

Quality Analysis of Organic Rice Husk Charcoal Briquettes and Rice Straw Stems For Export Based on SNI Standards

[Analisis Kualitas Arang Briket Organik Sekam Padi dan Batang Jerami Padi untuk Ekspor Berdasarkan Standart SNI]

Dimas Bayu Meindeita¹⁾, Rachmat Firdaus^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: firdausr@umsida.ac.id

Abstract Waste is still a fundamental problem in Indonesia. Various sectors in society contribute waste every day. The total waste from community activities per year is around 20,589,790.62 tons/year. One of the contributors to waste generation is agricultural waste. Until now, the waste produced has only been processed naturally, where this process takes quite a long time. This is one of the causes of environmental pollution and human health. The results of research on "Quality Analysis of Organic Rice Husk Charcoal Briquettes and Rice Straw Stems for Export Based on SNI Standards show that rice husk briquettes, straw and molasses adhesive with a ratio of 70: 30: 50 pass and comply with SNI quality standards based on SNI Standard table No. .1/6235/2000 with a water content value ≤ 8 and a heating value ≥ 5000 .

Keywords - Organic Charcoal Briquettes, Rice Husk, Rice Straw Stems, SNI Standard

Abstrak. Sampah masih menjadi masalah mendasar di Indonesia berbagai sektor dalam Masyarakat menyumbang sampah setiap harinya. Total sampah dari kegiatan Masyarakat pertahunnya sekitar 20,589,790.62 ton/tahun. Salah satu penyumbang timbulan sampah yakni Limbah pertanian. Sampai saat ini limbah yang dihasilkan hanya di olah secara alami, Dimana proses tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia. Hasil dari penelitian tentang " Analisis Kualitas Arang Briket Organik Sekam Padi dan Batang Jerami Padi Untuk Ekspor Berdasarkan Standart SNI menunjukkan bahwa briket sekam padi, Jerami, dan perekat molase dengan perbandingan 70 : 30 : 50 lolos dan sesuai standart mutu SNI berdasarkan tabel SNI No.1-6235-2000 dengan nilai kadar air ≤ 8 dan nilai kalor ≥ 5000 .

Kata kunci - Arang Briket Organik, Sekam Padi, Batang Jerami Padi, Standart SNI

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan tenaga terus meningkat dengan pertumbuhan populasi dunia yang terus meningkat, sementara sumber energi yang digunakan semakin menipis dengan cepat. Dari total 7.63 miliar penduduk dunia, sekitar 40% mengandalkan kayu, arang, dan batu bara untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Selain menyebabkan kelangkaan energi, hal ini juga menghasilkan peningkatan produksi sampah [1]. Hal yang sama juga terjadi pada pucuk rebung padi setelah masa panen. Meskipun begitu, nilai kalori dari sekam padi sebesar 3.350 kal/g lebih tinggi daripada pucuk rebung padi yang hanya sebesar 2.800 kal/g [2].

Memanfaatkan sisa-sisa biomassa sebagai bahan baku untuk membuat briket arang adalah suatu alternatif yang efektif. Briket arang dapat diproduksi dengan menggunakan bahan yang memuat *lignin* dan *selulosa*, sisa biomassa y biasanya ditemukan dalam aktivitas sehari-hari, seperti tempurung kelapa dan serbuk kayu [3]. Selain dapat digunakan untuk tenaga yang terbarukan yang baru, proses barang briket sisa-sisa biomassa dari sekam padi campuran pucuk rebung padi juga dapat menjadi solusi alternatif untuk negurangi masalah setelah hasil panen selesai [4]. Sampai saat ini, sedikit yang dikembangkan untuk pengurangan buntut lingkungan dari sampah sekam padi. Sampah agraria perlahan-lahan dihasilkan selama pengolahan alami, lantaran polusi lingkungan dan *human health*. Limbah sekam padi dapat dimanfaatkan dengan mengubahnya menjadi pupuk bokashi, arang tempurung dan briket organik. Penggunaan arang tempurung tidak hanya untuk sumber bahan bakar, akan juga arang dapat digunakan untuk perbaikan dari sifat tanah, memperbaiki tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman [5].

Biomassa yaitu bahan organik dihasilkan dari proses pembauran, baik untuk produk maupun sebagai sampah. Contohnya seperti rumput, pohon, ubi jalar, pupuk kandang, kotoran, sampah agraria, dll. Bahan organik dapat dibuat melalui proses pembauran, baik sebagai produk maupun sebagai limbah [6]. Penggunaan sekam padi dapat dihitung dan digunakan Keuntungan potensial dan kerugian terkait dianalisis emisi gas rumah kaca menggunakan biomassa, terutama sekam padi, dan tidak tepat upaya untuk mengurangi efek rumah kaca [7].

Potensi briket Bioarang cukup untuk menggantikan batu bara dan arang besar karena: (1). Tidak ada/masalah kecil asap pada pembakaran, (2) dari bahan yang dapat diperbarui (*renewable*), (3). lebih hemat, dengan jumlah bahan baku yang sama bisa menghasilkan lebih banyak briket dari pada bila terbuat dari arang biasa [8].

Berdasarkan latar belakang diatas dapatkan rumuskan permasalahan-permasalahan yaitu :

- Bagaimana proses pembuatan dan pembakaran arang sekam padi dan jerami padi ?
- Bagaimana pengolahan sampel komposisi yang paling efektif untuk memenuhi kualitas ekspor ?
- Bagaimana hasil pembakaran arang briket sekam padi dan pucuk rebung padi dan nilai kalor yang dihasilkan ?

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan analisi formulasi arang briket organik sekam padi dan pucuk rebung padi :

- Untuk mengetahui proses pembuatan dan pembakaran arang sekam padi dan jerami padi..
- Untuk mengetahui komposisi yang paling efektif berdasarkan standar mutu SNI untuk memenuhi kualitas ekspor.
- Untuk mengetahui nilai kalor pembakaran yang di hasil dari produk sekam padi dan jerami padi.

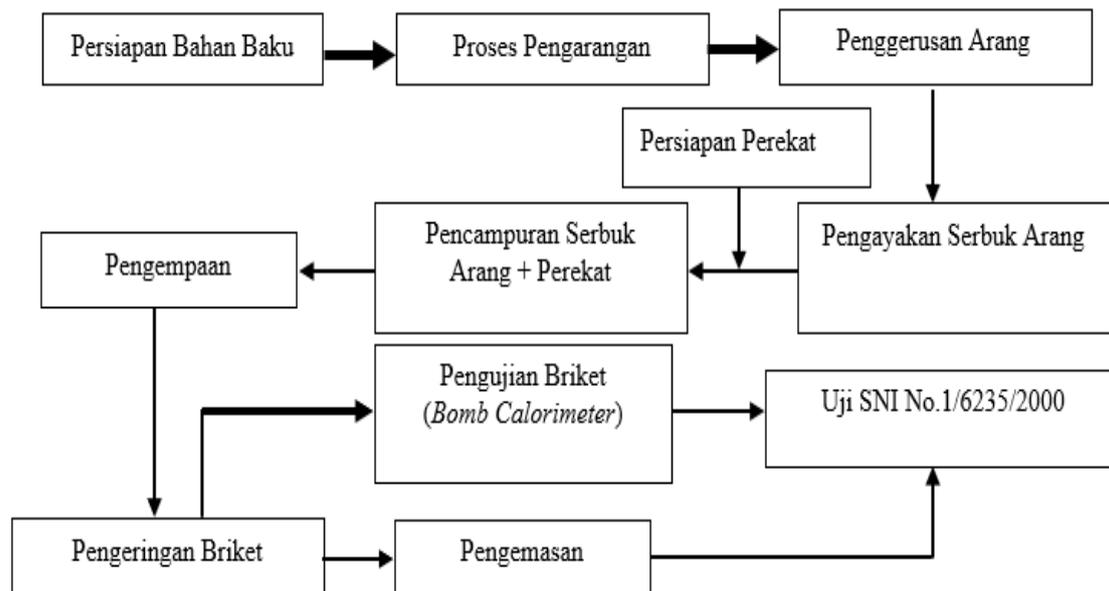
II. METODE

A. Sekam Padi dan Jerami Padi

Sekam padi yaitu lapisan atas keras Kariopsis yang terbentuk dari dua unsur disebut *Lemma* dan *palea* satu sama lain. Bekerja di atasnya sekam dari beras sekam dipisahkan dari butiran beras dan menjadi ampas atau limbah mixing. Kulit. Jerami merupakan produk sampingan dari kegiatan pertanian berupa batang dan tangkai tanaman sereal yang mengering setelah memisahkan biji-bijian. Jerami dan sekam padi adalah biomassa utama dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi listrik. biomassa [9]. Potensi bahan baku sekam padi dan jerami padi Masyarakat yang cukup melimpah dan nilai kalorinya cukup tinggi (3.350 – 2.800 kal/g) seleksi pemilihan mutu bahan baku ini untuk pabrikan briket arang dan diharapkan. peningkatan kualitas (nilai kalor dan kontrol kualitas lainnya) [2].

B. Proses Pembuatan

Diagram prosedur proses briket batu bara uji dijelaskan seperti yang ditunjukkan Gambar 1 Kontrol kualitas briket sekam padi mengacu pada standar SNI No.1/6235/2000 yang memuat spesifikasi water, dan Nilai Panas.



Gambar 1. Proses Pembuatan Arang Briket Sekam Padi dan Batang Jerami Padi

C. Standart SNI No.1/6235/2000

Tujuan menciptakan standar kualitas adalah untuk memfasilitasi perdagangan, pertukaran dan transfer teknologi. Standar mutu merupakan kesepakatan atau konsensus bersama yang mencerminkan keinginan semua pihak yang terlibat dan sekaligus mengikat [10]. Penyusunan standar mutu harus mempertimbangkan pengalaman nasional dan kondisi masyarakat serta didasarkan pada basis pengetahuan yang luas di bidang ini. Tingkat kualitas bahan baku dari negara lain belum tentu cocok untuk digunakan di Indonesia [11]. Hasil berdasarkan SNI No. 1/6235/2000, termasuk

uji kadar air, dan nilai panas adalah untuk referensi Standar SNI No. 1/6235/2000 dimana informasinya tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Standart SNI No. 1/6235/2000

Parameter	Standart SNI
Kadar Air (%)	≤ 8
Kadar Abu (%)	≤ 8
Kadar Karbon (%)	≥ 77
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 5000
Kadar Zat Menguap (%)	≤ 15

Tabel 2. Standart Kualitas Briket Arang Setiap Negara

Sifat Kualitas Briket Arang	Standar			
	SNI 01-6235-2000	Jepang	Inggris	Amerika
Kerapatan (g/cm ³)	-	1-2	0,84	1
Kadar Air %	< 8	6-8	3-4	6
Keteguhan Tekan (kg/cm ²)	-	60	12,7	62
Zat Mudah Menguap (%)	< 15	15-30	16	19
Kadar Abu (%)	< 8	3-6	8-15	18
Karbon Terikat (%)	-	60-80	75	58
Nilai Kalor	> 5.000	6.000-7.000	7.300	6.500

D. Variabel Penelitian

Diantara variabel penelitian ini digunakan dua variabel yaitu sebagai berikut:

a. Variabel Bebas Variabel bebas adalah variabel yang dapat berubah sewaktu-waktu karena keadaan yang tidak memungkinkan dilakukannya penelitian. dengan menggunakan standar SNI No. 1/6235/2000 untuk standar arang . Setelah meneliti variabel bebas, penulis melakukan penelitian sebagai berikut:

1. Variasi komposisi bahan utama dengan bahan perekat.

a. Sekam Padi 70%, Jerami Padi 30% Molase b. Sekam Padi 50%, Jerami Padi 50% Molase c. Sekam Padi 70%, Jerami Padi 30% Tepung Kanji d. Sekam Padi 50%, Jerami Padi 50% Tepung Kanji e. Sekam Padi 70%, Jerami Padi 30% Perekat Molase dan Kanji f. Sekam Padi 50%, Jerami Padi 50% Perekat Molase dan kanji. (untuk perbandingan perekat dan bahan baku peneliti menggunakan perbandingan 1:1 perekat molase, 1:0.8 perekat kanji, dan 1:1 untuk campuran perekat molase dan kanji).

2. Kadar air dari komposisi bahan utama dan bahan perekat.

b. Variabel Terikat Variabel dependen adalah variabel yang tidak dapat berubah sewaktu - waktu dan ditentukan oleh peneliti. dengan menggunakan standar SNI No. 1/6235/2000 untuk standar arang. Setelah meneliti variabel terikat, penulis melakukan penelitian sebagai berikut:

1. Perhitungan kadar air yang dihasilkan pada setiap hasil akhir yang ditentukan dengan menggunakan standart SNI No. 1/6235/2000.

2. Perhitungan Nilai Kalor arang briket dihasilkan pada setiap hasil uji yang ditentukan dengan menggunakan SNI No. 1/6235/2000.

E. Alat dan Bahan Penguji

1. *Automtic Bomb Calorimeter* Fungsi dari alat ini untuk mengetahui total panas (nilai kalor) yang dilepaskan setelah pembakaran sempurna (di luar O₂) suatu senyawa, makanan, atau bahan bakar. Serangkaian sampel ditempatkan dalam tabung beroksigen yang direndam dalam media penyerap panas (kalorimeter) dan sampel dinyalakan dengan nyala listrik dari kawat logam yang dipasang pada tabung [12].

Spesifikasi mesin bomb kalori meter XRA-1A.

1. Kapasitas panas: 14400 J/Ky15000 J/K.
2. Resolusi : 0,001 K Kalorimeter.
3. Akurasi pengukuran: ± 60 J/g.
4. Pengulangan : $\leq 0,2\%$ (Grade C).
5. Daya tahan tekam bom oksigen : 20 MPa.
6. Rentan pengukuran suhu : 10°C- 35°C.
7. Suhu sekitar : 20 \pm 5°C, fluktuasi tidak lebih 1°C selama satu pengujian.
8. Data disimpan : 31 buah pengujian.
9. Kelembapan relative : $\leq 85\%$.
10. Daya Listrik : AC 220V \pm 5%, 50Hz.

11. Dimensi mesin : 600mm x 460mm x 430mm.
 12. Total Konsumsi daya : kurang 150 w



Gambar 2. Automatic Bomb Calorimeter

Rumus pembakaran pada bom dapat ditulis dengan persamaan berikut :

$$Q = \frac{M \cdot C_p \cdot \Delta T}{g} \quad (1)$$

Dimana : Q = Jumlah kalor (MJ/Kg)
 M = Koefisien panas kalorimeter (MJ/ oC)
 Cp = Kapasitas Panas
 ΔT = Pertambahan suhu (oC)
 g = Berat bahan bakar (Kg)

2. AND MX-50 merupakan mesin untuk mengetahui kadar air dari suatu produk, berikut spesifikasinya :

- a. Kapasitas : 50g
- b. Resolusi : 0,001g
- c. Fitur:
 - Memori parameter uji.
 - Memori hasil uji.
 - Suhu awal.
 - Suhu maksimum.
 - Repeatabilitas tinggi hingga 0.01% dengan teknologi sensor hibrida super.
 - Kalibrasi digital penuh.
 - Biaya pemeliharaan rendah.



Gambar 3. Mesin AND MX-50

3. Arang Briket Sekam dan jerami padi Briket sekam dan jerami padi ini akan digunakan dalam pengambilan data untuk kadar air, dan nilai kalor.



Gambar 4. Sampel Arang Briket Sekam Padi dan Batang Jerami Padi

F. Tempat Dan Waktu

Penelitian dan pengambilan data dilakukan di laboratorium metalurgi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Kampus 2. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

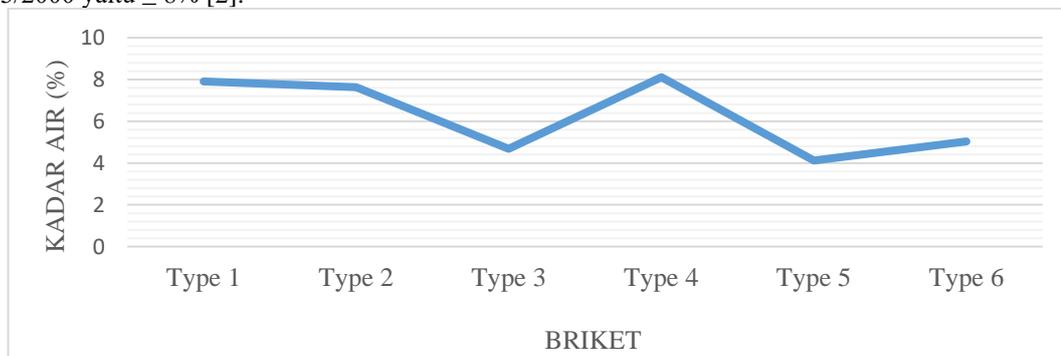
A. Pengujian Kadar Air Arang Briket

Tabel. 3 Hasil Pengujian Kadar Air Arang Briket

No.	Kadar Air (%)	Standar SNI	Sampel	Hasil Uji
1.	70 : 30 (Molase)	≤ 8	7,63 %	7,90 %
			7,92 %	
			8,13 %	
2.	70:30 (kanji)	≤ 8	7,63 %	7,64 %
			7,01 %	
			8,28 %	
3.	70 : 30 (Molase + Topioka)	≤ 8	4,13 %	4,68 %
			4,15 %	
			5,77 %	
4.	50 : 50 (Molase)	≤ 8	7,93 %	8,11 %
			8,12 %	
			8,29 %	
5.	50 : 50 (Topioka)	≤ 8	4,00 %	4,12 %
			4,15 %	
			4,22 %	
6.	50 : 50 (Molase + Topioka)	≤ 8	4,66 %	5,03%
			5,21 %	
			5,21 %	

Tabel 3 kadar air terendah dihasilkan dari briket arang 50 : 50 dengan perekat topioka yaitu 4,12%, perlakuan komposisi campuran perekat bahan dan waktu penjemuran arang sangat berdampak akan kadar air arang brike. Sedangkan kadar air yang memiliki nilai tertinggi dengan campuran 50:50 dengan perekat molase 8,11%.

Nilai kadar air standarisasi Inggris sebesar 3,6 %, USA sebesar 6,2 %, Jepang sebesar 6-8%, dan nilai kadar SNI 01/6235/2000 yaitu $\leq 8\%$ [2].



Gambar 5 Grafik Uji Kadar Air Arang Briket Sekam Padi dan Batang Jerami Padi

Dari Grafik diatas dijelaskan bahwa yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan suhu 33°C dengan rata-rata kelembapan 54%. Arang sekam padi dan batang jerami padi dengan perekat topioka yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 48 jam menunjukkan kadar air 8,11%, Arang sekam padi dan batang jerami padi dengan perekat molase yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 72 jam menunjukkan kadar air 7,90 – 7,64%, Arang sekam padi dan batang jerami padi dengan perekat campuran molase dan topioka yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 120 jam menunjukkan kadar air 5,03 – 4.12%,

Pengaruh jenis perekat dan komposisi arang briket batang Jerami padi dan sekam padi terhadap kadar air dilihat pada gambar grafik 4 diatas dijelaskan bahwa nilai kalor setiap sampel arang briket bahan baku arang briket dari sekam padi dan batang jerami padi dengan campuran perekat molase dan topioka. Type 5 memiliki nilai kalor yang cukup tinggi 9139.2 kkal/gram, Type 6 nilai kalor yang didapatkan 8442 kkal/gram, Type 2 nilai kalor yang didapatkan 8286.6 kkal/gram, Type 1 nilai kalor yang didapatkan 7698,6 kkal/gram, Type 4 nilai kalor yang didapatkan 7585.2 kkal/gram, dan Type 3 memiliki nilai kalor terendah 6577,2 kkal/gram.

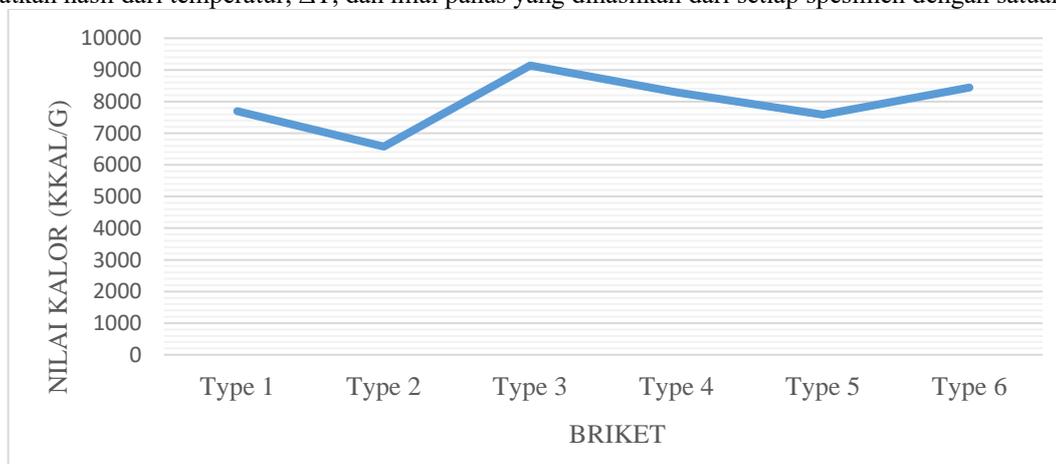
Hasil dapat di perbandingkan dengan kadar air hasil analisis mutu briket arang Jepang, Inggris, Amerika dan Indonesia. Kadar air briket hasil penelitian telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang jepang yang diangka 6-8 % ditunjukkan di Type 1,2 dan 4. Persyaratan kualitas briket arang inggris yang diangka 3-4 % ditunjukkan di Type 3 dan 5. Dan SNI No.1/6235/2000 ditunjukkan pada Type 4, tetapi belum mencukupi kualifikasi kualitas briket arang amerika yaitu 6%.

B. Pengujian Nilai Kalor Arang Briket

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Kalor Arang Briket

No.	Briket (Sekam dan Jerami)	SNI No.1/6235/2000	Berat Sampel (gr)	Temperatur (⁰ C)	ΔT (⁰ C)	Nilai kalor (kkal/g)
1	70:30 Molase (100)	≥ 5000	1	0,540	0,611	7698,6
2	70:30 Topioka (100)	≥ 5000	1	0,450	0,522	6577,2
3	70:30 Molase + Topioka (50:50)	≥ 5000	1	0,643	0,725	9139,2
4	50:50 Molase (80)	≥ 5000	1	0,583	0,658	8286,6
5	50:50 Topioka (80)	≥ 5000	1	0,531	0,602	7585,2
6	50:50 Molase + Topioka (50:50)	≥ 5000	1	0,589	0,670	8442

Tabel 4 menunjukan hasil dari beberapa pengujian sampel briket pada mesin bomb Calorimeter XRY – 1A mendapatkan hasil dari temperatur, ΔT , dan nilai panas yang dihasilkan dari setiap spesimen dengan satuan Kal/g.



Gambar 6 Grafik Uji Nilai Kalor Arang Briket Sekam Padi dan Batang Jerami Padi

Pengujian nilai kalor bermaksud untuk mendapatkan nilai panas pembakaran yang didapat briket arang. Nilai kalor didapat berdasarkan pengukuran pada kapasitas dengan menggunakan Bomb Calorimeter,

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa nilai kalor setiap sampel arang briket bahan baku arang briket dari sekam padi dan batang jerami padi dengan campuran perekat molase dan topioka. Type 5 didapatkan nilai kalor 9139.2 kal/gram, Type 6 nilai kalor yang didapatkan 8442 kal/gram, Type 2 nilai kalor yang didapatkan 8286.6 kal/gram, Type 1 nilai kalor yang didapatkan 7698,6 kal/gram, Type 4 nilai kalor yang didapatkan 7585.2 kal/gram, dan Type 3 nilai kalor yang didapatkan 6577,2 kal/gram.

Penambahan jumlah perekat molase dan topioka [13] dalam perbandingan campuran bahan baku dari sekam padi dan batang jerami padi mempunyai pengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan [14]. Hasil nilai kalor yang dihasilkan setiap pengujian dibandingkan dengan hasil analisis kualitas briket arang Jepang, Inggris, Amerika dan Indonesia. Briket hasil penelitian telah memenuhi persyaratan kualitas briket arang Amerika yang diangka 6.500 kal/g ditunjukkan di Type 2. Persyaratan kualitas briket arang Inggris yang diangka 7.300 kal/g ditunjukkan di Type 1 dan 5.

Persyaratan kualitas briket arang Jepang yang diangka 6.000 – 7.000 ditunjukkan Type 1,2 dan 3. Persyaratan Kualitas SNI No.1/6235/2000 ditunjukkan pada Type 1,2,3,4,5 dan 6 [2].

IV. SIMPULAN

Hasil dari penelitian diatas membuktikan nilai kalor dengan variabel komposisi arang sekam padi 70 dan arang batang jerami padi 30 dengan perekat Molase + Tapioka (50:50) mempunyai hasil uji nilai kalor tertinggi 9139,2 kkal/g. Sedangkan untuk hasil uji kadar air dengan variabel komposisi arang sekam padi 50 dan arang batang Jerami padi 50 dengan menggunakan perekat (Molase), serta lama penjemuran yang membutuhkan waktu selama 48 jam dengan suhu 33°C rata rata kelembapan 54% menunjukkan 8,11%.

Sehingga dari hasil tersebut dapat dikatakan briket sekam padi, Jerami, dan perekat molase dengan perbandingan 70 : 30 : 50 bisa dikatakan lolos standart mutu SNI berdasarkan tabel Standar SNI No.1/6235/2000 dengan nilai kadar air ≤ 8 dan nilai kalor ≥ 5000 .

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan dipatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, serta bapak dosen yang sabar membimbing dalam penulisan tugas akhir ini, tidak lupa juga kepada kedua orang tua dan teman – teman yang sudah selalu menjadi support serta penghibur.

REFERENSI

- [1] G. G. S. ., A. N. M. N. R. Akhmad Syarief, *ANALISIS SIFAT FISIK BRIKET LIMBAH ARANG KAYU ALABAN SEKAM PADI BERPEREKAT TAPIOKA DAN SAGU*, vol. 9, no. 2, pp. 64-72, 2022.
- [2] M. K. S. W. Rindayatno, *KUALITAS BRIKET ARANG BERDASARKAN KOMPOSISI CAMPURAN ARANG DARI KAYU MERANTI MERAH (Shorea sp.) DAN TEMPURUNG KELAPA (Cocos nucifera L.)*, vol. 1, no. ISBN 987-602-51095-0-8, pp. 100-104, 2017.
- [3] M. Reni Setiowati, *PENGARUH VARIASI TEKANAN PENGEPRESAN DAN KOMPOSISI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS BRIKET ARANG*, vol. 7, no. 1, pp. 23-31, 2014.
- [4] S. S. K. U. YAYAH YULIAH, *PENENTUAN KADAR AIR HILANG DAN VOLATILE MATTER PADA BIO-BRIKET DARI CAMPURAN ARANG SEKAM PADI DAN BATOK KELAPA*, vol. 1, no. 1, pp. 51-57, 2017.
- [5] S. N. M. F. F. Norman Iskandar, *UJI KUALITAS PRODUK BRIKET ARANG TEMPURUNG KELAPA BERDASARKAN UJI KUALITAS PRODUK BRIKET ARANG TEMPURUNG KELAPA BERDASARKAN*, vol. 15, no. 2, pp. 103-108, 2019.
- [6] P. H. T. M. D. I. Rachmat Firdaus, *Characterization of Oriza sativa Husk and Royal Ponciana pods Bricquettes Karakterisasi Briket Sekam Padi Dan Kulit Buah Flamboyan*, vol. 5, no. 2, pp. 23-28, 2020.
- [7] T. S. Tjatur Udjiyanto, *Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif PLTBm di Sumatra Barat*, vol. 11, no. 1, pp. 11-20, 2021.
- [8] W. F. Widya Fitriana, *ANALISIS POTENSI BRIKET BIO-ARANG SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN*, vol. 10, no. 2, pp. 147-154, 2021.
- [9] I. K. W. A. D.S. Primadita, *A Review on Biomass For Electricity Generation In Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 1-9, 2020.
- [10] P. H. T. Ali Akbar, *Studi Awal Pembuatan Briket dari Campuran Sampah Botol Jenis PET dan Bahan Sintesis Dengan Perekat Lumpur Sidoarjo*, vol. 5, no. 2, pp. 81-89, 2022.
- [11] M. M. Trijati, *Pengaruh Perbandingan Berat Tepung Sagu sebagai Perekat dan Berat Serbuk Gergaji pada Pembuatan Briket*, pp. 1-10, 2018.
- [12] S. D. H. M. E. M. R. S. Mafruddin, *Kinerja bom kalorimeter sebagai alat ukur nilai kalor bahan bakar*, vol. 11, no. 1, pp. 125-133, 22.

- [13] E. S. S. S. Heny Anizar, *PENGARUH BAHAN PEREKAT TAPIOKA DAN SAGU TERHADAP KUALITAS BRIKET ARANG KULIT BUAH NIPAH*, vol. 16, no. 1, pp. 11-17, 2020.
- [14] S. N. d. M. F. F. Norman Iskandar, *UJI KUALITAS PRODUK BRIKET ARANG TEMPURUNG KELAPA BERDASARKAN STANDAR MUTU SNI*, vol. 15, no. 2, pp. 104-107, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.