masyarakat tentang energi baru terbarukan khususnya bioenergi.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen, yaitu jenis penelitian yang memiliki tujuan untuk menguji atau mencari faktor yang mempengaruhi suatu variabel terhadap variabel lain (Butarbutar, et al., 2022). Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan terhadap kemampuan biobriket kulit kopi dan sekam padi dengan uji kecepatan mendidihkan air dan uji ketahanan lama menyala menggunakan perbedaan variasi briket yang digunakan pada setiap percobaan.

Variabel percobaan yang digunakan adalah :

- Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah jenis biobriket yang akan diuji kualitasnya.

- Terdapat beberapa variabel terikat dalam penelitian ini, yaitu :

- Lama waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air 1000 ml.
- Lama waktu yang dibutuhkan untuk membara.
- Suhu

Alat yang digunakan pada penelitian adalah :

1. Tungku untuk mendidihkan air (anglo)
2. Panci dengan kapasitas ± 1000 ml
3. Korek api
4. Stopwatch
5. Termometer

Bahan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Biobriket kulit kopi
2. Biobriket sekam padi
3. Air

Tabel 1. Waktu Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur : membaca jurnal dan penelitian terdahulu sebagai bahan referensi, pendukung dan perbandingan																
2	Persiapan Alat dan Bahan : anglo, panci, stopwatch, thermometer, korek api, air, Biobriket kulit kopi dan Biobriket sekam																
3	Pengumpulan Data : lama waktu mendidihkan air, lama waktu membara dan nilai ekonomis bahan bakar																
4	Pengolahan Data : mengolah data yang telah didapatkan sehingga																

No.	Jenis Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	dapat dilakukan perbandingan pada setiap pengujian Perhitungan : melakukan perhitungan data sehingga didapatkan kualitas bahan bakar paling baik pada setai percobaan Pembahasan : menyusun																
6	pembahasan berdasarkan data penelitian yang telah diambil Penyusunan Laporan Akhir : menyusun laporan penelitian																
7	sehingga mendapatkan kesimpulan bahan bakar yang diuji layak dimanfaatkan dan dikembangkan																

Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahap dalam melakukan penelitian, yaitu :

1. Studi literatur
Mencari, membaca dan menyusun teori – teori, referensi dan jurnal pendukung untuk penelitian yang akan dilakukan. Referensi tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kualitas biobriket berdasarkan uji thermal. Selain itu, referensi dan jurnal terdahulu juga digunakan sebagai perbandingan dan pendukung penelitian yang dilakukan.
2. Persiapan alat dan bahan
Alat – alat yang dipersiapkan adalah tungku, panci dengan kapasitas 1000 ml, korek api, stopwatch dan termometer. Sedangkan bahan – bahan yang di siapkan adalah biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan air.
3. Pengumpulan data
Setiap pengumpulan data dilakukan hingga sepuluh kali pengulangan. Uji lama waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dan lama waktu biobriket menyala dilakukan dengan langkah - langkah sebagai berikut :
 - 1) Menyiapkan tungku (anglo).
 - 2) Menyiapkan panci.
 - 3) Menyiapkan termometer.
 - 4) Masukkan biobriket sebanyak 1 kg ke dalam tungku.
 - 5) Masukkan air sebanyak 1000 ml ke dalam panci yang sudah disiapkan, lalu tutup kemudian ukur suhu awal dengan termometer.
 - 6) Membakar biobriket dalam tungku yang telah disiapkan.
 - 7) Letakkan panci berisi air yang telah disiapkan diatas tungku berisi biobriket yang sudah di nyalakan.
 - 8) Menghidupkan stopwatch mulai biobriket di nyalakan hingga menjadi abu (habis) dan menghidupkan stopwatch mulai biobriket di nyalakan hingga air mendidih di suhu 100°C.
 - 9) Mencatat suhu awal air dan suhu air ketika mulai dipanaskan hingga mendidih di suhu 100°C dengan interval 1 menit.
 - 10) Mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air.
 - 11) Mencatat waktu yang dibutuhkan biobriket membara hingga menjadi abu (habis).

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif yaitu menyajikan tabel data dan dokumentasi yang dilakukan pada saat penelitian. Pengumpulan data pada tugas akhir ini dilakukan terhadap 3 variasi biobriket yaitu biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan biobriket kombinasi dengan sepuluh kali pengulangan. Pengujian yang dilakukan yaitu uji thermal. Uji thermal yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji untuk memperoleh lama waktu yang dibutuhkan biobriket untuk mendidihkan air dan lama waktu biobriket untuk membara. Dari uji yang dilakukan didapatkan hasil kualitas biobriket yang paling baik dari tiga variasi.

Uji thermal berdasarkan lama waktu yang dibutuhkan biobriket untuk mendidihkan air, dihitung dengan bantuan stopwatch dimulai dari biobriket dinyalakan hingga air mendidih di suhu 100°C dengan bantuan termometer. Sedangkan, untuk uji thermal berdasarkan lama waktu biobriket untuk membara, dihitung dengan bantuan stopwatch dimulai dari biobriket dinyalakan hingga habis (menjadi abu). Dari hasil pengujian, dilakukan analisis sehingga mendapatkan kualitas biobriket yang paling baik ditinjau berdasarkan jenis biobriket yang paling cepat mendidihkan air 1000 ml dan jenis biobriket yang paling lama membara. Dari hasil perbandingan, didapatkan rekomendasi bahan bakar yang paling ekonomis sehingga dapat digunakan sebagai substitusi energi berbasis energi baru terbarukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lama Waktu Mendidihkan Air

Pengujian kualitas biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan biobriket kombinasi ditinjau dari lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air sebanyak 1000 ml dihitung mulai biobriket dinyalakan hingga air mendidih di suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Tabel 2 menunjukkan hasil dari lama waktu mendidihkan air 1000 ml.

Tabel 2. Data lama waktu mendidihkan air

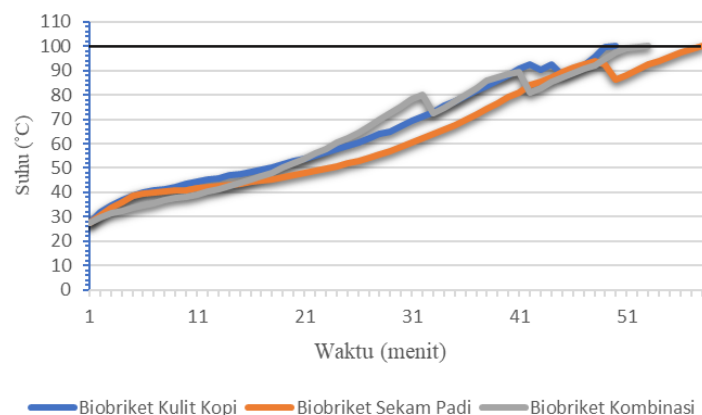
Pengulangan	Lama waktu mendidihkan air (detik)		
	Biobriket kulit kopi	Biobriket sekam padi	Biobriket Kombinasi
1	3881	3693	2485
2	3377	4334	3285
3	2350	3927	1831
4	2594	3421	3036
5	3141	5553	4039
6	2896	2767	3312
7	2528	2897	2380
8	2241	2753	3080
9	2400	2095	1905
10	2425	3038	2760
Rata – rata	2783,3	3447,8	2811,3

Sumber : (Farihah, 2023)

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa biobriket kulit kopi merupakan biobriket yang paling cepat mendidihkan air 1000 ml dengan rata – rata waktu yang dibutuhkan yaitu 2783,3 detik. Selanjutnya adalah biobriket kombinasi dengan rata – rata waktu yang dibutuhkan yaitu 2811,3 detik dan yang terakhir adalah biobriket sekam padi dengan rata – rata waktu yang dibutuhkan yaitu 3447,8 detik.

Penelitian ini dilakukan pengukuran suhu air dengan interval 1 menit hingga mencapai suhu 100°C. Hal tersebut didukung oleh (Rianto) yang menyatakan bahwa standar titik didih air yang ditetapkan oleh IUPAC sebesar 100°C.

Pengukuran suhu dilakukan untuk menjadi kontrol (tolok ukur) ketika mengamati waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air. Selain itu, pengukuran suhu juga dapat membuktikan bahwa percobaan dilakukan dengan kondisi yang sama. Gambar 1 menunjukkan rata – rata perubahan suhu air hingga mencapai suhu 100°C.



Gambar 1. Grafik rata – rata perubahan suhu

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat rata – rata perubahan suhu yang terjadi ketika mendidihkan air dengan tiga variasi bahan bakar. Pada gambar diatas, terlihat bahwa ketiganya dimulai pada suhu yang sama tetapi pada menit ke-3 grafik biobriket kulit kopi dan sekam padi mengalami peningkatan suhu yang lebih cepat sedangkan biobriket kombinasi mengalami perubahan suhu yang lebih lama, namun terus naik secara signifikan (perlahan – lahan), pada menit ke-8 grafik biobriket kulit kopi mengalami peningkatan yang lebih cepat sedangkan biobriket sekam padi dan kombinasi mengalami perubahan suhu yang lebih lama namun terus naik secara signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa biobriket kulit kopi memiliki kualitas lebih baik untuk menaikkan suhu air 1000 ml dibandingkan biobriket yang lain. Biobriket kulit kopi memiliki rata – rata perubahan suhu yang paling cepat mencapai standar titik didih air. Selanjutnya adalah biobriket kombinasi dan yang terakhir adalah biobriket sekam padi.

Dari hasil penelitian, biobriket dengan kualitas paling baik berdasarkan uji lama mendidihkan air 1000 ml adalah biobriket kulit kopi dengan rata – rata lama waktu mendidihkan air yaitu 2783,3 detik. Sedangkan untuk biobriket kombinasi dan biobriket sekam padi pada penelitian ini, memiliki kualitas yang kurang baik karena membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendidihkan air.

Lama Waktu Biobriket Membara

Pengujian kualitas biobriket kulit kopi, biobriket sekam padi dan biobriket kombinasi ditinjau dari lamanya biobriket menyala dihitung mulai biobriket dinyalakan hingga padam menjadi abu. Tabel 3. menunjukkan hasil lama waktu biobriket membara.

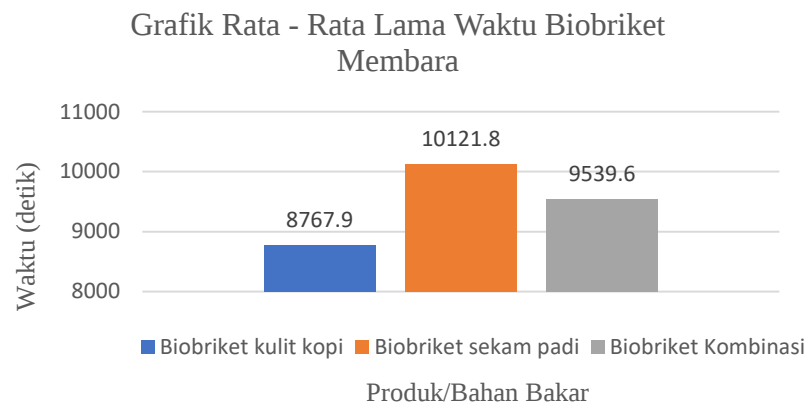
Tabel 3. Data lama waktu biobriket membara (menyala)

Pengulangan	Lama waktu biobriket membara (detik)		
	Biobriket kulit kopi	Biobriket sekam padi	Biobriket Kombinasi
1	8176	7300	7990
2	8565	10775	9536
3	9225	11313	10765
4	11060	12696	11896
5	9784	12035	11414
6	8638	9622	9073
7	7828	8810	8279
8	7993	8839	8458
9	8088	9523	8718
10	8322	10305	9267
Rata – rata	8767,9	10121,8	9539,6

Sumber : (Farihah, 2023)

Pengumpulan data lama waktu biobriket membara dilakukan bersamaan dengan pengumpulan data lama waktu mendidihkan air. Pengumpulan data lama waktu membara dihitung mulai biobriket dinyalakan secara bersamaan. Pengumpulan data lama waktu membara untuk setiap bahan bakar yang digunakan dengan sepuluh kali pengulangan, selalu mengalami perubahan. Dari hal tersebut didapatkan

rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk membara hingga habis (menjadi abu). Gambar 2 menunjukkan rata – rata lama waktu biobriket membara pada tiga variasi bahan bakar.



Gambar 2. Grafik rata-rata lama waktu membara

Dari tabel 3 dan gambar 2 dapat dilihat bahwa biobriket sekam padi merupakan biobriket yang paling lama membara dengan rata – rata waktu membara yaitu 10121,8 detik. Selanjutnya adalah biobriket kombinasi dengan rata – rata waktu membara yaitu 9539,6 detik dan yang terakhir adalah biobriket kulit kopi dengan rata – rata waktu membara yaitu 8767,9 detik.

Pada penelitian ini, kualitas biobriket yang paling baik untuk membara adalah biobriket sekam padi, karena laju pembakarannya lebih lama. Dari hasil penelitian, biobriket dengan kualitas paling baik berdasarkan uji lama waktu membara adalah biobriket sekam padi karena dapat membara (menyala) paling lama dengan rata – rata lama membara yaitu 10121,8 detik. Sedangkan untuk biobriket kombinasi dan biobriket kulit kopi pada penelitian ini, memiliki kualitas yang kurang baik karena mampu membara dalam waktu yang lebih cepat (singkat).

Pemanfaatan biomassa sebagai biobriket dapat dikembangkan. Karena, kualitas biobriket dengan bahan baku kulit kopi dan sekam padi dapat mendidihkan air dengan waktu tertentu dan dapat membara (menyala) dalam waktu yang cukup lama. Selain itu, biobriket juga termasuk salah satu energi baru terbarukan karena bahan bakunya adalah biomassa yang dapat terus diperbaharui dan ramah lingkungan. Ketersediaan bahan baku biobriket sangat melimpah, murah dan mudah di dapatkan. Oleh karena itu, pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar briket memiliki potensi yang sangat besar untuk mulai digunakan dan terus dikembangkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut yaitu Kualitas biobriket berdasarkan uji lama waktu mendidihkan air, biobriket kulit kopi merupakan biobriket yang paling cepat mendidihkan air 1000 ml dibandingkan biobriket kombinasi dan biobriket sekam padi dengan rata – rata waktu yang dibutuhkan pada setiap bahan bakar yang digunakan yaitu 2783,3 detik, 2811,3 detik dan 3447,8 detik. Sedangkan kualitas biobriket berdasarkan uji lama waktu membara, biobriket sekam padi merupakan biobriket yang paling lama membara (menyala) dibandingkan biobriket kombinasi dan biobriket kulit kopi dengan rata – rata waktu membara setiap bahan bakar yaitu 10121,8 detik, 9539,6 detik dan 8767,9 detik.

Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu pengumpulan data pada setiap pengulangan dilakukan pada waktu yang sama, pada saat pengumpulan data uji thermal mendidihkan air, suhu awal air kurang lebih sama, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai jenis biomassa yang dapat dijadikan bahan baku biobriket dan perlu dilakukan uji proksimat untuk mengetahui biobriket yang diteliti memiliki kualitas yang baik sehingga dapat dikembangkan sebagai energi baru terbarukan

DAFTAR PUSTAKA

- Butarbutar, M., Anisah, H. U., Theng, B. P., Setyawati, C. Y., Nobelson, Islami, P. Y., . . . Triwardhani, D. (2022). *Pengantar Metodologi Penelitian : Pendekatan Multidisipliner*. (A. Sudirman, Penyunt.) Media Sains Indonesia.
- Fatmala, K. D. (2019). *Uji Kadar Antioksidan dan Organoleptik Teh Kulit Kopi Arabika Berdasarkan Variasi Suhu Pengeringan Sebagai Kajian Annalisis Sumber Belajar Biologi*. Undergraduate (S1) Thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Kalvianto, M. Y. (2020). *Kandungan Syngas Proses Gasifikasi Biomassa Sebagai Alternatif Sumber Daya Batu bara*. Skripsi, Universitas Airlangga, Departemen Fisika, Surabaya.
- Ola, A. L. (2015). Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Untuk Pembuatan Tungku Rumah Tangga. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 1(6), 19 - 30.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020, Juni). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 2(5).
- Patabang, D. (2012, Juli). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*, 3(2), 286 - 292.
- Riskiyanto, R. (2017). *Uji Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Menggunakan Kulit Kopi dan Sekam Padi*. Skripsi, Universitas Jember, Jurusan Teknik Pertanian.
- Saputro, S. N. (2023). *Kabupaten Bondowoso Dalam Angka 2023*. Bondowoso: BPS Kabupaten Bondowoso.
- Simanjuntak, D. (2021). Perbandingan Antara Sekam Padi Ditumbuk dan Sekam Padi Tidak Ditumbuk Dengan Memperhatikan Lama Nyala Api dan Kalor yang Dihasilkan. Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Kesehatan Medan, Jurusan Sanitasi.