

DAFTAR PUSTAKA

- Almu, M. Afif, Syahrul Syahrul, and Yesung Allo Padang. 2014. 'Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi'. *Dinamika Teknik Mesin* 4(2).
- Andriyono, Hidro, and Prantasi Harmi Tjahjanti. 2016. 'Analisa Nilai Kalor Briket Dari Campuran Ampas Tebu Dan Biji Buah Kepuh'. *Research Report* 483–90.
- Anon. n.d. 2000. *Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu*.
- Arbi, Yaumal, and Muhammad Irsad. 2018. 'Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif'. *CIVED* 5(4).
- Aziz, M. Rifqi, Ahdiat Leksi Siregar, Azhar Basyir Rantawi, and Istianto Budhi Rahardja. 2019. 'Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar'. *Prosiding Semnastek*.
- Elfiano, Eddy, Purwo Subekti, and Ahmad Sadil. 2014. 'Analisa Proksimat Dan Nilai Kalor Pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu Dan Arang Kayu'. *Jurnal Aptek* 6(1):57–64.
- Faizal, Muhammad, Ismira Andyna Pratiwi, and Puput Destriana Ayu Putri. 2014. 'Pengaruh Komposisi Arang Dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket Dari Kayu Karet'. *Jurnal Teknik Kimia* 20(2).
- Fitria, Lisa, Rizka Mulyawan, Ishak Ishak, Sulhatun Sulhatun, Meriatna Meriatna, and Iqbal Kamar. 2023. 'Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pembuatan Briket Dengan Perekat Tepung Singkong Sebagai Bahan Bakar Alternatif'. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)* 2(5):138–46.
- Gurusinga, Sintia Cornelia, Herman Siruru, and Jimmy Titarsole. 2023. *Kualitas Briket Arang Limbah Sagu (Metroxylon Sp) Menggunakan Perekat Tepung Sagu*. Vol. 13.
- Iriany, Cindy Carnella, and Cici Novita Sari. 2016. 'Pembuatan Biobriket Dari Pelepah Dan Cangkang Kelapa Sawit: Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku Dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Briket'. *Jurnal Teknik Kimia USU* 5(3).
- Iskandar, Norman, Sri Nugroho, and Meta Fanny Feliyana. 2019. 'Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI'. *Majalah Ilmiah Momentum* 15(2).
- Kalsum, Umami. 2016. 'Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian Dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka'. *Jurnal Distilasi* 1(1):41–50.
- M Rifqi Aziz¹, Ahdiat Leksi Siregar¹, Azhar Basyir Rantawi¹, Istianto Budhi Rahardja^{1*}. 2016. 'Pengaruh Jenis Perekat Pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar^M'.

- Maryono,), Sudding Dan,) Rahmawati, Dosen Jurusan, Kimia Fmipa, and Universitas Negeri Makassar. 2013. *Pembuatan Dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau Dari Kadar Kanji Preparation and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquette Observed by Starch Concentration*.
- Meisrilestari, Yessy, Rahmat Khomaini, and Hesti Wijayanti. 2013. 'Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia Dan Fisika-Kimia'. *Konversi* 2(1):45–50.
- Moeksin, Rosdiana, K. G. S. Ade Anggara Pratama, and Dwi Riski Tyani. 2017. 'Pembuatan Briket Biorang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit Dan Cangkang Biji Karet'. *Jurnal Teknik Kimia* 23(3):146–56.
- Nur Irawati. 2022. *Pengaruh Konsentrasi Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Kulit Kopi Arabika (Coffea Arabica L.)*.
- Putri, Renny Eka, and Andasuryani Andasuryani. 2017. 'Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa'. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 21(2):143–51.
- Ridjayanti, S. M., Bazenet, R. A., Hidayat, W., Banuwa, I. S., & Riniarti, M. (2021). Pengaruh variasi kadar perekat tapioka terhadap karakteristik briket arang limbah kayu sengon (*Falcataria moluccana*). *Perennial*, 17(1), 5-11.
- Saleh, Asri. 2013. 'Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.*)'. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi* 7(1):78–89.
- Saukani, Muhammad, Rukun Setyono, and Ice Trianiza. 2019. 'Pengaruh Jumlah Perekat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit'. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat* 1(1):159–62.
- Setiawan, Budi, and Iman Syahrizal. 2018. 'Unjuk Kerja Campuran Briket Arang Ampas Tebu Dan Tempurung Kelapa'. *Turbo* 7(1):57–64.
- Sugiharto, Agung, and Zidni'Ilma Firdaus. 2021. 'Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif'. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia* 6(1).
- Sulistyaningkartti, Lili, and Budi Utami. 2017. 'Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Organik Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis Dan Persentase Perekat'. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia* 2(1):43–53.
- Tranggono, Didiek, Agnes Oktavia Pramitha, Ayu Maratus Sholikhah, Gina Ayu Fandillah, Nella Oktavianty Sugiharto, and Zainal Abidin Achmad. 2021. 'Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Tiram Putih Menjadi Briket Yang Bernilai Ekonomis Tinggi'. *JABN* 2(1):1–17.

- Wahyu Rizqi WicaksonodanSri Nurhatika. 2018. *Variasi Komposisi Bahan Pada Pembuatan BriketCangkang Kelapa Sawit (Elaeisguineensis) Dan Limbah Biji Kelor (Moringa Oleifera)*.
- Wicaksono, Wahyu Rizqi, and Sri Nurhatika. 2019. 'Variasi Komposisi Bahan Pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis) Dan Limbah Biji Kelor (Moringa Oleifera)'. *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 7(2):66–70.
- Yayi, Milenia, Prameswari Setyono, and Yayok Suryo Purnomo. 2022. 'INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi Analisis Kadar Air Dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL Dan Fly Ash Dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu'. *Media Cetak* 1(6):696–703. doi: 10.55123/insologi.v1i6.1047.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosedur Analisis

a. UJI KADAR AIR MELALUI METODE PEMANASAN (Putri and Andasuryani 2017)

Kadar air dalam briket bioarang sangat berpengaruh terhadap nilai kalor dan proses penyalaan suatu bahan bakar briket. Kadar air sampel ditentukan dengan metode oven, dengan cara menimbang bahan dengan timbangan analisis. (Putri and Andasuryani 2017) Kadar air mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air, semakin tinggi nilai kalor briket sebaliknya semakin tinggi kadar air, akan menyebabkan penurunan terhadap nilai kalor

Langkah Pengujian

1. Cawan Kosong di dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit lalu dinginkan di dalam desikator selama 5 menit atau sampai tidak panas lagi
2. Cawan di timbang lalu catat beratnya, Sejumlah sampel (1-2 gram) dimasukkan ke dalam cawan kosong yang telah di ketahui berat nya.
3. Cawan beserta isi dikeringkan di dalam oven bersuhu 105°C
4. Pengeringan dilakukan sampai diperoleh bobot konstan.
5. Setelah dikeringkan, cawan dan isinya didinginkan di dalam desikator, ditimbang berat akhirnya, dan dihitung kadar airnya dengan persamaan.

$$\text{Kadar air \%} = \frac{b-c}{b-a} 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{12,94-12,79}{12,94-10,91} 100\% = 7,31\%$$

Keterangan:

a = berat cawan kosong (g)

b = berat cawan + sampel briket (g)

c = berat cawan + sampel briket setelah di oven hingga beratnya konstan (g)

b. UJI NILAI KALORI (Andriyono and Tjahjanti 2016)

Nilai kalor (heating value) suatu bahan bakar diperoleh dengan menggunakan bomb calorimeter. Nilai kalor yang diperoleh melalui bom calorimeter adalah nilai kalor atas atau highest heating value (HHV). (Andriyono and Tjahjanti 2016) Nilai kalor

merupakan parameter yang paling utama dalam pembuatan bahan bakar. Nilai kalor dapat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor briket arang, maka semakin tinggi pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Tinggi dan rendahnya nilai kalor pada suatu briket itu semua tergantung pada nilai kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, dan kadar karbonnya.

c. UJI KADAR ABU (Iskandar, Nugroho, and Feliyana 2019)

Abu adalah mineral yang tak dapat terbakar yang tertinggal setelah proses pembakaran dan perubahan perubahan atau reaksi reaksi yang menyertainya selesai. Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi setelah briket dibakar.

Kadar abu menyebabkan turunnya mutu briket karena dapat menurunkan nilai kalor. Kadar abu merupakan bahan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon atau nilai kalor. Komponen utama abu dalam biomassa berupa kalsium, potasium, magnesium, dan silika yang berpengaruh terhadap nilai kalor pembakaran. Kadar abu merupakan salah satu parameter yang penting karena bahan bakar tanpa abu (seperti minyak dan gas) memiliki sifat pembakaran yang lebih baik. (Iskandar et al. 2019).

1. Menimbang sampel lalu dimasukkan kedalam cawan porselen sebanyak 2 gram terlebih dahulu.
2. Setelah itu cawan yang berisi sampel dimasukkan kedalam muffel
3. Naikkan suhu 500⁰ C selama 4 jam kemudian muffel dimatikan dan di biarkan selama satu malam.
4. Cawan kemudian diambil dan didinginkan didalam desikator lalu ditimbang hingga diperoleh berat abu yang dihasilkan. Perhitungan kadar abu bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%, db)} = \frac{c-a}{b-a} 100\% \qquad \text{Kadar abu \%} = \frac{20,75-20,57}{22,57-20,57} 100\% = 8,84$$

Keterangan: a = Bobot kurs porselin (gram)

b = Bobot kurs porselin dan sampel (gram)

c = Bobot kurs porselin dan abu (gram)

d. UJI LAJU PEMBAKARAN (Almu dkk. 2014)

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan menggunakan tungku briket. Dimana lama nyala api dari tiap campuran briket dinilai mana yang lebih tahan lama untuk nyalanya. Sebelum melakukan pengujian massa setiap sampel ditimbang. Kemudian tiap sampel dibakar sampai menjadi abu, waktu pembakaran tersebut dihitung menggunakan stopwatch dan massa abu ditimbang lagi untuk mengetahui selisih massa yang terbakar dari massa mula-mula. Pengujian laju pembakaran ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar efisiensi bahan bakar briket ini. (Almu dkk. 2014)

Rumus Laju Pembakaran

$$\begin{aligned} \text{Laju Pembakaran} &= \frac{\text{Massa awal briket}}{\text{Massa akhir briket}} \text{ waktu pembakaran (t)} \\ &= \frac{20,00}{15,01} 10 = 0,49 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan Statistik Pengamatan

a. Perhitungan Statistic Kadar Air

Tabel 14. Data Primer Kadar Air Briket Arang

Sampel Cangkang K.S: Ampas Tebu	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I (Satu)	II(Dua)		
B1 (Perekat 20%)				
A1 2:1	7,31	7,58	14,89	7,45
A2 1:1	6,01	6,05	12,06	6,03
A3 1:2	7,14	7,20	14,34	7,17
B2(Perekat 30%)				
A1 2:1	7,56	7,59	15,14	7,57
A2 1:1	6,52	6,60	13,12	6,56
A3 1:2	7,15	7,20	14,36	7,18
B3 (Perekat 35%)				
A1 2:1	7,96	7,95	15,91	7,95
A2 1:1	6,67	7,17	13,84	6,92
A3 1:2	7,26	7,35	14,60	7,30
jumlah	63,57	64,69	128,27	64,13
rata-rata	7,06	7,19	14,25	7,13

$$GT = 7,31 + 6,01 + 7,14 + \dots + 7,35 = 128,27$$

$$FK = \frac{\sum(GT)^2}{r \times R \times x \times P} = \frac{(16.453,19)}{2 \times 3 \times 3} = 914,07$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= \sum(a^2+b^2+c^2+\dots+n^2) - FK \\ &= \sum(7,31^2 + 6,01^2 + 7,14^2 + \dots + 7,35^2) - 914,07 \\ &= 5,3398 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum JT_1^2 + JT_2^2 + JT_3^2 + \dots + JT_n^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{\sum 7,31^2 + 6,01^2 + 7,14^2 + \dots + 7,35^2}{r} - 914,07 \\
 &= \frac{16.453,19}{2} - 914,07 = 5,1672
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Blok} &= \frac{\sum JB_1^2 + JB_2^2}{A \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{63,57^2 + 64,69^2}{9} - 914,07 \\
 &= 0,0696
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Eror} &= \text{JK total} - \text{JK Perlakuan} - \text{JK Blok} \\
 &= 5,3398 - 5,1672 - 0,0696 \\
 &= 0,1030
 \end{aligned}$$

Tabel 15. A x B Kadar Air Briket Arang

Kode	B1	B2	B3	jumlah A
A1	14,8908	15,1432	15,9095	45,9435
A2	12,0622	13,1203	13,8428	39,0253
A3	14,3378	14,3567	14,6028	43,2973
Jumlah B	41,2908	42,6202	44,3551	

$$\begin{aligned}
 \text{JK A} &= \frac{\sum(A)^2}{r \times R} - \text{FK} \\
 &= \frac{5508,43}{2 \times 3} - 914,07 = 4,0619
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK B} &= \frac{\sum(B)^2}{r \times R} - \text{FK} \\
 &= \frac{5488,78}{2 \times 3} - 914,07 \\
 &= 0,7871
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Ax B} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK A} - \text{JK B} \\
 &= 5,1672 - 4,0619 - 0,7871 \\
 &= 0,3183
 \end{aligned}$$

Tabel 16. Analisis Keragaman kadar air Briket

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F Tabel	
					5%	1%
A	2	4,0619	2,0309	157,6686**	4,46	8,65
B	2	0,7871	0,3935	30,5511**	4,46	8,65
A x B	4	0,3183	0,0796	6,1769*	3,04	7,01
Blok	1	0,0696	0,0696			
Error	8	0,1030	0,0129			
Total	17	5,3398	2,5865			

Keterangan : ** (Sangat berpengaruh nyata)
 *(Berpengaruh nyata)

$$A1 = 7,66$$

$$A3 = 7,22$$

$$A2 = 6,50$$

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0129}{2 \times 3}} = 0,2559$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,2559}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,5901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rp 3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,39 \times 0,2559}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,6136 \end{aligned}$$

Tabel 17. Hasil jarak berganda duncan A Kadar Air

P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih
A1			A2-A1 0,7120 >JBD
A2	2	0,5901	A3-A1 1,1530 < JBD
A3	3	0,6136	A3-A2 0,4410 < JBD

Keterangan: Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) B

$$B3 = 7,39$$

$$B2 = 7,10$$

$$B1 = 6,88$$

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,1181}{2 \times 3}} = 0,4454$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,4454}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,5901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rp 3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,39 \times 0,4454}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,6136 \end{aligned}$$

Tabel 18. Hasil jarak berganda Duncan B kadar air

P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih
B1			B2-B1 0,2216
B2	2	0,5901	B3-B1 0,5107
B3	3	0,6136	B3-B2 0,5107

Tabel 19. Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) A x B

Peringkat	
A1B3	7,9548
A1B2	7,5716
A1B1	7,4454
A3B3	7,3014
A3B2	7,1784
A3B1	7,1689
A2B3	6,9214
A2B2	6,5602
A2B1	6,0311

$$SD_{A \times B} = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0129}{2}} = 0,2559$$

$$\begin{aligned}
 RP_2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,26 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,590
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RP_3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,39 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,613
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RP_4 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,47 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,628
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 5} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,52 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,637
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 6} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,55 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,642
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 7} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,56 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,644
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 8} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,56 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,644
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 9} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,56 \times 0,0129}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,644
 \end{aligned}$$

Tabel 20. Hasil Jarak Berganda Duncan A x B Kadar Air

Urutan Rerata	p	rp	JBD	Selisih	
A1B3				7,3104	< JBD
A1B2	2	3,26	0,590	6,9272	< JBD
A1B1	3	3,39	0,614	6,8010	< JBD
A3B3	4	3,47	0,628	6,6588	< JBD
A3B2	5	3,52	0,637	6,5412	< JBD
A3B1	6	3,55	0,643	6,5408	< JBD
A2B3	7	3,56	0,644	6,3078	< JBD
A2B2	8	3,56	0,644	5,9701	< JBD
A2B1	9	3,56	0,644	6,0311	< JBD

Keterangan : Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

b. Perhitungan Statistik Kadar Abu Briket

Tabel 21. Data Primer Kadar Abu Briket Arang

Sampel Cangkang K.S: Ampas Tebu	Blok		Jumlah	Rata – Rata (%)
	I (Satu)	II(Dua)		
	B1 (Perekat 20%)			
A1 2:1	8,85	8,87	17,71	8,86
A2 1:1	8,41	8,45	16,86	8,43
A3 1:2	8,61	8,57	17,18	8,59
	B2 (Perekat 25 %)			
A1 2:1	8,85	8,88	17,73	8,86
A2 1:1	8,47	8,47	16,94	8,47
A3 1:2	8,65	8,77	17,41	8,71
	B3 (Perekat 30%)			
A1 2:1	8,91	8,98	17,89	8,95
A2 1:1	8,55	8,57	17,11	8,56
A3 1:2	8,83	8,86	17,69	8,85
Jumlah	78,12	78,41	156,54	78,27
Rata-rata	8,68	8,71	17,39	8,70

$$GT = 8,85 + 8,41 + 8,61 + \dots + 8,86 = 156,54$$

$$FK = \frac{\sum(GT)^2}{r \times R \times P} = \frac{(24.504,77)}{2 \times 3 \times 3} = 1361,32$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= \sum(a^2+b^2+c^2+\dots+n^2) - FK \\ &= \sum(8,85^2 + 8,41^2 + 8,61^2 + \dots + 8,86^2) - 1361,32 \\ &= 0,5951 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{\sum JT_1^2 + JT_2^2 + JT_3^2 + \dots + JT_n^2}{r} - FK \\ &= \frac{\sum 7,31^2 + 6,01^2 + 7,14^2 + \dots + 7,35^2}{r} - 1361,32 \\ &= \frac{24.504,77}{2} - 1361,32 = 0,5827 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Blok} = \frac{\sum JB_1^2 + JB_2^2}{A \times B} - FK$$

$$= \frac{78,12^2 + 78,41^2}{9} - 1361,32$$

$$= 0,0047$$

$$\text{JK Error} = \text{JK total} - \text{JK Perlakuan} - \text{JK Blok}$$

$$= 0,5951 - 0,5827 - 0,0047$$

$$= 0,0077$$

Tabel 22. Tabel A x B Kadar Abu Briket Arang

Kode	B1	B2	B3	jumlah B
A1	17,7128	17,7266	17,8936	53,3330
A2	16,8632	16,9397	17,1134	50,9163
A3	17,1801	17,4126	17,6948	52,2875
Jumlah A	51,7561	52,0789	52,7018	

$$\begin{aligned} \text{JK A} &= \frac{\sum(A)^2}{r \times R} - \text{FK} \\ &= \frac{8170,86}{2 \times 3} - 1361,32 = 0,4896 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK B} &= \frac{\sum(B)^2}{r \times R} - \text{FK} \\ &= \frac{8168,38}{2 \times 3} - 1361,32 \\ &= 0,0770 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Ax B} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK A} - \text{JK B} \\ &= 0,5827 - 0,4896 - 0,0770 \\ &= 0,0160 \end{aligned}$$

Tabel 23. Analisis Keragaman kadar abu Briket Arang

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	0,4896	0,2448	254,8081**	4,46	8,65
B	2	0,0770	0,0385	40,0859**	4,46	8,65
A x B	4	0,0160	0,0040	4,1552*	3,04	7,01
Blok	1	0,0047	0,0047			
Error	8	0,0077	0,0010			
Total	17	0,5951	0,2930			

Keterangan : ** (Sangat berpengaruh nyata)
 *(Berpengaruh nyata)

$$A1 = 8,89$$

$$A3 = 8,71$$

$$A2 = 8,49$$

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0010}{2 \times 3}} = 0,13337$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,13337}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,3084 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rp 3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,39 \times 0,13337}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,3207 \end{aligned}$$

Tabel 24. Jarak Berganda A Kadar Abu Briket Arang

	P	rp	JBD (rp×SD/√2)	Selisih		
A1				A2-A1	0,2285	> JBD
A2	2	3,26	0,3084	A3-A1	0,4028	> JBD
A3	3	3,39	0,3207	A3-A2	0,1743	<JBD

Keterangan: Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) B

$$B3 = 8,78$$

$$B2 = 8,86$$

$$B1 = 8,63$$

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0010}{2 \times 3}} = 0,13337$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,13337}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,3084 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rp 3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,39 \times 0,13337}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,3207 \end{aligned}$$

Tabel 25. Jarak Berganda B Kadar Abu Briket Arang

	P	rp	JBD (rp×SD/√2)	Selisih	
B1				B1-B2	0,1038
B2	2	3,26	0,3084	B3-B1	0,1576
B3	3	3,39	0,3207	B3-B2	0,1576

Tabel 26. Peringkat JBD A x B Kadar Abu

Peringkat	
A1B3	8,9468
A1B2	8,8633
A1B1	8,8564
A3B3	8,8474
A3B2	8,7063
A3B1	8,5901
A2B3	8,5567
A2B2	8,4699
A2B1	8,4316

$$SD_{A \times B} = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0010}{2}} = 0,13337$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,26 \times 0,13337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3084$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,39 \times 0,13337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3207$$

$$RP 4 = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,47 \times 0,13337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3282$$

$$RP 5 = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.52 \times 0,1337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3330$$

$$\text{RP 6} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.55 \times 0,1337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.3358$$

$$\text{RP 7} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.56 \times 0,1337}{\sqrt{2}} = 0,3368$$

$$\text{RP 8} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,56 \times 0,1337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3368$$

$$\text{RP 9} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,56 \times 0,1337}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,3368$$

Tabel 27. Hasil Jarak Berganda Duncan Avx B Kadar Abu Briket Arang

Urutan Rerata	P	rp	JBD	Selisih	
A1B3				8,6100	<JBD
A1B2	2	3,26	0,308	8,5265	<JBD
A1B1	3	3,39	0,321	8,5196	<JBD
A3B3	4	3,47	0,328	8,5116	<JBD
A3B2	5	3,52	0,333	8,3733	<JBD
A3B1	6	3,55	0,336	8,2618	<JBD
A2B3	7	3,56	0,337	8,2360	<JBD
A2B2	8	3,56	0,337	8,1615	<JBD
A2B1	9	3,56	0,337	8,4316	<JBD

Keterangan : Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

c. Laju Pembakaran Pembakaran

Tabel 28. Data Primer Laju Pembakaran Briket Arang

Sampel Cangkang K.S : Ampas Tebu	Blok		Jumlah	Rata – Rata (gr/menit)
	I (Satu)	II(Dua)		
	B1 (Perkat 20%)			
A1 2:1	0,79	0,80	1,59	0,79
A2 1:1	0,44	0,45	0,89	0,44
A3 1:2	0,54	0,54	1,08	0,54
	B2 (Perekat 25%)			
A1 2:1	0,80	0,81	1,61	0,80
A2 1:1	0,47	0,47	0,95	0,47
A3 1:2	0,57	0,58	1,15	0,58
	B3 (Perekat 30%)			
A1 2:1	0,83	0,82	1,65	0,83
A2 1:1	0,50	0,50	1,00	0,50
A3 1:2	0,59	0,58	1,17	0,58
jumlah	5,54	5,54	11,08	5,54
rata-rata	0,62	0,62	1,23	0,62

$$GT = 0,79 + 0,44 + 0,54 + \dots + 0,58 = 11,0800$$

$$FK = \frac{\sum(GT)^2}{r \times R \times P} = \frac{(122,76)}{2 \times 3 \times 3} = 6,8204$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= \sum(a^2+b^2+c^2+\dots+n^2) - FK \\ &= \sum(0,79^2 + 0,44^2 + 0,54^2 + \dots + 0,58^2) - 6,8204 \\ &= 0,3687 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{\sum JT_1^2 + JT_2^2 + JT_3^2 + \dots + JT_n^2}{r} - FK \\ &= \frac{\sum 0,79^2 + 0,44^2 + 0,54^2 + \dots + 0,58^2}{r} - 6,8204 \\ &= \frac{122,76}{2} - 6,8204 = 0,3685 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Blok} = \frac{\sum JB_1^2 + JB_2^2}{A \times B} - FK$$

$$= \frac{78,12^2 + 78,41^2}{9} - 1361,32$$

$$= 0,0000$$

JK Error = JK total – JK Perlakuan – JK Blok

$$= 0,3687 - 0,3685 - 0,0000$$

$$= 0,0002$$

JK A = $\frac{\sum(A)^2}{r \times R} - FK$

$$= \frac{43,0942}{2 \times 3} - 6,8204 = 0,3685$$

JK B = $\frac{\sum(B)^2}{r \times R} - FK$

$$= \frac{40,9582}{2 \times 3} - 6,8204$$

$$= 0,0060$$

Tabel 29. A x B Laju Pembakaran Briket Arang

Kode	B1	B2	B3	Jumlah B
A1	1,5887	1,6079	1,6548	4,8514
A2	0,8873	0,9470	0,9968	2,8311
A3	1,0775	1,1505	1,1695	3,3975
Jumlah A	3,5535	3,7054	3,8211	

JK Ax B = JK Perlakuan – JK A – JK B

$$= 0,3685 - 0,3685 - 0,0060$$

$$= 0,0005$$

Tabel 30. Analisis Keragaman Laju Pembakaran Briket Arang

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	0,3620	0,1810	8024,6868**	4,46	8,65
B	2	0,0060	0,0030	133,0869**	4,46	8,65
A x B	4	0,0005	0,0001	5,7311*	3,04	7,01
Blok	1	0,0000	0,0000			
Error	8	0,0002	0,0000			
Total	17	0,3687	0,1842			

Keterangan : ** (Sangat berpengaruh nyata)

*(Berpengaruh nyata)

$$A1 = 0,81$$

$$A3 = 0,57$$

$$A2 = 0,47$$

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,000}{2 \times 3}} = 0,0524$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,0524}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,1207 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rp 3 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,36 \times 0,0524}{\sqrt{1,4142}} \\ &= 0,1255 \end{aligned}$$

Tabel 31. Hasil jarak berganda duncan A Laju Pembakaran Briket Arang

	P	rp	JBD (rp x SD / √2)	Selisih		
A1				A2-A1	0,0944	>JBD
A2	2	3,26	0,1207	A3-A1	0,3367	>JBD
A3	3	3,39	0,1255	A3-A2	0,2423	>JBD

Keterangan: Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) B

$$SD H = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \times b}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,000}{2 \times 3}} = 0,0524$$

$$\begin{aligned} Rp 2 &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{3,26 \times 0,0524}{\sqrt{1,4142}} \end{aligned}$$

$$= 0,1207$$

$$\text{Rp 3} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.36 \times 0,0524}{\sqrt{1.4142}}$$

$$= 0,1255$$

Tabel 32. Hasil jarak berganda duncan B Laju Pembakaran Briket Arang

	P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih	
B1				B2-B1	0,0253 < JBD
B2	2	3,26	0,1207	B3-B1	0,0446 < JBD
B3	3	3,39	0,1255	B3-B2	0,0446 < JBD

Keterangan: Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan

Tabel 33. Peringkat Jarak Berganda A x B Laju Pembakaran

Peringkat	
A1B3	0,8274
A1B2	0,8040
A1B1	0,7944
A3B3	0,5848
A3B2	0,5753
A3B1	0,5388
A2B3	0,4984
A2B2	0,4735
A2B1	0,4437

$$\text{SD AxB} = \sqrt{\frac{2 \times \text{RK Error}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0000}{2}} = 0,05236$$

$$\text{RP 2} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.26 \times 0,05236}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,1207$$

$$\text{RP 3} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3,39 \times 0,05236}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.1255$$

$$\text{RP 4} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.47 \times 0,05236}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,1285$$

$$\text{RP 5} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.52 \times 0,05236}{\sqrt{2}}$$

$$= 0,1303$$

$$\text{RP 6} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{3.55 \times 0,05236}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.1314$$

$$\text{RP 7} = \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,56 \times 0,05236}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,1318 \\
 \text{RP 8} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,56 \times 0,05236}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,1318 \\
 \text{RP 9} &= \frac{Rp \times Sd}{\sqrt{2}} \\
 &= \frac{3,56 \times 0,05236}{\sqrt{2}} \\
 &= 0,1318
 \end{aligned}$$




Tabel 34. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan A x B Laju pembakaran Briket Arang

Urutan Rerata	p	rp	JBD	Selisih	
A1B3				0,6956	< JBD
A1B2	2	3,26	0,121	0,6721	<JBD
A1B1	3	3,39	0,126	0,6625	<JBD
A3B3	4	3,47	0,128	0,4533	<JBD
A3B2	5	3,52	0,130	0,4449	<JBD
A3B1	6	3,55	0,131	0,4103	<JBD
A2B3	7	3,56	0,132	0,3729	<JBD
A2B2	8	3,56	0,132	0,3528	<JBD
A2B1	9	3,56	0,132	0,4437	

Keterangan : Jika selisih menunjukkan < JBD berarti tidak berbeda nyata, sedangkan jika selisih > JBD terdapat beda nyata rerata perlakuan.

Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan

No	Gambar	Keterangan
1		Cangkang Kelapa Sawit
2		Ampas Tebu
3		Karbonisasi Ampas tebu dan cangkang kelpa sawit

4		Pengujian kadar air briket
5		Pengujian Kadar Abu
6		Pengujian Laju Pembakaran

7		Produk Jadi Briket
---	--	--------------------



LAPORAN HASIL UJI

No. Sertifikat : 00729.01/V/UN1/LPPT/2023
No. Pengujian : 23050100729

Informasi Umum

Nama : Marben Tarigan
Alamat : INSTIPER Yogyakarta
Tanggal Penerimaan : 12 Mei 2023
Tanggal Pengujian : 12 Mei 2023
Lokasi Pengujian : Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu

Hasil Pengujian

1. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A1B1
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5003,82	Kal/g	Bomb Calorimeter

2. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A1B2
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	4977,55	Kal/g	Bomb Calorimeter

3. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A1B3
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	4920,23	Kal/g	Bomb Calorimeter

4. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A2B1
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5901,64	Kal/g	Bomb Calorimeter

5. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A2B2
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5791,30	Kal/g	Bomb Calorimeter

Perhatian

- LHU ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
- LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan yang disebutkan dalam LHU ini
- LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan atau penggunaan LHU ini
- Tidak diperkenankan mengandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU

Jl. Kaliurang Km. 4 Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 548348, 546868 WA. 0811274565
Email: lppt_info@mail.ugm.ac.id Website: https://lppt.ugm.ac.id

RDP/7.8.1/LPPT
Rev. 0
Halaman 2 dari 2

6. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A2B3
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5561,53	Kal/g	Bomb Calorimeter

7. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A3B1
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5533,82	Kal/g	Bomb Calorimeter

8. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A3B2
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5364,24	Kal/g	Bomb Calorimeter

9. Nama Sampel : Arang Briket Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu
Kode Sampel : A3B3
Bentuk Sampel : Serbuk

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Kalori	5010,03	Kal/g	Bomb Calorimeter

Yogyakarta, 31 Mei 2023
Manager Teknik



Prof. Dr. Eng. Yusril Yusuf, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 197109201998031002

Perhatian

1. LHU ini hanya berlaku pada sampel yang diujikan
2. LHU ini dibuat semata-mata untuk penggunaan yang disebutkan dalam LHU ini
3. LPPT tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian, kerusakan atau tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga sebagai akibat dari kepercayaan atau penggunaan LHU ini
4. Tidak diperkenankan menggandakan LHU ini tanpa izin dari LPPT UGM