

Perancangan Percobaan Pembuatan Briket dari Limbah Ampas Teh dan Serbuk Gergaji dengan Metode Faktorial di Laboratorium Teknik Industri

Eva Widiastuti, Florida Butar Butar*, Japinal Sagala

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia;
email: eva.widiastuti99@gmail.com, butarbutarsajetty@gmail.com, sjapinal@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Bahan bakar merupakan salah satu dari energi yang dibutuhkan di dunia, penggunaan energi konvensional secara terus menerus mengakibatkan sumber energi menjadi menipis dan langka. Oleh sebab itu dibutuhkan energi alternatif dengan membuat briket dari limbah ampas teh dan serbuk gergaji sebagai bahan bakunya. Penelitian percobaan disusun dengan menggunakan metode desain faktorial 2^3 untuk melihat pengaruh komposisi ampas teh, serbuk gergaji, dan lem kanji terhadap lamanya pembakaran briket. komposisi yang diuji yaitu 5 gram dan 10 gram ampas teh, 5 gram dan 10 gram serbuk gergaji, 10 gram dan 15 gram tepung kanji. Hasil uji Anava atau analisa variansi dimana komposisi yang memiliki lamanya waktu pembakaran yaitu komposisi 5 gram ampas teh, 10 gram serbuk gergaji dan 10 gram lem kanji dengan rata-rata waktu pembakaran 53,003 menit. Dimana ampas teh dan serbuk gergaji memiliki pengaruh yang nyata terhadap lamanya pembakaran. Dari hasil analisa variansi jika terdapat perbedaan nyata maka diperlukan uji lebih lanjut untuk melihat rata-rata perlakuan yang berbeda signifikan.

Kata kunci: faktorial 2^3 , Komposisi Briket, Lamanya Waktu Pembakaran, Anava

Abstract

[Experimental design for making briquettes from tea dregs and sawdust waste using the factorial method in the Industrial Engineering laboratory] Fuel is one of the energy that is needed in the world, the use of conventional energy sources continuously causes energy sources to become depleted and scarce. Therefore, alternative energy fuels are needed by making briquettes made from tea dregs and sawdust as raw materials. The experimental research was arranged using a 2^3 factorial design to see the effect of composition of tea dregs, sawdust and starch glue on the duration of burning briquettes. The composition tested were 5 grams and 10 grams of tea dreg, 5 grams and 10 grams of sawdust, 10 grams and 15 grams of starch glue. The results of the Anova test or analysis of variation where the composition which has a long burning time is with a composition of 5 grams of tea dregs, 10 grams of sawdust and 10 grams of starch glue with an average burning time 53,003 minutes. Where tea dregs and sawdust have a significant effect on the duration burning. From the analysis of variation, if there is a significant difference, further test are needed to see the average treatment that significantly different.

Keywords: Factorial 2^3 , Compositions of Briquettes, duration of Combustion, Anova

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Product Design & Development*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Widiastuti, E., Butar, F. B., & Sagala, J. (2023). Perancangan Percobaan Pembuatan Briket dari limbah Ampas Teh dan Serbuk Gergaji dengan Metode Faktorial di Laboratorium Teknik Industri. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 947-955.

1. Pendahuluan

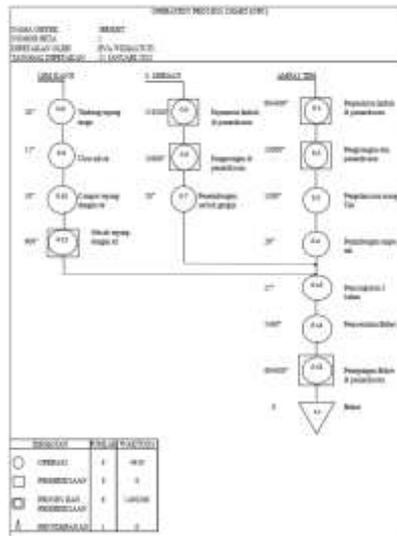
Batu bara masih menjadi sumber energi pembakaran (Nurhalim dan Hidayat, 2018) menjelaskan negara berkembang terutama sebagai pihak yang masih mencari dan menggunakan batu bara sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan energi, berbanding terbalik dengan negara maju saat ini sudah mulai mengalihkan peran dari energi konvensional seperti batu bara ke energi alternatif. Lufityanti (Setyawan dan Ulfa, 2019) diambil dalam Tribun Jogja menjabarkan bahwa Indonesia pada tahun 2016 menghasilkan batu bara sebesar 416 juta ton dengan nilai ekspor sebesar 333 juta ton dan penggunaan dalam negeri sebesar 86 juta ton yang membuat Indonesia menjadi negara peringkat ke-10 sebagai penghasil batu bara terbesar di dunia. Penggunaan batu bara secara terus menerus memberikan efek yang negatif yaitu membuat cadangan batu bara di alam semakin menipis dan mengalami kelangkaan atau punah.

Batu bara saat ini banyak digunakan sebagai bahan utama pembuatan briket. Briket adalah bahan bakar yang padat dengan berbagai macam bentuk dan ukuran yang bertujuan untuk mendapatkan suatu bahan bakar yang berkualitas baik dengan energi pengganti (Faiz dan Daulay, 2015). Untuk meminimalisir penggunaan batu bara maka dibutuhkan energi alternatif pengganti energi konvensional berupa limbah biomassa. Biomassa merupakan segala jenis bahan organik yang tersedia dalam bentuk yang terbarukan yang berasal dari limbah pertanian, perkebunan, dan lain-lain. Salah satu limbah biomassa yang kita jumpai disekitar kita adalah ampas teh dan serbuk gergaji dimana ketersediaan bahan tersebut melimpah ruah namun belum dimanfaatkan dengan maksimal. Bahan bakar yang dari limbah biomassa dengan batu bara memiliki perbedaan seperti kandungan karbon batu bara lebih besar dibandingkan dengan limbah biomassa namun volatiling batu bara lebih rendah dibandingkan limbah biomassa.

Pembuatan briket dari limbah ampas teh dan serbuk gergaji belum diuji komposisinya. Komposisi perlu diuji untuk dapat memberikan kualitas briket yang baik. Salah satu melihat kualitas briket yang baik yaitu dengan lamanya waktu pembakaran. Dari hasilnya lamanya waktu pembakaran maka diperlukan uji lanjutan untuk melihat rata-rata perlakuan yang berbeda secara statistik atau tidak. Hipotesa pada penelitian ini adalah H_0 (ketiga faktor memberikan efek yang sama terhadap lamanya pembakaran briket) sedangkan H_1 (paling sedikit ada satu faktor yang memberikan efek yang berbeda terhadap lamanya pembakaran).

2. Metode

Bahan baku briket yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas teh dan serbuk gergaji. Perekat yang digunakan adalah tepung kanji atau tapioka. Bahan baku akan melewati tahapan proses seperti penjemuran, pengurangan, arang yang dihasilkan akan dihaluskan lalu ditimbang dengan komposisi yang diteliti dan untuk proses pembuatan lem, tepung akan ditimbang sesuai komposisi dan di campurkan dengan air lalu dimasak hingga menjadi lem. Setelah itu pecampuran 3 bahan tersebut lalu dicetak dan dijemurkan. Komposisi yang diuji yaitu 5 gram dan 10 gram ampas teh, 5 gram dan 10 gram serbuk gergaji, 10 gram dan 15 gram tepung kanji. Proses pembuatan sesuai dengan *Operation Process Chart* (OPC) dibawah ini:



Gambar 1. Operation Process Chart

Pada penelitian variabel tidak bebas ialah waktu lamanya pembakaran dengan satuan menit. Variabel bebasnya yaitu komposisi dari limbah ampas teh, serbuk gergaji dan lem kanji karena faktor tersebut mempengaruhi variabel yang akan diselidiki. Faktor yang dilakukan penelitian dengan jumlah level dua sebagai berikut:

Tabel 1. Data Faktor, Komposisi dan Level

Faktor	Komposisi	Level
Limbah ampas the (A)	5 g	1
	10 g	2
Serbuk gergaji (B)	5 g	1
	10 g	2
Tepung kanji sebagai lem kanji (C)	10 g	1
	15 g	2

Karakteristik kualitas yang dijadikan variabel respon adalah *Large The Better* yang mana semakin lama waktu pembakaran maka semakin baik. Komposisi dengan level 1 sebagai taraf terendah (-) dan level 2 sebagai taraf tertinggi (+). Komposisi yang akan diuji dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dengan desain acak lengkap dikarenakan unit-unit dan lokasi eksperimen atau penelitian dalam keadaan homogen. Jadi desain eksperimen yang dipilih ialah desain faktorial 2^3 diartikan 2 taraf dan 3 faktor lalu pengacakan digunakan adakah pengacakan lengkap sesuai pada Tabel 2.

Tabel 2. Perlakuan

Komposisi			Perlakuan			Level
A	B	C	A	B	C	
5	5	10	-	-	-	1
5	5	15	-	-	+	2
5	10	10	-	+	-	1
5	10	15	-	+	+	2
10	5	10	+	-	-	1
10	5	15	+	-	+	2
10	10	10	+	+	-	1
10	10	15	+	+	+	2

Pada pelaksanaan eksperimen dilakukan di Laboratorium Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana. Alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu pembakaran adalah *Stopwatch*. Pada pelaksanaan eksperimen atau penelitian didapatkan data seperti pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Lembar Pengamatan

Ampas the (g)	Serbuk gergaji (g)	Tepung kanji (g)	Pengulangan
5	5	10	1
5	5	10	2
5	5	10	3
5	5	15	1
5	5	15	2
5	5	15	3
5	10	10	1
5	10	10	2
5	10	10	3
5	10	15	1
5	10	15	2
5	10	15	3
10	5	10	1
10	5	10	2
10	5	10	3
10	5	15	1
10	5	15	2
10	5	15	3
10	10	10	1
10	10	10	2
10	10	10	3
10	10	15	1
10	10	15	2
10	10	15	3

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Data Statistik

Data yang digunakan untuk dianalisa statistik terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Untuk Analisis Statistik

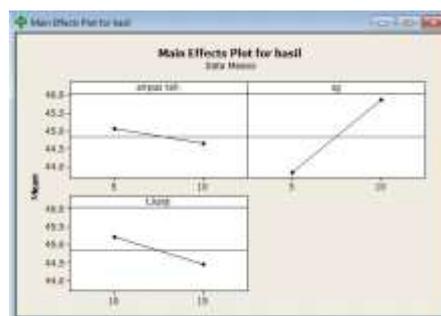
Komposisi			Perlakuan			Ulangan			Total	Simbol
A	B	C	A	B	C	1	2	3		
5	5	10	-	-	-	36.45	41	37.41	114.86	I
5	5	15	-	-	+	47.06	43.01	36	126.06	c
5	10	10	-	+	-	56	50	53.01	159.01	b
5	10	15	-	+	+	52	46	51.23	153.23	bc
10	5	10	+	-	-	50.2	50	44.25	146.25	a
10	5	15	+	-	+	52.02	60	43.26	153.36	ac
10	10	10	+	+	-	52.02	41	31.38	124.4	ab
10	10	15	+	+	+	51.06	41	34.07	126.12	abc

Dari data pada Tabel 4 maka di dapatkan anava pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Anava

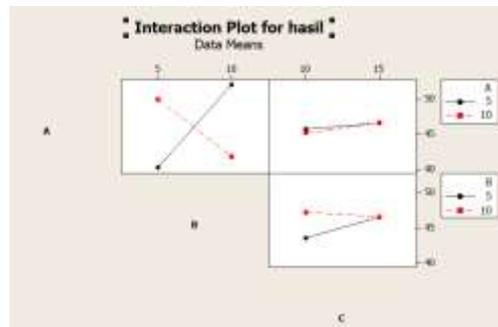
SV	Db	JK	KT	F hitung	F tab 5%	Notasi
A	1	0.382537	0.382537	0.009046	4.493998	tn
B	1	20.59054	20.59054	0.486909	4.493998	tn
C	1	8.460937	8.460937	0.200078	4.493998	tn
AB	1	604.107	604.107	14.28545	4.493998	**
BC	1	20.8507	20.8507	0.493061	4.493998	tn
AC	1	0.484504	0.484504	0.011457	4.493998	tn
ABC	1	5.597004	5.597004	0.132354	4.493998	tn
Galat	16	676.6123	42.28827			
Total	23	1337.085				

Pada hasil Analisa variansi (Anova) dapat dianalisis bahwa terdapatnya Fhitung lebih besar dari F tabel pada faktor AB, dapat diartikan bahwa AB faktor yang berbeda nyata atau memberikan efek yang signifikan terhadap lamanya pembakaran briket. Dengan ini membuktikan hipotesa yang mana ditolaknya H0 (ketiga faktor memberikan efek yang sama terhadap lamanya pembakaran) dan diterimanya H1 (paling sedikit satu faktor yang memberikan efek berbeda terhadap lamanya pembakaran briket).



Gambar 2. Main Effects

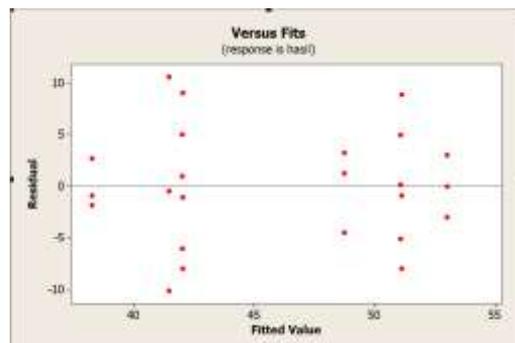
Penjelasan dari main effect yaitu komposisi yang paling berpengaruh yaitu ampas teh 5 gram, serbuk gergaji 10 gram dan tepung kanji atau lem kanji 10 gram.



Gambar 3. Interaction Plot

Penjelasan dari interaction plot:

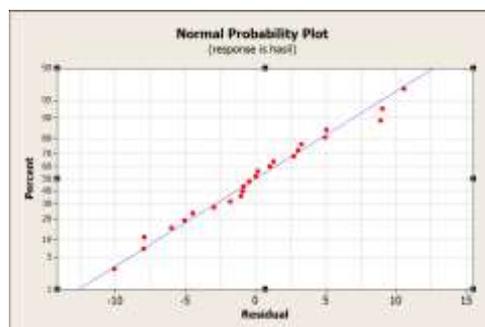
- Interaksi ampas (A) dan serbuk gergaji (B) memberikan efek yang sangat tinggi.
- Inteaksi tepung kanji (C) dengan ampas teh (A), dimana tepung kanji memberikan efek yang keil terhadap ampas teh.
- Interaksi tepung kanji (C) dengan serbuk gergaji (B), dimana tepung kanji memberikan efek yang kecil terhadap serbuk gergaji.



Gambar 4. Versus Fits

Penjelasan versus fits:

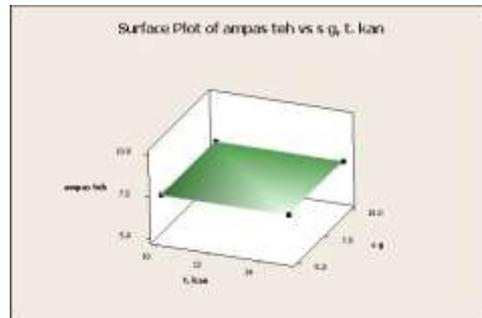
Dari diagram versus fits diatas tampak pola relatif acak sehingga terasumsi homogenitas.



Gambar 5. Normal Probability Plot

Penjelasan normal probability plot:

Dari diagram normal probability plot menunjukkan garis yang hampir lurus, yang mana menunjukkan bahwa kekliruan berdistribusi normal.



Gambar 6. *Surface Plot*

Penjelasan *surface plot*:

Surface plot merupakan plot data yang berbentuk tiga dimensi yang memiliki permukaan sesuai dengan fungsi modelnya. Dilihat dari *surface plot* terdapat taraf tertinggi dan terendah pada 3 faktor, yang mana ampas teh dengan taraf terendah 5 gram taraf tertinggi 10 gram, serbuk gergaji dengan taraf terendah 5 gram tertinggi 10 gram dan tepung kanji dengan taraf terendah 10 gram tertinggi 15 gram. permukaan yang ditampilkan pada *surface plot* yaitu bidang datar dengan bentuk persegi panjang, yang mana dapat diartikan bahwa pengujian komposisi baik.

Karena ditemukan salah satu faktor yang berbeda nyata maka dapat dilakukannya uji lanjutan berupa uji beda nyata terkecil (Bnt) untuk melihat rata-rata perlakuan yang berbeda secara statistik. Rumus standar deviasi Bnt:

$$sd = \sqrt{\frac{2xKTG}{r}} = \sqrt{\frac{2x42.288}{3}} = 5.3096307 \quad (1)$$

dengan,

Sd = Standar Deviasi

r = Jumlah Ulangan

KTG = Kaudrat Tengah Galat

$$T = \frac{5\%}{2} = 0.025 \text{ dengan galat } 16 \text{ maka } T \text{ didapatkan } 2.11991$$

$$Bnt = \text{standar deviasi} + T = 5.3096307 + 2.11991 = 11.2559$$

Tabel 6. Uji Bnt

Perlakuan	Rata-rata pembakaran	Simbol
A ₁ B ₁ C ₁	38.28666667	a
A ₂ B ₂ C ₁	41.46666667	abc
A ₁ B ₁ C ₂	42.02	abc
A ₂ B ₂ C ₂	42.04	abc
A ₂ B ₁ C ₁	48.75	abc
A ₁ B ₂ C ₂	51.07666667	bc
A ₂ B ₁ C ₂	51.12	bc
A ₁ B ₂ C ₁	53.00333333	c

Dari Tabel 6 Bnt dapat dianalisis bahwa:

- Rata-rata perlakuan a tidak berbeda signifikan dengan perlakuan abc karena diberi simbol a
- Rata-rata perlakuan a berbeda signifikan dengan bc karena notasi berbeda
- Rata-rata perlakuan a berbeda signifikan dengan c karena notasi yang berbeda
- Rata-rata perlakuan c tidak berbeda signifikan dengan bc karena sama diberi simbol notasi c

4. Kesimpulan

Pembuatan briket menggunakan energi biomassa berupa limbah ampas teh dengan berat (5 gram dan 10 gram) dan serbuk gergaji dengan berat (5 gram dan 10 gram) memiliki beberapa tahapan proses yaitu penjemuran limbah ampas teh dan serbuk gergaji, proses pengarangan, proses penghancuran arang hingga menjadi partikel kecil, proses, proses pembuatan perekat menggunakan tepung kanji dengan berat (10 gram dan 15 gram) proses pencampuran arang dengan perekat, proses pencetakan dan penjemuran briket hingga briket kering dan dapat digunakan.

Penggunaan desain faktorial 2³ pada percobaan pembuatan briket untuk melihat faktor apa yang paling berpengaruh terhadap lamanya waktu pembakaran. Dari hasil Anava didapat AB dengan $F=14.28545 > F_{5\%}=4.493998$ yang menunjukkan AB memiliki pengaruh nyata terhadap lamanya pembakaran briket. Dilihat dari pengaruh taraf masing-masing A berat (5 gram) dan B berat (10 gram) dan C berat (10 gram) dengan rata-rata pembakaran 53.003 menit lebih lama terhadap waktu pembakaran dengan komposisi yang lain. Dilihat dari residual plot kekeliruan berdistribusi normal dan pola relatif acak terasumsi homogenesis.

Dengan ditemukannya AB memiliki perbedaannya nyata maka dilakukan uji BNT dari pengujian tersebut didapatkan perlakuan A₁B₁C₁ memiliki perbedaan signifikan dengan perlakuan A₁B₂C₂ dan A₂B₂C₂, namun tidak berbeda signifikan dengan perlakuan A₂B₂C₁, A₁B₁C₂, A₂B₂C₂, A₂B₁C₁. Untuk perlakuan A₂B₂C₁ memiliki perbedaan signifikan dengan A₁B₁C₁, namun tidak memiliki perbedaan signifikan dengan A₁B₂C₂ dan A₂B₁C₂.

Daftar Pustaka

Faiz, A. T., Harahap, L. A., & Daulay, S. B. (2015). Pemanfaatan Tongkol Jagung dan Limbah Ampas Teh Sebagai Bahan Briket. *Keteknikan Pertanian*, 4, 427-432.

- Nurhalim, Cahyono, R. B., & Hidayat, M. (2018). Karakteristik Bio-briket Berbahan Baku Batu Bara dan Batang/Ampas Tebu terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran. *Jurnal Rekayasa proses*, 12(1), 51-58.
- Setyawan, B., & Ulfa, R. (2019). Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Perikat Terhadap Emisi Gas Briket Arang Kulit Kopi dan Tempurung Kelapa. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA 2019*, 267-275.