

**PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN ARANG LIMBAH DAUN
GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb) DAN LIMBAH DAUN JATI
(*Tectona grandis*) TERHADAP MUTU BRIKET ARANG**
*Effect of Charcoal Mixture Composition of Gmelina Leaf Waste
(Gmelina arborea Roxb) and Teak Leaf Waste (Tectona grandis) Against the
Quality of Charcoal Briquettes*

Melani Limbong, Trisnu Satriadi, dan Gusti Ahmad Rahmat Thamrin
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Lack of waste management causes environmental pollution and disrupts public health. To minimize pollution from poor waste management, gmelina and teak leaf waste can be used as an alternative to petroleum and processed into charcoal briquettes which are more economical and easy to use. The purposes of this study are: 1) Analyzing the effect of the comparison of the composition of charcoal from gmelina leaf waste and teak leaf waste with the addition of different tapioca starch adhesives, 2) Comparing the quality of the briquettes obtained using SNI 01-6235-2000 standards. The analysis used is Factorial RAL using 5 treatments of comparison of material composition and 3 treatments of adhesive composition with 3 replications. Based on the results of the study that the density (g/cm³) in all treatments met SNI with the best density found in treatment A₅B₃ which was 0.7829 g/cm³, the water content (%) in all treatments met SNI, except A₃B₃ and with the best water content found in treatment A₂B₁, namely 5.9320%, the calorific value (cal/g) in some treatments met SNI with the best calorific value found in treatment A₄B₃, namely 5898.07 cal/g. Ash content (%), volatile matter (%), bound carbon (%) for each treatment did not meet SNI standards. The best quality of charcoal briquettes was found in treatment A₄B₃ (25% charcoal powder from teak leaf waste + 75% charcoal powder from gmelina leaves with 30% tapioca adhesive) which has the closest characteristics to the standard charcoal briquettes based on SNI 01-6235-2000.

Keywords: Briquettes; Teak leaf waste; Gmelina leaf waste; Tapioca flour adhesive; SNI

ABSTRAK. Kurangnya pengelolaan limbah menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat. Untuk meminimalkan pencemaran dari pengelolaan limbah yang buruk, limbah daun gmelina dan daun jati bisa dimanfaatkan alternatif yang menggantikan minyak bumi serta diolah menjadi briket arang yang lebih hemat dan mudah penggunaannya. Tujuan penelitian ini yaitu: 1) Menganalisis pengaruh perbandingan komposisi arang limbah daun gmelina dan limbah daun jati dengan penambahan perekat tepung tapioka yang berbeda, 2) Membandingkan kualitas briket yang diperoleh menggunakan standar SNI 01-6235-2000. Analisis yang digunakan yaitu RAL Faktorial menggunakan 5 perlakuan perbandingan komposisi bahan dan 3 perlakuan komposisi perekat dengan 3 kali ulangan. Berdasarkan hasil penelitian bahwa kerapatan (g/cm³) pada semua perlakuan telah memenuhi SNI dengan kerapatan terbaik terdapat pada perlakuan A₅B₃ yaitu 0,7829 g/cm³, kadar air (%) pada semua perlakuan telah memenuhi SNI, kecuali A₃B₃ dan dengan kadar air terbaik terdapat pada perlakuan A₂B₁ yaitu 5,9320 %, nilai kalor (kal/g) pada sebagian perlakuan telah memenuhi SNI dengan nilai kalor terbaik terdapat pada perlakuan A₄B₃ yaitu 5898,07 kal/g. Kadar abu (%), zat terbang (%), karbon terikat (%) setiap perlakuan tidak memenuhi standar SNI. Kualitas briket arang yang paling bagus terdapat pada perlakuan A₄B₃ (25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina dengan 30% perekat tapioka) yang mana sifat karakteristiknya paling mendekati dengan standar briket arang berdasarkan SNI 01-6235-2000.

Kata Kunci: Briket; Limbah daun jati; Limbah daun gmelina; Perekat tepung tapioka; SNI

Penulis untuk korespondensi, surel: trisnu.satriadi@ulm.ac.id

PENDAHULUAN

Sumber daya alam fosil karbon adalah sumber energi utama manusia. Seiring dengan perkembangan zaman, ketergantungan masyarakat terhadap energi fosil seperti gas bumi dan minyak semakin meningkat. Alternatif yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti energi fosil adalah biomassa (Radam *et al.*, 2018). Briket arang merupakan salah satu contoh biomassa yang dapat diubah menjadi bahan bakar. Arang berkualitas baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor serta tinggi kandungan karbon, namun rendah kandungan abu. Besarnya kandungan karbon terikat berkorelasi positif terhadap nilai kalor. Hingga saat ini, briket masih jarang digunakan meskipun briket lebih hemat biaya, lebih tahan lama, dan panasnya sangat stabil. Namun, jika sirkulasi udara baik, lebih sedikit asap yang dihasilkan dan lebih sedikit abu dari sisa pembakaran. (Gunadi *et al.*, 2019). Pembuatan briket sebagai produk alternatif dapat menggunakan limbah daun gmelina dan limbah daun jati sebagai komponen utamanya.

Pembuatan briket arang dengan kedua jenis limbah ini dapat mengurangi limbah organik dan berpotensi menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Kurangnya pengelolaan limbah daun gmelina dan limbah daun jati menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat, sebagai salah satu contoh pada lahan sekitar Workshop fakultas Kehutanan. Penting untuk menerapkan kegiatan yang berdampak positif bagi lingkungan dan kesehatan. Untuk meminimalkan pencemaran dari pengelolaan limbah yang buruk, limbah daun gmelina dan daun jati berpotensi dimanfaatkan menjadi sumber alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi dan diolah menjadi briket arang yang lebih mudah dan murah penggunaannya. Pengelolaan arang limbah daun gmelina dan daun jati dapat memberikan pendapatan tambahan dan juga kebersihan lingkungan (Marwanza *et al.*, 2021).

Bahan bakar padat terdiri dari partikel arang halus dan memiliki bentuk dan ukuran tertentu yang diperoleh dengan pengempaan dan pencampuran perekat disebut dengan briket arang (Arifah, 2017). Melalui penelitian ini diharapkan dapat meminimalkan

pencemaran limbah dan menghasilkan briket arang yang bagus.

METODE PENELITIAN

Lokasi pelaksanaan penelitian ini di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan (THH) dan *Workshop* Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Periode penelitian dilaksanakan \pm 5 bulan terhitung dari bulan Desember 2022 sampai Mei 2023 meliputi persiapan penulisan, usulan penelitian, pelaksanaan, pengolahan dan analisis data. Alat penunjang dalam penelitian ini meliputi penggiling, saringan 45 mesh dan 60, neraca analitik, *muffler*, *perioxide bomb calorimeter*, oven, baskom, kompor, cawan porselen, pengaduk, loyang, desikator, gelas ukur, alat cetak briket arang, pipet tetes, pengaduk, gelas erlenmeyer, alat penitrasi, *stopwatch*, alat tulis, kamera. Bahan penunjang selama penelitian meliputi limbah daun gmelina (*Gmelina arborea Roxb*), limbah daun jati (*Tectona grandis*), tepung kanji, air, aquades, indikator metil merah (MM), indikator Na_2CO_3 . Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial digunakan dalam analisis data melalui 2 faktor yaitu 5 perlakuan tingkat perbandingan bahan dan 3 perlakuan tingkat perekat dengan ulangan sebanyak 3 kali, sehingga jumlah sampel yaitu 45. Faktor A, yaitu $A_1 = 100\%$ serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina, $A_2 = 75\%$ serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina, $A_3 = 50\%$ serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina, $A_4 = 25\%$ serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina, $A_5 = 100\%$ serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina dan faktor B yaitu, $B_1 = 10\%$ perekat tepung tapioka, $B_2 = 20\%$ perekat tepung tapioka, $B_3 = 30\%$ perekat tepung tapioka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Briket Arang

Kerapatan

Hasil rata-rata nilai pengujian kerapatan disajikan melalui Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Pengujian Kerapatan (g/cm³)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	0,5520	0,5981	0,6157	1,7658	0,5886
	B ₂	0,6289	0,6645	0,6521	1,9455	0,6485
	B ₃	0,6102	0,6521	0,7218	1,9841	0,6614
A ₂	B ₁	0,5944	0,5917	0,6242	1,8103	0,6034
	B ₂	0,5950	0,6204	0,7218	1,9372	0,6457
	B ₃	0,6481	0,6799	0,6962	2,0242	0,6747
A ₃	B ₁	0,6322	0,6369	0,6525	1,9216	0,6405
	B ₂	0,6229	0,7197	0,6917	2,0343	0,6781
	B ₃	0,6761	0,7725	0,7957	2,2443	0,7481
A ₄	B ₁	0,6558	0,6746	0,6693	1,9997	0,6666
	B ₂	0,7009	0,7509	0,7437	2,1955	0,7318
	B ₃	0,7263	0,7509	0,7690	2,2462	0,7487
A ₅	B ₁	0,7126	0,6730	0,6785	2,0641	0,6880
	B ₂	0,7749	0,8037	0,7681	2,3467	0,7822
	B ₃	0,7808	0,7619	0,8061	2,3488	0,7829

Keterangan :

A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina

A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina

A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina

A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

B₁ = 10% perekat tepung tapioka

B₂ = 20% perekat tepung tapioka

B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Selain penggunaan bahan baku dengan berat jenis yang tinggi, konsentrasi perekat dan tekanan memengaruhi kerapatan briket arang. Semakin besar kerapatan, kecepatan membakar juga semakin lama dan nilai kalornya lebih besar (Admaja, 2019). Hasil perhitungan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan A₅B₃ (100% Serbuk arang limbah daun gmelina + 0% Serbuk arang limbah daun jati + 30% Perekat tepung tapioka) dengan nilai 0,7829 g/cm³ dan Perlakuan

A₁B₁ memiliki nilai terendah pada pengujian kerapatan yaitu (100% Serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% Perekat tepung tapioka) dengan nilai 0,5886 g/cm³. Uji normalitas kerapatan menunjukkan bahwa data menyebar dengan normal begitupula dengan uji homogenitas menurut ragam Barlett ditemukan bahwa data kerapatan homogen. Tabel 2 menunjukkan hasil analisis sidik ragam kerapatan.

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam Kerapatan (g/cm³)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Ket
					5 %	1 %	
Faktor A	4	0,0896	0,0224	17,5000	2,6896	4,0179	**
Faktor B	2	0,0580	0,0290	22,6563	3,3158	5,3903	**
A x B	8	0,0058	0,0007	0,5664	2,2662	3,1726	ns
Galat	30	0,0384	0,0013				
Total	44	0,1918					

Keterangan:

KK = 5,25%

** = Berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai F hitung faktor A dan faktor B berpengaruh sangat nyata

sehingga perlu dilakukan uji lanjutan, yaitu uji beda nyata jujur (BNJ) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Kerapatan (g/cm³)

Faktor A	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
A ₁	9	0,6328				a
A ₂	9	0,6413	0,6413			ab
A ₃	9		0,6889	0,6889		bc
A ₄	9			0,7157	0,7157	cd
A ₅	9				0,7511	d

Faktor B	N	Subset		Notasi
		1	2	
B ₁	15	0,6374		a
B ₂	15		0,6973	b
B ₃	15		0,7232	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan A menunjukkan bahwa A₁ berbeda sangat nyata terhadap A₃, A₄ dan A₅, namun berbeda tidak nyata terhadap A₂. Perlakuan B menunjukkan bahwa B₁ berbeda sangat nyata terhadap B₂ dan B₃. (Hendra, 2012) kerapatan briket di pengaruhi oleh berat jenis. Semakin

banyak bahan perekat yang ditambahkan maka nilai kerapatannya semakin tinggi pula.

Kadar Air

Hasil rata-rata nilai pengujian kadar air tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air (%)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	8,1666	5,0200	6,2022	19,3888	6,4629
	B ₂	7,1123	9,6852	4,5916	21,3891	7,1297
	B ₃	10,2293	7,4922	5,7418	23,4633	7,8211
A ₂	B ₁	4,7011	6,6553	6,4396	17,7960	5,9320
	B ₂	7,5847	6,5530	5,7977	19,9354	6,6451
	B ₃	8,5305	6,8947	6,3264	21,7516	7,2505
A ₃	B ₁	7,7586	6,8604	5,3075	19,9265	6,6422
	B ₂	7,9797	9,6371	5,2853	22,9021	7,6340
	B ₃	8,4481	9,7333	8,9087	27,0901	9,0300
A ₄	B ₁	5,6078	6,7692	6,1121	18,4891	6,1630
	B ₂	7,9680	6,3264	5,4964	19,7908	6,5969
	B ₃	7,6774	7,5963	6,3490	21,6227	7,2076
A ₅	B ₁	8,7193	5,3519	5,1526	19,2238	6,4079
	B ₂	6,5303	7,5731	5,6524	19,7558	6,5853
	B ₃	8,8376	8,4716	6,7350	24,0442	8,0147

Keterangan :

- A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- B₁ = 10% perekat tepung tapioka
- B₂ = 20% perekat tepung tapioka
- B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Karena air yang terkandung pada perekat itu sendiri meningkatkan kadar air briket, sehingga penambahan jumlah perekat akan meningkatkan kadar air briket secara keseluruhan. Hasil perhitungan nilai kadar air tertinggi ditemukan dalam perlakuan A₃B₃ (50% Serbuk arang limbah daun gmelina + 50% Serbuk arang limbah daun jati + 30% Perekat tepung tapioka) dengan nilai 9,0300 % dan nilai terendah dalam pengujian kadar

air ditemukan di perlakuan A₂B₁ (75% Serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% Perekat tepung tapioka) dengan nilai 5,9320 %. Uji normalitas kadar air menunjukkan bahwa data menyebar dengan normal dan uji homogenitas menurut ragam *Barlett* menunjukkan data kerapatan homogen dengan hasil analisis sidik ragam kerapatan tersaji melalui Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Sidik Ragam Kadar Air (%)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	F Tabel		Ket
				Hitung	5%	1%	
Faktor A	4	7,8756	1,9689	0,8989	2,6896	4,0179	ns
Faktor B	2	18,1668	9,0834	4,1470	3,3158	5,3903	*
A x B	8	2,1574	0,2697	0,1231	2,2662	3,1726	ns
Galat	30	65,71	2,1903				
Total	44	93,9098					

Keterangan:

KK = 21,04%

* = Berpengaruh nyata

Hasil analisis sidik ragam yang menunjukkan bahwa perlakuan B berpengaruh nyata, dengan demikian harus

dilaksanakan uji beda nyata jujur (BNJ) yang tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Kadar Air (%)

Faktor B	N	Subset		Notasi
		1	2	
B ₁	15	6,3216		a
B ₂	15	6,9182	6,9182	ab
B ₃	15		7,8648	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan B₁ berbeda nyata terhadap B₃, namun berbeda tidak nyata terhadap B₂.

Kadar Abu

Hasil rata-rata nilai pengujian kadar abu dicantumkan melalui Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kadar Abu (%)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	20,1300	18,9600	17,7900	56,8800	18,9600
	B ₂	15,6200	16,6700	17,7200	50,0100	16,6700
	B ₃	16,6000	16,6400	16,6800	49,9200	16,6400
A ₂	B ₁	19,4700	18,2800	16,9900	54,7400	18,2467
	B ₂	18,5100	17,9500	17,3900	53,8500	17,9500
	B ₃	14,9800	16,7800	18,8800	50,6400	16,8800

A₃	B ₁	19,2200	20,1800	21,1400	60,5400	20,1800
	B ₂	19,0500	15,6700	12,2900	47,0100	15,6700
	B ₃	15,7400	15,4300	15,1200	46,2900	15,4300
A₄	B ₁	13,7400	19,3300	24,9200	57,9900	19,3300
	B ₂	18,3500	16,2800	14,2100	48,8400	16,2800
	B ₃	17,3700	16,1100	14,8500	48,3300	16,1100
A₅	B ₁	14,4500	18,5700	22,6900	55,7100	18,5700
	B ₂	17,3100	15,6500	13,9900	46,9500	15,6500
	B ₃	15,4300	16,2400	17,0500	48,7200	16,2400

Keterangan :

A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina

A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina

A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina

A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

B₁ = 10% perekat tepung tapioka

B₂ = 20% perekat tepung tapioka

B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Ismayana & Afriyanto, 2011 mengatakan bahwa komposisi perekat semakin tinggi maka lebih sedikit kadar abu yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu briket maka akan semakin baik pula nilai kalornya dan kualitas briket arang akan semakin bagus. Hasil perhitungan nilai tertinggi perlakuan A₃B₁ (50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% perekat tepung tapioka) dengan nilai

20,1800% dan nilai terendah pada perlakuan A₃B₃ (50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina + 30% perekat tepung tapioka) dengan nilai 15,4300%. Uji normalitas kadar abu menunjukkan bahwa data menyebar dengan normal dan uji homogenitas menurut ragam *Barlett* ditemukan jika data kerapatan heterogen. Hasil analisis sidik ragam kerapatan disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Sidik Ragam Kadar Abu (%)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	F Tabel		Ket
				Hitung	5%	1%	
Faktor A	4	3,6606	0,9152	0,1745	2,6896	4,0179	ns
Faktor B	2	74,0425	37,0212	7,0576	3,3158	5,3903	**
A x B	8	17,1564	2,1445	0,4088	2,2662	3,1726	ns
Galat	30	157,3677	5,2456				
Total	44	252,2271					

Keterangan:

KK = 18,70%

** = Berpengaruh sangat nyata

Hasil analisis sidik ragam ditemukan bahwa B berpengaruh nyata, dengan demikian uji lanjutan yaitu uji beda

nyata jujur (BNJ) diperlukan. Hasil uji BNJ yang telah dilakukan disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Kadar Abu (%)

Faktor B	N	Subset		Notasi
		1	2	
B ₃	15	16,2400		a
B ₂	15	16,4400		a
B ₁	15		19,0573	b

Keterangan : Huruf yang tidak menunjukkan perbedaan nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan B ditemukan jika perlakuan B₃ berbeda sangat nyata terhadap B₁, namun berbeda tidak nyata terhadap B₂

Zat Terbang

Hasil rata-rata nilai pengujian zat terbang dicantumkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Zat Terbang (%)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	68,0200	69,7000	66,4200	204,1400	68,0467
	B ₂	71,4300	68,5000	72,2000	212,1300	70,7100
	B ₃	70,6100	71,8400	72,3000	214,7500	71,5833
A ₂	B ₁	49,0900	48,5000	49,8500	147,4400	49,1467
	B ₂	53,9100	60,0600	65,9900	179,9600	59,9867
	B ₃	67,1600	61,8800	55,6900	184,7300	61,5767
A ₃	B ₁	47,2500	49,0300	51,4100	147,6900	49,2300
	B ₂	53,5500	53,0600	57,7400	164,3500	54,7833
	B ₃	58,6300	56,5000	56,1400	171,2700	57,0900
A ₄	B ₁	62,3200	45,9200	41,1300	149,3700	49,7900
	B ₂	49,4500	55,1600	60,1800	164,7900	54,9300
	B ₃	58,4800	58,8600	60,1600	177,5000	59,1667
A ₅	B ₁	47,2300	52,0800	54,1700	153,4800	51,1600
	B ₂	50,1000	53,5300	59,5600	163,1900	54,3967
	B ₃	59,5500	62,7100	67,0600	189,3200	63,1067

Keterangan :

- A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- B₁ = 10% perekat tepung tapioka
- B₂ = 20% perekat tepung tapioka
- B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Kadar zat terbang sangat dipengaruhi oleh suhu dan waktu pada saat pengarangan, semakin lama pengarangan maka zat terbang akan semakin rendah (Yuliah *et al.*, 2017). Hasil perhitungan nilai tertinggi pada perlakuan A₁B₃ (100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina + 30% perekat tepung tapioka) memiliki nilai 71,5833% dan nilai terendah ditemukan dalam perlakuan A₂B₁ (75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% perekat tepung

tapioka) dengan nilai 49,1467%. Dari penelitian diperoleh nilai zat terbang yang sangat tinggi, Jenis bahan baku memengaruhi tinggi rendahnya zat terbang yang dihasilkan, dengan demikian jenis bahan baku yang berbeda berpengaruh nyata akan zat terbang briket arang. Uji normalitas zat terbang ditemukan data menyebar dengan normal dan uji homogenitas menurut ragam *Barlett* menunjukkan data kerapatan heterogen. Hasil analisis sidik ragam kerapatan disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Analisis Sidik Ragam Zat Terbang (%)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Ket
					5 %	1 %	
Faktor A	4	1624,0790	406,0197	20,7954	2,6896	4,0179	**
Faktor B	2	620,9981	310,4991	15,9031	3,3158	5,3903	**
A x B	8	133,1982	16,6498	0,8528	2,2662	3,1726	ns
Galat	30	585,7348	19,5245				
Total	44	2964,0100					

Keterangan:

KK = 7,58%

** = Berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam ditemukan jika perlakuan A dan perlakuan B berpengaruh sangat nyata akan kerapatan briket yang diproduksi, sehingga uji lanjutan

perlu dilakukan, yaitu uji beda nyata jujur (BNJ) pada faktor A dan faktor B, dengan hasil uji beda nyata jujur (BNJ) dapat dilihat dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Zat Terbang(%)

Faktor A	N	Subset		Notasi
		1	2	
A ₃	9	53,7011		a
A ₄	9	54,6289		a
A ₅	9	56,2211		a
A ₂	9	56,9033		a
A ₁	9		70,1133	b

Faktor B	N	Subset		Notasi
		1	2	
B ₁	15	53,4747		a
B ₂	15		58,9613	b
B ₃	15		62,5047	b

Keterangan : Huruf yang tidak menunjukkan perbedaan nyata

Tidak seperti komponen penyusun arang, kadar zat terbang adalah hasil dari proses pengarangan. Briket arang yang senyawanya mengurai dengan cepat akan menghasilkan banyak asap pembakaran (Fauziah, 2009). Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan A menunjukkan bahwa perlakuan A₃ berbeda sangat nyata terhadap A₁ namun berbeda tidak nyata terhadap A₄, A₅ dan A₂.

Perlakuan B menunjukkan jika perlakuan B₁ berbeda sangat nyata terhadap B₂ dan B₃.

Karbon Terikat

Hasil rata-rata nilai pengujian karbon terikat yang ditemukan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata Hasil Pengujian Karbon Terikat (%)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	3,6834	6,3200	9,5878	19,5912	6,5304
	B ₂	5,8377	5,1448	5,4884	16,4709	5,4903
	B ₃	2,5607	4,0278	5,2782	11,8667	3,9556
A ₂	B ₁	26,7389	26,5647	26,7204	80,0240	26,6747
	B ₂	19,9953	15,4370	10,8223	46,2546	15,4182
	B ₃	9,6295	14,4453	19,1036	43,1784	14,3928
A ₃	B ₁	25,7714	23,9296	22,1425	71,8435	23,9478
	B ₂	19,4203	21,6329	24,6847	65,7379	21,9126
	B ₃	17,1819	18,3367	19,8313	55,3499	18,4500
A ₄	B ₁	18,3322	27,9808	27,8379	74,1509	24,7170
	B ₂	24,2320	22,2336	20,1136	66,5792	22,1931
	B ₃	16,4726	17,4337	18,6410	52,5473	17,5158
A ₅	B ₁	29,6007	23,9981	17,9874	71,5862	23,8621
	B ₂	26,0597	23,2469	20,7976	70,1042	23,3681
	B ₃	16,1824	12,5784	9,1550	37,9158	12,6386

Keterangan :

- A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina
- A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina
- B₁ = 10% perekat tepung tapioka
- B₂ = 20% perekat tepung tapioka
- B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Briket dikategorikan baik apabila karbon trikat yang dimilikinya tinggi (Samrin, 2019). Nilai karbon terikat dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan zat terbang. Hasil perhitungan nilai tertinggi pada perlakuan A₂B₁ (75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% perekat tepung tapioka) dengan nilai 26,6747% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A₁B₃

(100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina + 30% perekat tepung tapioka) dengan nilai 3,9556%. Hasil uji normalitas karbon terikat menunjukkan data menyebar dengan normal dan uji homogenitas menurut ragam *Barlett* menunjukkan data kerapatan heterogen. Hasil analisis sidik ragam kerapatan disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Analisis Sidik Ragam Karbon Terikat (%)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Ket
					5 %	1 %	
Faktor A	4	1685,4672	421,3668	40,7080	2,6896	4,0179	**
Faktor B	2	452,8132	226,4066	21,8730	3,3158	5,3903	**
A x B	8	203,6523	25,4565	2,4593	2,2662	3,1726	*
Galat	30	310,5289	10,3510				
Total	44	2652,4616					

Keterangan:

- KK = 18,48
- * = Berpengaruh nyata
- ** = Berpengaruh sangat nyata

B

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam ditemukan jika perlakuan A dan perlakuan B berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan briket yang diproduksi, sedangkan perlakuan AB berpengaruh nyata terhadap

kerapatan briket yang dihasilkan. Dengan demikian perlu dilakukan uji lanjutan, yaitu uji beda nyata jujur (BNJ) dengan hasil uji beda nyata jujur (BNJ) dapat dilihat dalam Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Karbon Terikat (%)

Faktor A x B	N	Rata-rata	Notasi
A ₁ B ₃	45	3,9556	a
A ₁ B ₂	45	5,4903	ab
A ₁ B ₁	45	6,5304	abc
A ₅ B ₃	45	12,6386	abcd
A ₂ B ₃	45	14,3928	bcde
A ₂ B ₂	45	15,4182	cdef
A ₄ B ₃	45	17,5158	defg
A ₃ B ₃	45	18,4500	defg
A ₃ B ₂	45	21,9126	defg
A ₄ B ₂	45	22,1931	defg
A ₅ B ₂	45	23,3681	efg
A ₅ B ₁	45	23,8621	efg
A ₃ B ₁	45	23,9478	efg
A ₄ B ₁	45	24,7170	fg
A ₂ B ₁	45	26,6747	g

Keterangan : Huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan interaksi A x B ditemukan jika perlakuan A₁B₃ berbeda nyata terhadap A₂B₁, A₂B₂, A₂B₃, A₃B₁, A₃B₂, A₃B₃, A₄B₁, A₄B₂, A₄B₃, A₅B₁ dan A₅B₂, namun tidak berbeda nyata dengan A₁B₂, A₁B₁ dan A₅B₃.

Nilai Kalor

Hasil rata-rata nilai pengujian nilai kalor tersaji dalam Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengujian Nilai Kalor (kal/g)

Faktor A	Faktor B	Ulangan			Jumlah	Rerata
		1	2	3		
A ₁	B ₁	5188,44	5381,32	4023,36	14593,12	4864,37
	B ₂	4896,62	5671,14	4484,00	15051,76	5017,25
	B ₃	5183,44	7999,60	4457,64	17640,68	5880,23
A ₂	B ₁	5381,32	4023,36	4073,38	13478,06	3652,74
	B ₂	4702,64	4071,48	4798,48	13572,60	4524,20
	B ₃	5478,96	4458,84	4410,72	14348,52	4782,84
A ₃	B ₁	5046,08	5645,58	3972,54	14664,20	4888,07
	B ₂	5477,96	4169,32	5089,80	14737,08	4912,36
	B ₃	5236,26	5236,66	5575,30	16048,22	5349,41
A ₄	B ₁	5430,74	5138,82	4362,80	14932,36	4977,45
	B ₂	5865,22	5720,36	5574,80	17160,38	5720,13
	B ₃	5671,44	6157,24	5865,52	17694,20	5898,07
A ₅	B ₁	5430,74	3877,60	5284,08	14592,42	4864,14
	B ₂	5329,50	5233,16	5281,88	15844,54	5281,51
	B ₃	5767,98	5233,86	5719,56	16721,40	5573,80

Keterangan :

A₁ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

A₂ = 75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina

A₃ = 50% serbuk arang limbah daun jati + 50% serbuk arang limbah daun gmelina

A₄ = 25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina

A₅ = 100% serbuk arang limbah daun jati + 0% serbuk arang limbah daun gmelina

B₁ = 10% perekat tepung tapioka

B₂ = 20% perekat tepung tapioka

B₃ = 30% perekat tepung tapioka

Nilai kalor salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas briket, nilai kalor yang tinggi nilai maka semakin bagus kualitas briket. Perekat yang tinggi akan menyebabkan kekuatan briket semakin baik sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi (Rizki & Mustaqilla, 2020). Hasil perhitungan nilai tertinggi yaitu, pada perlakuan A₄B₃ (25% serbuk arang limbah daun jati + 75% serbuk arang limbah daun gmelina + 30% perekat tepung tapioka)

dengan nilai 5898,07 kal/g dan nilai terendah ditemukan dalam perlakuan A₂B₁ (75% serbuk arang limbah daun jati + 25% serbuk arang limbah daun gmelina + 10% perekat tepung tapioka) dengan nilai 3652,74 kal/g. Hasil uji normalitas nilai kalor menunjukkan data menyebar dengan normal dan hasil perhitungan uji homogenitas menurut ragam *Barlett* menunjukkan data kerapatan heterogen. Hasil analisis sidik ragam kerapatan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Analisis Sidik Ragam Nilai Kalor (kal/g)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Ket
					5 %	1 %	
Faktor A	4	4285876,7297	1071469,1824	2,0254	2,6896	4,0179	ns
Faktor B	2	3506726,7417	1753363,3708	3,3163	3,3158	5,3903	*
A x B	8	1043842,3124	130480,2890	0,2466	2,2662	3,1726	ns
Galat	30	15870745,4923	529024,8497				
Total	44	24707191,2760					

Keterangan:

KK = 14,16%

* = Berpengaruh nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam ditemukan jika perlakuan B berpengaruh nyata terhadap nilai kalor briket yang

dihasilkan, dengan demikian uji lanjutan perlu dilakukan, yaitu uji beda nyata jujur (BNJ) yang dapat dilihat dalam Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Nilai Kalor (kal/g)

Faktor B	N	Subset		Notasi
		1	2	
B ₁	15	4817,3440		a
B ₂	15	5091,0907	5091,0907	ab
B ₃	15		5496,8680	b

Keterangan : Huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata

Berdasarkan hasil uji lanjutan (BNJ) perlakuan B menunjukkan bahwa perlakuan

B₁ berbeda sangat nyata terhadap B₃, namun berbeda tidak nyata terhadap B₂.

Standar Briket Berdasarkan SNI

Tabel 19. Perbandingan Standar Briket berdasarkan SNI

Parameter	SNI	Komposisi														
		A ₁			A ₂			A ₃			A ₄			A ₅		
		B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
Kerapatan (g/cm ³)	≥ 0,44	0,886	0,485	0,614	0,6034*	0,6457	0,6747	0,6405*	0,6781	0,7481	0,6666*	0,7318	0,7487	0,6880*	0,7822	0,7829
Kadar Air (%)	≤ 8	6,4629	7,1297	7,8211	5,9320*	6,6451	7,2505	6,6422*	7,6340	9,0300	6,1630*	6,5969	7,2076	6,4079*	6,5853	8,0147
Kadar Abu (%)	≤ 8	18,9600	16,6700	16,6400	18,2467	17,9500	16,8800	20,1800	15,6700	15,4300	19,3300	16,2800	16,1100	18,5700	15,6500	16,2400
Zat Terbang (%)	≤ 15	68,0467	70,7100	71,5833	49,1467	59,9867	61,5767	49,2300	54,7833	57,0900	49,7900	54,9300	59,1667	51,1600	54,3967	63,1067
Karbon Terikat (%)	≥ 77	6,5304	5,4903	3,9556	26,6747	15,4182	14,3928	23,9478	21,9126	18,4500	24,7170	22,1931	17,5158	23,8621	23,3681	12,6386
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 5000	4864,37	5017,25	5880,23	3652,74	4524,20	4782,84	4888,07	4912,36	5349,41	4977,45	5720,13	5898,07	4864,14	5281,51	5573,80

Keterangan: Tanda (*) sesuai dengan SNI

Berdasarkan Tabel 19, jika dibandingkan dengan standar briket berdasarkan SNI maka pada beberapa parameter briket arang campuran limbah daun gmelina dan limbah daun jati masih termasuk dalam standar briket berdasarkan SNI 01-6235-2000. Dalam parameter kerapatan (g/cm³) nilai yang dihasilkan pada semua perlakuan telah memenuhi SNI dengan nilai kerapatan terbaik terdapat pada perlakuan A₅B₃ yaitu 0,7829 g/cm³, pada parameter kadar air (%) nilai yang dihasilkan pada setiap perlakuan sudah memenuhi SNI, kecuali A₃B₃ dan A₅B₃ dengan nilai kadar air terbaik terdapat pada perlakuan A₂B₁ yaitu 5,9320 %, pada parameter nilai kalor (kal/g) nilai yang dihasilkan pada sebagian perlakuan telah memenuhi SNI dengan nilai kalor terbaik terdapat pada perlakuan A₄B₃ yaitu 5898,07 kal/g. Pada parameter kadar abu (%), zat terbang (%), karbon terikat (%) semua perlakuan tidak ada yang memenuhi standar SNI, yang mana nilai kadar abu dan zat terbang yang dihasilkan

terlalu tinggi dan nilai karbon terikat yang diperoleh terlalu rendah. Dari 15 perlakuan yang digunakan pada penelitian ini, maka kualitas yang paling bagus terdapat pada perlakuan A₄B₃ yang mana sifat karakteristiknya paling mendekati dengan standar briket arang merujuk dari SNI 01-6235-2000.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Komposisi campuran arang limbah daun gmelina berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan, zat terbang dan karbon terikat, sedangkan komposisi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap semua parameter yang diuji. Nilai kerapatan tertinggi pada perlakuan A₅B₃ dengan nilai 0,7829 g/cm³ dan terendah pada perlakuan A₁B₁ dengan nilai 0,5886

g/cm³. Kadar air tertinggi pada perlakuan A₃B₃ memiliki nilai 9,0300 % dan terendah di perlakuan A₂B₁ memiliki nilai 5,9320 %. Kadar abu tertinggi pada perlakuan A₃B₁ dengan nilai 20,1800% dan terendah pada perlakuan A₃B₃ dengan nilai 15,4300%. Zat terbang tertinggi pada perlakuan A₁B₃ dengan nilai 71,5833% dan terendah pada perlakuan A₂B₁ dengan nilai 49,1467%. Karbon terikat tertinggi pada perlakuan dengan nilai 26,6747% dan terendah pada perlakuan A₁B₃ dengan nilai 3,9556% dan nilai kalor tertinggi pada perlakuan A₄B₃ dengan nilai 5898,07 kal/g dan terendah pada perlakuan A₂B₁ dengan nilai 3652,74 kal/g. Hasil yang diperoleh dari pengujian bahwa kerapatan (g/cm³) pada setiap perlakuan sudah memenuhi SNI yaitu $\geq 0,44$ g/cm³ dengan kerapatan terbaik terdapat pada perlakuan A₅B₃ dengan nilai 0,7829 g/cm³. Kadar air (%) pada semua perlakuan telah memenuhi SNI yaitu ≤ 8 kecuali perlakuan A₃B₃ yaitu 9,0300% dan A₅B₃ yaitu 8,0147% dengan kadar air terbaik terdapat pada A₂B₁ dengan nilai 5,9320 %. Nilai kalor (kal/g) pada semua perlakuan hanya A₁B₂, A₁B₃, A₃B₃, A₄B₂, A₄B₃, A₅B₂ dan A₅B₃ yang memenuhi SNI yaitu ≥ 5000 kal/g dengan nilai kalor terbaik terdapat pada perlakuan A₄B₃ dengan nilai 5898,07 kal/g. Kadar abu (%), kadar zat terbang (%), dan karbon terikat (%) pada semua perlakuan tidak ada yang memenuhi standar SNI. Sehingga kualitas briket arang campuran limbah daun gmelina dan limbah daun jati yang paling baik terdapat pada perlakuan A₄B₃.

Saran

Penelitian lanjutan perlu diadakan menggunakan campuran bahan baku lainnya dan bahan perekat seperti tepung sagu, arpus dan getah karet untuk menghasilkan briket arang limbah daun sesuai standar SNI.

DAFTAR PUSTAKA

Admaja, F. W. 2019. *Analisa Pengaruh Campuran Buah Pinus dan Tinja Kambing dengan Perekat Tetes Tebu Terhadap Karakteristik Bio-Briket*. Malang: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri.

Arifah, R. 2017. Keberadaan Karbon Terikat dalam Briket Arang Dipengaruhi oleh Kadar Abu dan Kadar Zat Menguap. *Jurnal Wahana Inovasi*. **6**(2):366-376.

Gunadi, M.R., Mahdie, M.F. & Sari, N.M. 2019. Karakteristik Briket Arang Aroma Terapi dari Kayu Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Sylva Scienteeae*. **2**(1):26-36.

Marwanza, I., Azizi, M.A., Nas, C., Patian, S., Dahani, W., & Kurniawati, R. 2021. Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Desa Banjar Wangi, Pandeglang, Provinsi Banten. *Jurnal AKAL: Abdimas dan Kearifan Lokal*. **2**(1):82-88.

Radam, R.M., Lusyani., Ulfah, D., Sari, N.M. & Violet. 2018. Kualitas Briket Arang dari Kulit Sabut Buah Nipah (*Nypa fruticans* WURMB) dalam Menghasilkan Energi. *Jurnal Hutan Tropis*. **6**(1):52-62.

Rizki, M. & Mustaqilla, S. 2020. *Pengaruh Jenis Perekat Getah Damar dan Getah Pinus untuk Pembuatan Biobriket dari Ampas Tebu*. Banda Aceh: Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala.

Samrin, S. 2019. *Karakteristik Briket Arang Cangkang Kemiri (Aleurites moluccana) dengan Menggunakan Perekat Tapioka dari Ekstraksi Ampas Ubi Kayu dan Penambahan Getah Pinus*. Makassar: Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian.

Yuliah, Y., Suryaningsih, S. & Ulfi K. 2017. Penentuan Kadar Air Hilang dan Volatile Matter pada Bio-Briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. **1**(1):51-57.