

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN BRIKET LIMBAH KULIT DURIAN DENGAN PEREKAT MOLASE DAN MINYAK JELANTAH MENGUNAKAN METODE RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)

Aqbil Ghilman Fadhlani

Fakultas Teknologi Industri Pertanian Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran

Email: aqbil21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Limbah kulit durian merupakan biomassa yang melimpah dan berpotensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, khususnya dalam bentuk briket. Kualitas briket biomassa sering terkendala oleh nilai kalor yang belum optimal dan laju pembakaran yang kurang stabil. Upaya peningkatan kualitas briket dapat dilakukan melalui pemilihan perekat dan bahan tambahan yang tepat, serta optimasi parameter proses. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran mesh partikel, kadar molase sebagai perekat, dan kadar minyak jelantah sebagai bahan tambahan terhadap nilai kalor dan laju pembakaran briket berbahan dasar limbah kulit durian. Proses produksi briket dilakukan melalui tahap pencacahan, pengeringan, pirolisis pada suhu 450°C selama 90 menit, penepungan, penyaringan (mesh 20, 40, dan 60), pencampuran bahan, pencetakan, dan pengeringan. Optimasi dilakukan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *Box-Behnken Design* (BBD) melalui software *Design Expert ver. 13*. Variabel bebas yang diuji meliputi ukuran partikel (20–60 mesh), kadar molase (55–65%), dan kadar minyak jelantah (5–10%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga variabel memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kalor dan karakteristik pembakaran briket. Optimasi menghasilkan kombinasi terbaik pada ukuran partikel 40 mesh, kadar molase 55%, dan kadar minyak jelantah 10%, dengan nilai kalor sebesar 5989,485 kal/g dan laju pembakaran sebesar 0,219 g/menit. Formulasi tersebut mampu menghasilkan briket dengan kualitas pembakaran yang lebih efisien dan stabil, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan serta bernilai ekonomis.

Kata kunci: briket, limbah kulit durian, molase, minyak jelantah, RSM

Abstract

Durian peel waste is an abundant biomass with high potential to be utilized as an alternative fuel, particularly in the form of briquettes. The quality of biomass briquettes is often limited by suboptimal calorific value and unstable combustion characteristics. Improving briquette quality can be achieved through the selection of appropriate binders and additives, as well as the optimization of processing parameters. This study aims to analyze the effects of particle mesh size, molasses concentration as a binder, and used cooking oil concentration as an additive on the calorific value and combustion rate of durian peel waste briquettes. The briquette production process included chopping, drying, pyrolysis at 450°C for 90 minutes, milling, sieving (20, 40, and 60 mesh), mixing, molding, and drying. Optimization was carried out using the *Response Surface Methodology* (RSM) with a *Box-Behnken Design* (BBD) through *Design Expert* version 13. The independent variables tested were particle size (20–60 mesh), molasses content (55–65%), and used cooking oil content (5–10%). The results showed that all three variables significantly affected the calorific value and combustion characteristics of the briquettes. Optimization produced the best combination at 40-mesh particle size, 55% molasses, and 10% used cooking oil, yielding a calorific value

of 5989.485 cal/g and a combustion rate of 0.219 g/min. This formulation produces briquettes with more efficient and stable combustion performance, making them a promising environmentally friendly and economically valuable alternative fuel.

Keywords: briquettes, durian peel waste, molasses, used cooking oil, RSM

PENDAHULUAN

Limbah kulit durian merupakan salah satu biomassa yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia sebagai konsekuensi dari tingginya konsumsi durian setiap tahun. Kulit durian menyusun sekitar 60–75% dari total berat buah, sehingga peningkatan konsumsi durian berdampak langsung pada naiknya volume limbah organik yang dihasilkan. Mengutip Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2024), tingkat konsumsi durian di Indonesia tahun 2024 sebesar 1.852.045 ton dengan konsumsi di Jawa Barat sebesar 158.693 ton. Maka dapat diperoleh data berupa jumlah daging durian yang dikonsumsi sebesar 648.215 ton, lalu jumlah limbah biji durian sebesar 277.806 ton, serta jumlah limbah kulit durian sebesar 1.296.431 ton dan jumlah limbah kulit durian di Jawa Barat sebesar 95.215,8 ton. Berdasarkan survei yang telah dilakukan pada salah satu toko olahan durian di Bandung, setiap bulannya toko ini membeli durian sebanyak 2000-2200 kilogram, dan menghasilkan limbah kulit durian sebanyak 1200-1500 kilogram yang mana dalam satu tahun dapat menghasilkan limbah sebanyak 14,4-18 ton. Pemanfaatan limbah kulit durian sebagai bahan baku untuk biobriket dapat menjadi langkah nyata dalam upaya penyediaan energi alternatif di Indonesia. Proses pengolahan limbah ini tidak hanya menghasilkan briket sebagai sumber energi, tetapi juga membantu mengurangi volume sampah organik yang mencemari lingkungan.

Tabel 1 berikut menyajikan estimasi perkembangan jumlah limbah kulit durian di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir

Tabel 1. Perkembangan Estimasi Limbah Kulit Durian di Indonesia

Tahun	Konsumsi Durian (Ton)	Estimasi Limbah Kulit Durian (Ton)
2020	1.169.804	818.863
2021	1.133.195	793.236
2022	1.353.037	947.126
2023	1.582.172	1.107.520
2024	1.852.045	1.296.431

Sumber: Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2024)

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kulit durian memiliki nilai kalor sebesar 4.569,54 kal/g, kadar air 12%, dan kadar abu 15% (Shohib et al., 2018). penelitian lain melaporkan bahwa kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket dengan nilai kalor yang dapat ditingkatkan melalui proses torrefaksi, di mana pada suhu 300°C selama 30 menit, terjadi peningkatan nilai kalor hingga mencapai 5.200 kal/g, meskipun kadar abu tetap tinggi pada 9% (Kalsum, 2016). Nilai-nilai ini masih belum memenuhi standar briket biomassa yang optimal, sehingga diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya.

Penggunaan perekat pada briket merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan kualitas dan kekuatan briket yang dihasilkan. Perekat berfungsi untuk mengikat partikel-partikel biomassa yang telah dihancurkan sehingga dapat membentuk briket yang padat dan tidak mudah hancur saat diproses atau digunakan. Menurut data pendahuluan, penggunaan perekat tapioka lebih umum digunakan dalam pembuatan briket

karena dinilai mempunyai kadar air yang rendah, akan tetapi mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Ismayana dan Afriyanto (2011), penggunaan perekat tapioka pada berbagai kadar cenderung dapat mengurangi nilai kalor. Penggunaan perekat molase dalam pembuatan briket menunjukkan potensi yang baik dalam meningkatkan kualitas briket biomassa. Perekat molase memiliki keunggulan karena kandungan gula reduksinya yang tinggi sehingga dapat meningkatkan sifat pembakaran briket. Pada penelitiannya, briket dengan campuran perekat molase pada kadar 15% menghasilkan kualitas yang optimal yang memudahkan proses pembakaran awal dan menjaga lama waktu pembakaran agar tetap stabil. Briket dengan perekat molase memiliki nilai kalor tinggi dan suhu bara api tertinggi di antara variasi lainnya, sehingga menjadikannya pilihan perekat yang efektif untuk briket biomassa.

Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melibatkan penambahan bahan tambahan berupa minyak jelantah. Salah satu metode yang sering digunakan sebagai zat pencampur pada bidang produksi dan riset adalah olahan minyak kelapa. Minyak kelapa terbukti secara ilmiah melalui percobaan pengukuran nilai kalor pada briket dapat meningkatkan nilai kalor hingga 759 kal/g (Bantacut dan Fitriani, 2019). Minyak jelantah dijadikan sebagai bahan tambahan pada penelitian ini karena memiliki titik nyala pada suhu 240°C – 300°C dan nilai kalor sebesar 9197.29 kal/g. Rendahnya 3 titik nyala tersebut mempermudah bahan bakar padat untuk terbakar (Chandra, 2018). Minyak jelantah juga dapat menurunkan kadar air dalam briket biomassa, yang menjadikannya sebagai bahan tambahan yang efektif, terutama ketika molase digunakan sebagai perekat utama. Penambahan minyak jelantah diharapkan dapat membantu mengurangi kadar air secara keseluruhan, sehingga menghasilkan briket dengan kualitas pembakaran yang lebih optimal. Metode RSM digunakan untuk menemukan kombinasi parameter terbaik dalam pembuatan briket dengan memanfaatkan perekat molase dan tambahan minyak jelantah. Variabel-variabel yang dioptimalkan meliputi kadar molase, ukuran *mesh* partikel, dan kadar minyak jelantah, dengan respons yang dianalisis seperti nilai kalor (cal/g), dan laju pembakaran (g/s).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian serta Laboratorium Uji Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran pada periode Februari hingga September 2025. Bahan utama yang digunakan berupa limbah kulit durian yang mengalami proses pirolisis pada suhu 450°C selama 90 menit menggunakan reaktor tipe fixed bed. Arang hasil pirolisis kemudian dihaluskan dengan mesin disk mill dan disaring menjadi tiga ukuran partikel, yaitu 20 mesh, 40 mesh, dan 60 mesh. Bahan perekat yang digunakan adalah molase dengan konsentrasi 55%, 60%, dan 65%, sedangkan minyak jelantah ditambahkan sebagai bahan peningkat nilai kalor pada variasi 5%, 7,5%, dan 10%. Seluruh variasi komponen ditentukan berdasarkan rancangan percobaan Response Surface Methodology (RSM) tipe Box-Behnken Design (BBD) menggunakan perangkat lunak Design Expert versi 13. Setiap variabel akan diolah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Rentang Level Variabel Bebas Proses Pembuatan Briket

	<i>Name</i>	<i>Units</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>
A [<i>Numeric</i>]	Ukuran Partikel	mesh	20	60
B [<i>Numeric</i>]	Kadar Molase	%	55	65
C [<i>Numeric</i>]	Kadar Minyak jelantah	%	5	10

Hasil yang didapat dari input variabel diatas sesuai dengan batas minimum yang telah ditentukan menghasilkan jumlah perlakuan penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Optimasi Variabel Proses Pembuatan Briket Menggunakan Aplikasi Design Expert ver. 13

Std	Run	Variabel Faktor			Variabel Respon	
		Ukuran Partikel (Mesh)	Kadar Molase (%)	Kadar Minyak Jelantah (%)	Nilai Kalor (kal/g)	Laju Pembakaran (g/menit)
1	1	60	65	7.5		
8	2	60	60	10		
3	3	40	60	7.5		
11	4	20	60	5		
12	5	40	60	7.5		
6	6	60	60	5		
17	7	40	60	7.5		
15	8	40	65	5		
5	9	20	55	7.5		
4	10	40	60	7.5		
14	11	40	65	10		
2	12	60	55	7.5		
16	13	40	55	10		
10	14	40	60	7.5		
7	15	20	60	10		
13	16	20	65	7.5		
9	17	40	55	5		

Variabel ukuran mesh, kadar molase, dan kadar minyak jelantah kemudian diaplikasikan dengan melakukan pengambilan data sebanyak 17 perlakuan yang harus dilakukan dengan masing-masing nilai dari setiap variabel yang sudah ditentukan. Perlakuan tersebut terdiri atas 1 block dengan 5 center points per block (titik tengah variabel). Terdapat dua variabel respons yang harus diukur pada setiap percobaan yaitu nilai kalor (kal/g), dan laju pembakaran (g/menit). Hasil dari pengolahan data ini adalah penentuan nilai optimal untuk variabel ukuran mesh, kadar molase dan kadar minyak jelantah.

Proses pembuatan briket dimulai dengan pencampuran arang, molase, dan minyak jelantah sesuai komposisi pada setiap perlakuan. Campuran kemudian dicetak menggunakan alat pencetak briket berbasis dongkrak hidrolik hingga menghasilkan briket dengan bentuk dan ukuran seragam. Briket yang telah dicetak dikeringkan menggunakan panas matahari selama dua hari untuk menurunkan kadar air dan meningkatkan kestabilan struktur. Seluruh sampel briket diuji untuk memperoleh nilai kalor menggunakan bomb calorimeter dan laju pembakaran menggunakan kompor briket. Setiap pengujian dilakukan sesuai standar prosedur laboratorium untuk memastikan ketelitian data.

Data hasil pengujian dimasukkan ke dalam perangkat lunak Design Expert untuk dianalisis menggunakan model kuadratik untuk mempelajari pengaruh variabel bebas terhadap nilai kalor dan laju pembakaran. Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengevaluasi signifikansi model serta faktor-faktor yang berpengaruh. Nilai optimum ditentukan berdasarkan kombinasi variabel yang menghasilkan nilai kalor tinggi dan laju pembakaran yang stabil sesuai kriteria yang ditetapkan. Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan data prediksi model dengan nilai aktual dari sampel yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Molase, dan Kadar Minyak Jelantah pada Briket Biomassa

Pada proses pembuatan briket ukuran partikel biomassa berpengaruh pada sifat fisik briket. Ukuran partikel bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi sifat fisik briket biomassa, terutama terkait densitas dan porositasnya. Densitas atau kerapatan briket didefinisikan sebagai massa per satuan volume, yang menunjukkan seberapa padat partikel penyusun briket saling mengisi ruang. Semakin halus ukuran partikel, seperti pada mesh 60, maka partikel lebih mudah mengisi celah antarbutir sehingga menghasilkan briket yang lebih rapat dan memiliki densitas tinggi. Sebaliknya, apabila ukuran partikel lebih kasar seperti pada mesh 20, ruang antarpartikel lebih besar sehingga sulit terisi sempurna oleh perekat, akibatnya densitas menurun karena terdapat lebih banyak rongga di dalam struktur briket. Kondisi ini menyebabkan briket dengan densitas tinggi cenderung memiliki laju pembakaran lebih lambat, karena ruang udara yang menjadi jalur masuk oksigen berkurang. Namun, hal tersebut juga menjadikan waktu nyala briket lebih panjang dan lebih stabil saat digunakan.

Porositas menggambarkan persentase ruang kosong atau rongga di dalam briket dibandingkan dengan total volumenya. Porositas ini erat kaitannya dengan ukuran partikel, di mana partikel kasar menghasilkan briket dengan tingkat porositas tinggi karena celah antarpartikel lebih besar dan tidak seluruhnya terisi oleh perekat. Kondisi ini mempermudah aliran udara dan difusi oksigen ke dalam briket, sehingga pembakaran menjadi lebih cepat dan briket mudah menyala. Namun, tingginya porositas menyebabkan briket juga lebih cepat habis terbakar. Sebaliknya, apabila partikel yang digunakan berukuran halus, maka porositasnya menurun karena celah antarpartikel dapat terisi rapat, sehingga aliran oksigen ke dalam struktur briket menjadi terbatas. Hal ini menyebabkan laju pembakaran menurun, namun briket mampu menghasilkan nyala yang lebih stabil dan bertahan lebih lama.



Gambar 1. Sampel Briket Ukuran Mesh 20 dan 60



Gambar 2. Sampel Briket Ukuran Mesh 20 dan 60

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat pada Tabel bahwa ukuran partikel, kadar molase, dan kadar minyak jelantah memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap karakteristik fisik maupun sifat pembakaran briket limbah kulit durian. Data pada Tabel hasil percobaan menunjukkan adanya variasi nilai panjang, diameter, massa, lama pembakaran, nilai kalor, laju pembakaran, serta penyusutan briket yang terbentuk. Variasi ini erat kaitannya dengan perbedaan perlakuan pada faktor yang dioptimasi melalui metode Response Surface Methodology (RSM).

Ukuran partikel memberikan pengaruh langsung terhadap densitas dan porositas briket. Briket dengan ukuran mesh 60 cenderung memiliki densitas yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh massa awal yang relatif lebih besar dibandingkan ukuran partikel 20 dan 40. Hal ini karena partikel halus mampu mengisi celah antarbutir dengan lebih baik, sehingga briket menjadi lebih rapat. Briket dengan mesh 60 pada kadar molase 60% dan minyak jelantah 10% bahkan mencapai lama pembakaran hingga 12.589 detik, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan briket berukuran mesh 20 pada perlakuan serupa yang hanya mencapai 2.243 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa ukuran partikel yang lebih halus dapat memperpanjang durasi pembakaran karena struktur yang lebih padat menahan difusi oksigen ke dalam briket.

Tabel 4. Tabel data Hasil Pengujian Dimensi dan Lama Pembakaran Briket

No	Ukuran Partikel (Mesh)	Kadar Molase (%)	Kadar Minyak Jelantah (%)	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)	Lama Pembakaran (detik)
1.	60	65	7.5	50,1	43,7	53,8	9,2	9689
2.	60	60	10	50	43,7	53,6	9	12589
3.	40	60	7.5	47,2	42,9	37,4	8,9	4256
4.	20	60	5	46,8	42,9	37,6	9	2986
5.	40	60	7.5	47,4	42,9	37,6	8,9	4221
6.	60	60	5	52,1	42,7	59,1	10,7	10256
7.	40	60	7.5	47	42,9	37	8,9	4274
8.	40	65	5	55,2	42,7	39,1	8,9	4259
9.	20	55	7.5	36,5	43,7	29,5	6,5	2544
10.	40	60	7.5	46,8	42,9	36,6	8,9	4204
11.	40	65	10	63,5	43,7	63,2	11	8150
12.	60	55	7.5	47,9	42,9	57,1	9,1	11699
13.	40	55	10	49,9	43,7	35,5	8,7	4403
14.	40	60	7.5	46,7	42,9	36,6	8,8	4125
15.	20	60	10	41,7	41,9	25,9	6,2	2243
16.	20	65	7.5	64,5	43,7	46,2	9	4076
17.	40	55	5	32,3	43,7	23,3	4,9	2680

Tabel 5. Tabel Data Hasil Pengujian Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Std	Run	Factor 1 A:Ukuran Partikel (Mesh)	Factor 2 B:Kadar Molase (%)	Factor 3 C:Kadar Minyak Jelantah (%)	Response 1 Nilai Kalor (kal/g)	Response 2 Laju Pembakaran (g/menit)
-----	-----	--------------------------------------	--------------------------------	---	-----------------------------------	---

10	1	60	60	5	5717	0.283151
4	2	60	55	7.5	5840	0.246175
1	3	20	55	7.5	5921	0.542453
11	4	60	65	7.5	5711	0.276189
2	5	40	60	7.5	5886	0.395338
9	6	40	55	10	6070	0.365206
6	7	40	60	7.5	5827	0.401786
5	8	20	65	7.5	5866	0.547596
14	9	40	60	7.5	5892	0.40796
3	10	40	60	7.5	5860	0.394478
15	11	40	55	5	5764	0.41194
16	12	60	60	10	5912	0.212567
8	13	20	60	5	5704	0.574682
17	14	40	60	7.5	5845	0.404364
13	15	40	65	10	5960	0.384294
7	16	40	65	5	5707	0.425452
12	17	20	60	10	6023	0.526973

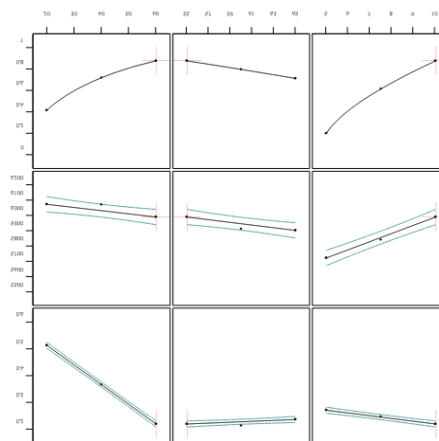
Kadar molase sebagai perekat menunjukkan pengaruh nyata pada sifat briket. Molase berfungsi tidak hanya sebagai bahan perekat, tetapi juga sebagai sumber karbon tambahan yang dapat meningkatkan nilai kalor. Pada hasil pengujian, perlakuan dengan molase 55–65% menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai kalor. Misalnya, pada mesh 40 dengan molase 65% dan minyak jelantah 10%, nilai kalor mencapai 5960 kal/g, lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan molase 55% dan minyak jelantah 5% yang hanya mencapai 5764 kal/g. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan molase hingga batas tertentu mampu memperbaiki kualitas briket baik dari segi kekuatan ikatan antarpartikel maupun kandungan energi. Namun demikian, penggunaan molase yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan peningkatan kadar air pada briket karena sifat higroskopisnya, yang berpotensi menurunkan efisiensi pembakaran.

Minyak jelantah berperan sebagai bahan tambahan yang bersifat hidrofobik dan membantu memperbaiki sifat fisik briket. Pada beberapa perlakuan, penambahan minyak jelantah hingga 10% mampu meningkatkan nilai kalor secara signifikan. Sebagai contoh, pada mesh 20 dengan molase 60% dan minyak jelantah 10%, nilai kalor mencapai 6023 kal/g, yang merupakan salah satu nilai tertinggi dalam percobaan. Hal ini dapat dijelaskan karena minyak jelantah masih mengandung asam lemak dan sisa hidrokarbon yang memiliki nilai kalor tinggi, sehingga mampu meningkatkan kandungan energi dalam briket. Selain itu, minyak jelantah juga membantu mengurangi kadar air dalam briket, sehingga pembakaran berlangsung lebih efisien.

Ditinjau dari laju pembakaran, terlihat adanya hubungan terbalik dengan lama pembakaran. Briket dengan ukuran mesh kasar (20) umumnya memiliki laju pembakaran lebih tinggi. Misalnya, pada mesh 20 dengan molase 60% dan minyak jelantah 5%, laju pembakaran mencapai 0,574 g/menit, tertinggi di antara perlakuan

lainnya. Hal ini selaras dengan teori bahwa porositas tinggi pada briket dengan partikel kasar mempercepat difusi oksigen dan memudahkan proses pembakaran. Namun, akibatnya briket lebih cepat habis terbakar sehingga durasi nyala menjadi singkat. Sebaliknya, briket dengan mesh halus (60) cenderung memiliki laju pembakaran rendah, seperti pada perlakuan molase 60% dan minyak jelantah 10% dengan laju hanya 0,212 g/menit, tetapi mampu bertahan dengan lama pembakaran hingga lebih dari 12.000 detik. Temuan ini menunjukkan bahwa ukuran partikel halus lebih cocok untuk menghasilkan briket dengan waktu nyala panjang, sedangkan ukuran partikel kasar lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan energi cepat.

2. Solusi dari Pengujian dan Analisis RSM



Gambar 3. Analisis Solusi Setiap Variabel

Hasil analisis menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada ukuran mesh partikel 60, kadar molase 55%, dan kadar minyak jelantah 10%. Kombinasi tersebut menghasilkan nilai kalor sebesar 5989,485 kal/g dengan laju pembakaran 0,219 g/menit serta nilai desirability 0,875.

Tabel 13. Solusi nilai variasi dari analisis pengujian nilai aktual

No.	Ukuran Mesh Partikel	Kadar Molase	Kadar Minyak Jelantah	Nilai Kalor	Laju Pembakaran	Desirability	
1	60.000	55.000	10.000	5989.485	0.219	0.875	<i>Selected</i>
2	60.000	55.043	10.000	5989.105	0.219	0.875	
3	59.858	55.001	10.000	5989.774	0.220	0.874	
4	59.709	55.003	10.000	5990.065	0.221	0.873	
5	60.000	55.117	10.000	5988.455	0.219	0.873	

Nilai desirability mendekati angka 1 yang menandakan kondisi tersebut mampu memenuhi tujuan optimasi secara baik. Kriteria optimasi yang ditetapkan adalah memaksimalkan nilai kalor dan meminimalkan laju pembakaran, sehingga kombinasi faktor yang terpilih dianggap paling sesuai dengan tujuan penelitian. Perhitungan menghasilkan 57 alternatif solusi dengan variasi yang tidak jauh berbeda, namun kondisi optimum berada pada titik yang dipilih karena memiliki keseimbangan terbaik antara kedua respon. Interpretasi dari hasil ini memperlihatkan bahwa peningkatan ukuran mesh partikel hingga titik maksimum serta penggunaan kadar molase terendah dalam rentang yang ditentukan mampu memberikan pengaruh positif terhadap performa bahan bakar briket yang dihasilkan. Kadar minyak jelantah 10% menjadi

faktor penting dalam mendukung nilai kalor yang tinggi tanpa meningkatkan laju pembakaran secara signifikan.

Faktor kadar minyak jelantah memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan nilai kalor. Hal ini sejalan dengan grafik perturbation yang memperlihatkan garis minyak jelantah (C) bergerak dengan tren positif signifikan. Ukuran mesh partikel (A) dan kadar molase (B) justru menunjukkan kecenderungan menurunkan nilai kalor. Laju pembakaran yang rendah menunjukkan hasil positif, karena briket tidak cepat habis terbakar sehingga lebih efisien digunakan.

Solusi optimasi ini menghasilkan kondisi seimbang antara mutu briket yang ditunjukkan oleh nilai kalor tinggi dan performa pembakaran yang ditunjukkan oleh laju yang lebih terkendali. Pemanfaatan limbah kulit durian sebagai bahan baku briket memberikan energi yang besar sekaligus mempertahankan waktu pembakaran agar lebih efektif dalam penggunaan praktis.

KESIMPULAN

Formulasi optimal dalam proses pembuatan briket berbahan dasar limbah kulit durian diperoleh pada kombinasi ukuran mesh partikel 60 mesh, kadar molase 55%, dan kadar minyak jelantah 10% dengan nilai kalor sebesar 5989,485 kal/g dan laju pembakaran sebesar 0,219 g/menit. Karakteristik briket yang dihasilkan menunjukkan nilai kalor sebesar 5989,485 kal/g, yang termasuk tinggi dan memenuhi standar mutu briket biomassa. Laju pembakaran yang dicapai sebesar 0,219 g/menit, tergolong rendah sehingga briket memiliki waktu nyala lebih lama dan efisien saat digunakan. Kadar minyak jelantah terbukti memberikan pengaruh terbesar dalam meningkatkan nilai kalor, sedangkan ukuran mesh partikel dan kadar molase lebih berperan dalam mempengaruhi laju pembakaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran serta para dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing dalam penulisan artikel ini sehingga dapat selesai dengan baik.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 01-6235-2000: Briket arang kayu - Spesifikasi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bantacut, T., & Fitriani, A. Y. (2019). Keseimbangan Biomassa dan Pemanenan Energi Pada Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Biomass Balance and Energy Harvesting in Palm Oil Mills Wastewater Treatment. *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol, 20*(1).
- Chandra, F. (2018). Peningkatan Nilai Kalor Briket Limbah Padat Sawit Menggunakan Metode Oil Coating Mikropartikel.
- Ismayana, A., & Afriyanto, M. R. (2011). Pengaruh jenis dan kadar bahan perekat pada pembuatan briket blotong sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 21*(3), 186-193.
- Kalsum, U. (2016). Pembuatan briket arang dari campuran limbah tongkol jagung, kulit durian dan serbuk gergaji menggunakan perekat tapioka. *Jurnal Distilasi, 1*(1), 41-50.