

PENGARUH VARIASI TEKANAN PROSES PENGEPRESAN DAN KOMPOSISI BAHAN PEREKAT TERHADAP KEKERASAN DAN KERAPATAN BRIKET TEMPURUNG KELAPA

Yogi Tri Saputra *¹
Bambang Dwi Haripriadi ²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: saputrayogitri70@gmail.com, bambang@polbeng.ac.id

Abstrak

Krisis energi bahan bakar dan ketersediaan bahan bakar minyak saat ini kian menipis telah memberikan gambaran bahwa sekarang saatnya kita beralih pada bahan bakar alternatif, salah satunya adalah arang briket. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan proses pengepresan dan perbandingan bahan pengikat (kanji, sagu, dan lem fox) terhadap kekerasan dan kerapatan briket arang kelapa dan mendapatkan kualitas yang baik sesuai dengan standar yang ditentukan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu tepung tapioka, sagu dan lem fox dengan perbandingan komposisi 95:5, 90:10, dan 85:15. Tekanan pengepresan yang digunakan yaitu 20, 25, dan 30 Bar. Proses pengeringan menggunakan sinar matahari, menggunakan presentasi air 750 ML. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dengan penyusunan tahapan penelitian, mencari literatur hingga mempersiapkan alat dan bahan hingga analisis pengolahan data menggunakan ANOVA. Selanjutnya pengujian kualitas briket yaitu kekerasan (kg/cm^2) dan kerapatan density (gr/cm^3). Hasil pengujian kualitas briket arang kelapa didapatkan nilai rata-rata kekerasan untuk tapioka sebesar 605 kg/cm^2 , sagu 1.635 kg/cm^2 , dan fox 45.124 kg/cm^2 sedangkan kerapatan nilai yang didapatkan sebesar tapioka $0,742 \text{ gr/cm}^3$, sagu $0,743 \text{ gr/cm}^3$, dan fox $0,728 \text{ gr/cm}^3$

Kata kunci : Bahan bakar alternatif, Briket, Kualitas, Analisis

Abstract

The fuel energy crisis and the currently dwindling availability of fuel oil have given the impression that now is the time for us to switch to alternative fuels, one of which is charcoal briquettes. The aim of this research was to determine the effect of variations in pressing process pressure and the ratio of binding materials (starch, sago, and fox glue) on the hardness and density of coconut charcoal briquettes and to obtain good quality in accordance with specified standards. The problem boundaries in this research are tapioca flour, sago and fox glue with composition ratios of 95:5, 90:10 and 85:15. The pressing pressure used is 20, 25, and 30 Bar. The drying process uses sunlight, using a 750 ML air supply. The method used in this research begins with preparing the research stages, literature search to preparation of tools and materials to data processing analysis using ANOVA. Next, the quality of the briquettes is tested, namely hardness (kg/cm^2) and density (gr/cm^3). The results of testing the quality of coconut charcoal briquettes obtained an average hardness value for tapioca of 605 kg/cm^2 , sago $1,635 \text{ kg/cm}^2$, and fox $45,124 \text{ kg/cm}^2$, while the density values obtained were for tapioca 0.742 gr/cm^3 , sago 0.743 gr/cm^3 , and fox 0.728 gr/cm^3

Keywords: Alternative fuels, Briquettes, Quality, Analysis

PENDAHULUAN

Krisis energi bahan bakar dan penurunan cadangan bahan bakar minyak mendorong pentingnya transisi ke bahan bakar alternatif, salah satunya arang briket (Gladstone et al., 2014; Hendra, 2011; Setiowati dan Triono, 2014). Briket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari biomassa berkarbon, yang dapat menggantikan minyak alam (Haryati dan Amir, 2021). Bahan baku briket, seperti tempurung kelapa, melimpah dan dapat mengurangi limbah, seperti yang terjadi di Kabupaten Bengkalis, khususnya di Bantan Air, Kec. Bantan, di mana tempurung kelapa seringkali dibuang begitu saja setelah diambil santannya. Potensi ekonomi briket tempurung kelapa sangat besar, dengan potensi devisa hingga Rp6,8 triliun per tahun dan harga ekspor mencapai USD1.300 per ton

(Helmizar, Pramita, dan Dwi, 2022). Ekspor briket ini meluas hingga Amerika Serikat, Amerika Latin, Rusia, Eropa, Asia, Timur Tengah, dan negara lainnya (Muhammad, Parnanto, dan Widadie, 2018). Kualitas briket tempurung kelapa harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI Nomor 1/6235/2000), termasuk nilai kalor, kandungan abu, kandungan air, dan parameter lainnya (Puspita Dewi, Jaya Saputra, dan Joko Purnomo, 2022).

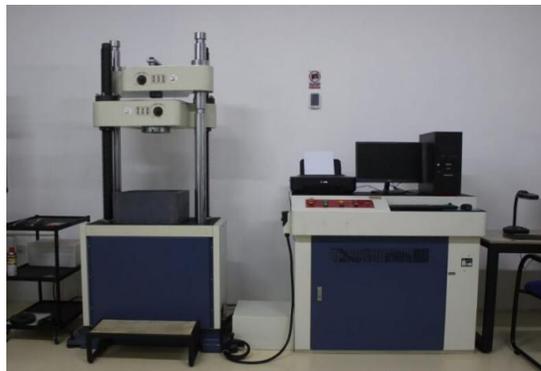
Penggunaan briket arang tempurung kelapa sebagai energi alternatif semakin populer karena sifatnya yang ramah lingkungan dan ketersediaan bahan baku yang melimpah. Namun, kualitas briket ini dipengaruhi oleh banyak faktor dalam proses produksinya. Kekerasan dan kerapatan briket adalah parameter kunci yang mempengaruhi efisiensi penggunaan briket sebagai bahan bakar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kekerasan dan kerapatan briket tempurung kelapa untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produknya. Berikut standar sifat biobriket SNI NO.01/6235/2000

Tabel 1. Sifat Biobriket buatan dari Indonesia, Jepang, UK, dan USA

Sifat – sifat Biobriket	Indonesia	Jepang	Inggris	Amerika
Kadar air (moisture content)%	8	6-8	3-4	6
Kadar abu (ash)%	8	3-6	8-10	19-28
Kadar zat menguap (volatilemeter)%	15	15-30	16	19
Kadar karbon terikat%	77	60-80	75,3	60
Nilai kalor (kal/g)	5000	6000 -7000	7300	6500
Kerapatan (g/cm ³)	0,44	10-12	0,46	1
Keteguhan Tekan (g/cm ²)	-	60-65	12,7	62

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas briket meliputi jenis serbuk biomassa, kehalusan serbuk, kepadatan saat pencetakan, jenis perekat, dan suhu karbonisasi (Manisi, Kadir, & Kadir, 2019). Selain manfaat ekonomi dan ekologi, produksi dan penggunaan briket ini juga memiliki implikasi sosial yang signifikan. Produksi briket arang tempurung kelapa dapat menciptakan peluang ekonomi bagi masyarakat lokal, khususnya di daerah Bengkalis, yang melimpah dengan bahan baku tempurung kelapa. Hal ini dapat mengurangi pengangguran dan meningkatkan taraf hidup masyarakat setempat. Penelitian ini menganalisis variasi tekanan dalam proses pengepresan dan variasi perekat (tapioka, sagu, dan lem fox) untuk menentukan kombinasi yang menghasilkan produk dengan kualitas terbaik.

METODE



Gambar 1. Alat Uji Tarik yang digunakan dalam Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan penyusunan tahapan penelitian, studi literatur yang relevan, dan persiapan alat & bahan. Selanjutnya, ditentukan variasi dalam proses pembuatan briket, dengan campuran arang kelapa dan bahan perekat dalam rasio 95:5, 90:10, dan 85:15. Variasi tekanan pengepresan yang digunakan adalah 20, 25, dan 30 Bar. Setelah pencetakan dan pengeringan,

dilakukan pengujian laboratorium untuk mengukur kekerasan dan kerapatan briket. Data yang diperoleh dihitung menggunakan persamaan kekerasan dan kerapatan, kemudian dianalisis dengan uji Analysis of Variance (ANOVA) untuk menentukan hasil dengan variasi yang telah ditetapkan. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menarik kesimpulan. Pada analisa ini salah satu alat uji yang digunakan ialah menggunakan alat uji tekan yang dimana berfungsi untuk mengukur atau menentukan tingkat kekerasan briket yang telah dicetak dan dikeringkan untuk selanjutnya dilakukan pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk bahan baku yang akan diubah menjadi bahan bakar. Kualitas briket dapat diketahui melalui pengujian fisika, seperti uji kekerasan dan uji kerapatan. Kedua pengujian ini merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas bahan bakar briket tersebut. Pada penelitian ini, terdapat dua jenis variabel yang dianalisis. Variabel bebas meliputi jenis perekat yang digunakan, yaitu tapioka, sagu, dan lem fox, serta tekanan pada saat proses pencetakan yang divariasikan menjadi 20 Bar, 25 Bar, dan 30 Bar dengan perbandingan campuran 95:5%, 90:10%, dan 85:15%. Tujuan dari variasi ini adalah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat kekerasan dan kerapatan briket arang kelapa. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan dan kerapatan briket arang kelapa, yang dianalisis melalui perhitungan data dan pengujian menggunakan persamaan yang telah ditentukan.

A. Hasil Pengujian Briket menggunakan Persamaan

Dalam menentukan susunan tabel untuk desain ANOVA yang akan digunakan, variabel-variabel proses pencetakan yang dipertimbangkan meliputi jenis perekat, komposisi bahan perekat (%), dan tekanan (Bar). Setiap variabel memiliki tiga tingkat variasi, sehingga menghasilkan total 27 kombinasi proses ($3L^3 = 27$) yang ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Briket Menggunakan Persamaan

No	Perekat	Komposisi Bahan Perekat (%)	Tekanan (Bar)	Kekerasan (kg/cm ²)	Kerapatan (gr/cm ³)
1.	Tapioka	5	20	0	0
2.	Tapioka	10	20	0	0,647
3.	Tapioka	15	20	746	0,812
4.	Tapioka	5	25	0	0
5.	Tapioka	10	25	0	0,672
6.	Tapioka	15	25	0	0,710
7.	Tapioka	5	30	0	0
8.	Tapioka	10	30	0	0,640
9.	Tapioka	15	30	1.211	0,975
10.	Sagu	5	20	0	0
11.	Sagu	10	20	0	0,658
12.	Sagu	15	20	2.099	0,787
13.	Sagu	5	25	0	0
14.	Sagu	10	25	0	0,690
15.	Sagu	15	25	1.808	0,815
16.	Sagu	5	30	0	0
17.	Sagu	10	30	0	0,717
18.	Sagu	15	30	999	0,795
19.	Lem Fox	5	20	0	0
20.	Lem Fox	10	20	0	0,633

No	Perekat	Komposisi Bahan Perekat (%)	Tekanan (Bar)	Kekerasan (kg/cm ²)	Kerapatan (gr/cm ³)
21	Lem Fox	15	20	24.638	0,672
22	Lem Fox	5	25	0	0
23	Lem Fox	10	25	15.020	0,584
24	Lem Fox	15	25	127.245	0,920
25	Lem Fox	5	30	0	0
26	Lem Fox	10	30	0	0,746
27	Lem Fox	15	30	13.595	0,818

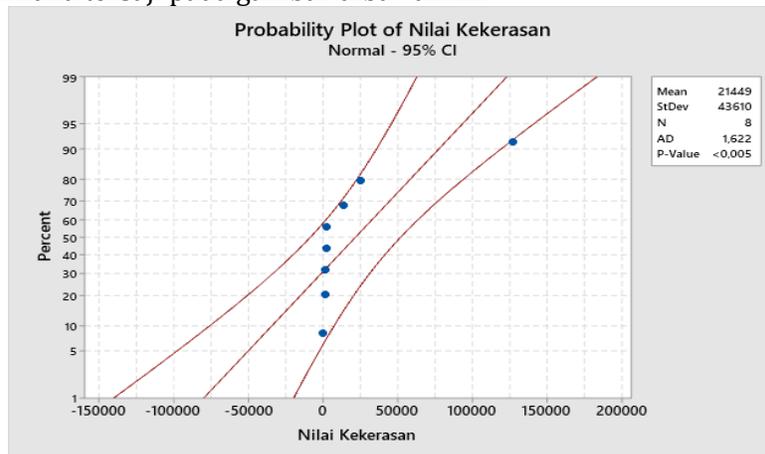
Dalam eksperimen ini, campuran 5% arang dan perekat ternyata tidak mencukupi untuk mencapai homogenitas yang diperlukan, menyebabkan kegagalan dalam proses pencetakan dan hasil pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah perekat yang terlalu sedikit tidak mampu memberikan kekuatan atau kohesi yang cukup pada briket, sehingga tidak memungkinkan proses pencetakan berjalan dengan baik. Selain itu, keterbatasan alat uji juga menjadi faktor yang membatasi validitas hasil eksperimen, mengindikasikan perlunya peralatan yang lebih memadai untuk menguji berbagai variasi secara lebih komprehensif.

B. Analisis Data (Uji Asumsi Kekerasan)

Terdapat tiga asumsi utama yang harus dipenuhi sebagai prasyarat dalam analisis varians (ANOVA), yaitu uji normalitas, uji kesamaan varians (homogenitas), dan uji independensi. Uji normalitas bertujuan untuk memastikan bahwa data penelitian yang diperoleh selama eksperimen mengikuti distribusi normal. Uji kesamaan varians, atau sering disebut uji homogenitas, dilakukan untuk memverifikasi bahwa varians antar kelompok data adalah identik atau setidaknya serupa. Terakhir, uji independensi dilakukan untuk memastikan bahwa data dari satu kelompok tidak bergantung pada data dari kelompok lain, sehingga tidak ada pengaruh antar data yang dapat mengacaukan hasil analisis. Ketiga asumsi ini sangat penting untuk validitas hasil ANOVA, dan jika salah satu tidak terpenuhi, interpretasi hasil analisis dapat menjadi tidak akurat. Berikut peneliti uraikan secara lengkap.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas ini bertujuan untuk menentukan apakah data variabel dalam penelitian ini memiliki distribusi normal atau tidak. Dalam teori statistik, nilai P-Value tidak boleh kurang dari 0,05; jika nilai P-Value lebih dari 0,05, data dianggap normal atau proses dianggap berjalan dengan baik. Namun, jika nilai P-Value kurang dari 0,05, data tersebut dikategorikan sebagai tidak normal atau proses dianggap berjalan kurang baik. Dalam uji normalitas ini, peneliti menggunakan perangkat lunak Minitab 19 sebagaimana tersaji pada gambar dibawah ini.



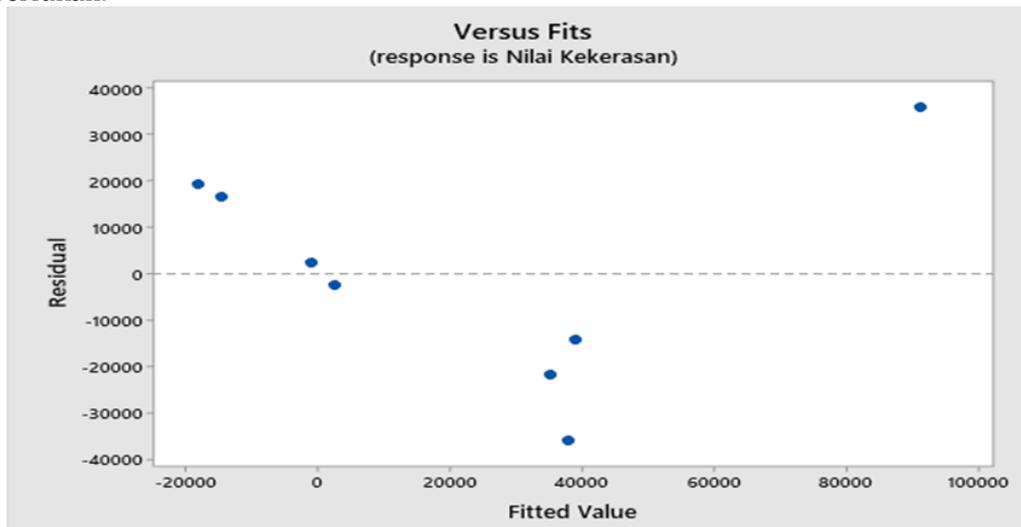
Gambar 2. Grafik Probability Plot Nilai Kekerasan

Sumber : Minitab 19

Grafik di atas menunjukkan hasil uji normalitas terhadap kekerasan briket, di mana salah satu titik, dengan nilai 127.245, tampak keluar dari garis plot. Nilai ini kemungkinan merupakan *outlier*, yaitu nilai yang sangat berbeda dari sebagian besar nilai lainnya. Dalam uji normalitas ini, rata-rata (*Mean*) yang diperoleh adalah 20.735 dengan standar deviasi (*StDev*) sebesar 40.849, serta nilai *AD Anderson-Darling* sebesar 1,746, yang menghasilkan *P-Value* sebesar 0,005. Karena *P-Value* ini tidak lebih dan tidak kurang dari taraf signifikan kesalahan sebesar $\alpha=5\%$ (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Meskipun *P-Value* yang diperoleh menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, adanya *outlier* dapat memengaruhi interpretasi hasil analisis. *Outlier* ini mungkin disebabkan oleh kesalahan pengukuran, variasi proses, atau kondisi eksperimen yang berbeda. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan penanganan *outlier* ini sebelum melanjutkan analisis lebih lanjut.

2. Uji Identik

Uji identik dilakukan untuk menentukan apakah data penelitian memiliki kesamaan atau tidak. Jika sebaran data pada output uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu di sekitar nilai nol, maka data tersebut dianggap memenuhi asumsi identik. Namun, jika sebaran data tidak acak dan membentuk pola tertentu di sekitar nilai nol, maka data tersebut tidak memenuhi asumsi identik yang diperlukan.

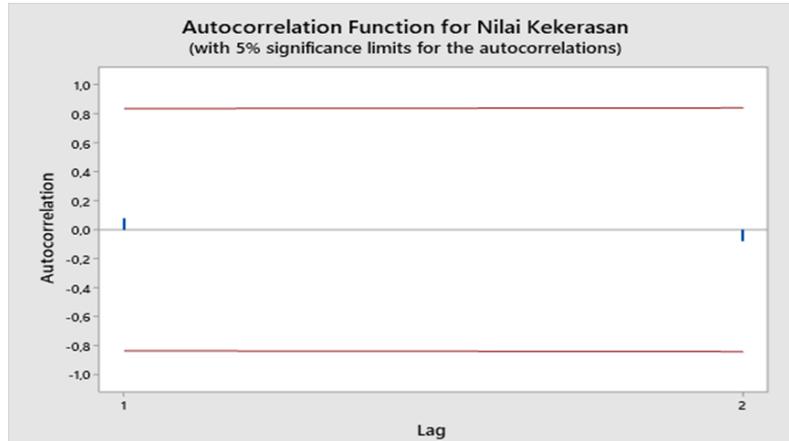


Gambar 3. Grafik Versus Fits Nilai kekerasan

Grafik di atas menunjukkan hasil uji identik dengan variabel respon berupa data nilai kekerasan briket arang. Tampak ada satu titik yang sangat jauh dari titik-titik lainnya, yang dikenal sebagai *outlier*, yaitu data yang secara signifikan berbeda dari nilai-nilai lainnya, mungkin akibat kondisi khusus atau kesalahan. Namun, nilai residual pada grafik ini tersebar secara acak tanpa membentuk pola tertentu, yang menunjukkan bahwa data tersebut memenuhi asumsi identik. Meskipun terdapat *outlier*, yang biasanya dapat memengaruhi analisis lebih lanjut, sebaran acak dari nilai residual menunjukkan bahwa data tetap memenuhi asumsi identik. Ini berarti variabilitas data tidak terpengaruh oleh variabel lain dan dapat dianggap seragam. *Outlier* ini mungkin memerlukan perhatian lebih lanjut untuk memastikan tidak ada faktor lain yang memengaruhi hasil penelitian.

3. Uji Independent

Dalam uji ini, perangkat lunak Minitab 19 digunakan untuk menganalisis *auto correlation function (ACF)* guna mengetahui apakah ada nilai *ACF* yang berada di luar batas interval. Jika tidak ada nilai yang melebihi batas interval, maka data penelitian dianggap memenuhi asumsi identik. Namun, jika terdapat nilai yang melebihi batas interval, berarti hasil pengukuran dipengaruhi oleh hasil pengukuran lainnya. Berikut adalah plot hasil uji data penelitian dari output Minitab.



Gambar 4. Grafik Versus Fits Nilai kekerasan
Sumber: Olahan Minitab

Terlihat bahwa tidak ada nilai ACF yang berada di luar interval uji independensi. Hal ini menunjukkan bahwa variabel respon dalam penelitian ini bersifat independen. Ketiadaan nilai ACF yang keluar dari interval menunjukkan bahwa data tidak dipengaruhi oleh pengukuran sebelumnya, sehingga dapat dianggap independen. Ini penting untuk validitas analisis, karena asumsi independensi memastikan bahwa setiap observasi dalam data tidak bergantung pada observasi lainnya, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat dipercaya.

C. Hasil Uji Data Anova (Kekerasan)

1. *Factor Information*

Tabel 3. Faktor Information

Factor	Type	Levels	Values
Perekat	<i>Fixed</i>	3	Fox, Sagu, Tapioka
Tekanan (Bar)	<i>Fixed</i>	3	20,25,30

Tabel 1. menunjukkan bahwa dalam eksperimen ini, terdapat dua faktor yang digunakan dengan nilai tetap, masing-masing memiliki beberapa tingkatan atau variasi. Faktor perekat memiliki tiga variasi, yaitu fox, sagu, dan tapioka, sedangkan faktor tekanan memiliki tiga variasi, yaitu 20, 25, dan 30 bar. Variasi pada kedua faktor ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi bagaimana kombinasi perekat dan tekanan yang berbeda memengaruhi hasil eksperimen. Dengan tiga tingkat variasi pada masing-masing faktor, eksperimen ini dirancang untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara perekat dan tekanan, serta dampaknya terhadap variabel respon yang diukur. Desain ini memungkinkan pengujian yang lebih mendalam dan pemahaman yang lebih baik terhadap hubungan antara faktor-faktor tersebut.

2. *Analysis of Variance*

Tabel 4. Analisis Variance Kekerasan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Contribution(%)
Perekat	2	4423377145	2211688573	1,69	0,322	33,22%
Tekanan (Bar)	2	3935870940	1967935470	1,51	0,353	29,56%
Error	3	3921000049	1307000016			29,45%
Total	7	13312646004				100%

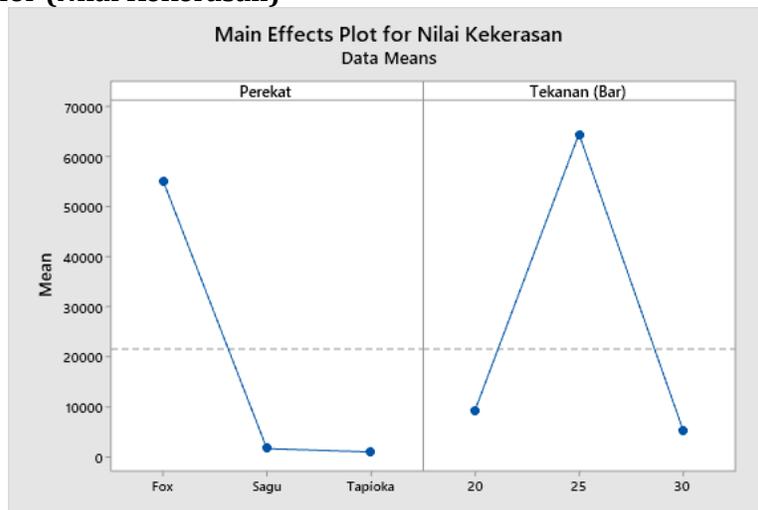
Dalam output ANOVA dari Minitab 19, nilai P-Value tidak muncul untuk kategori "error" dan "total" karena secara statistik, P-Value hanya relevan untuk pengujian hipotesis pada sumber variasi tertentu, seperti Perekat, Komposisi Bahan, dan Tekanan. P-Value digunakan untuk menentukan apakah perbedaan yang diamati signifikan secara statistik. Tabel 2. menyajikan hasil analisis varians

yang bertujuan untuk menguji pengaruh berbagai faktor terhadap variabel respon. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing kolom dalam tabel tersebut:

1. Kolom *Source* (Sumber) menunjukkan sumber variasi dalam analisis ini. Terdapat dua sumber variasi utama yaitu perekat dan tekanan.
2. Kolom *DF* (*Degrees of Freedom*) menunjukkan jumlah derajat kebebasan yang digunakan dalam uji untuk setiap sumber variabilitas.
3. *Adj SS* (*Adjusted Sum of Squares*) mengindikasikan jumlah kuadrat yang disesuaikan untuk setiap sumber variabilitas.
4. *Adj MS* (*Adjusted Mean Squares*) menunjukkan rata-rata kuadrat yang disesuaikan untuk setiap sumber variabilitas. Ini dihitung dengan membagi jumlah kuadrat yang disesuaikan (*Adj SS*) dengan derajat kebebasan (*DF*) untuk setiap faktor.
5. *F-Value* menunjukkan nilai F yang dihitung untuk setiap sumber variabilitas, yang diperoleh dengan membagi rata-rata kuadrat yang disesuaikan (*Adj MS*) dari suatu faktor dengan rata-rata kuadrat yang disesuaikan dari error.
6. *P-Value* menunjukkan probabilitas yang mengindikasikan signifikansi statistik dari setiap sumber variabilitas. Nilai P yang kecil (biasanya kurang dari 0,05) menunjukkan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.
7. Istilah error berkontribusi sebesar 29,47% terhadap total variasi, mewakili bagian dari variasi yang tidak dijelaskan oleh faktor-faktor yang diteliti, seperti Perekat dan Tekanan. Ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan faktor-faktor atau sumber variasi lainnya yang mungkin memengaruhi hasil uji kekerasan.

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa perekat memiliki efek yang tidak signifikan dengan nilai P sebesar 0,322 yang lebih besar dari 0,05, begitu juga dengan tekanan yang memiliki efek tidak signifikan dengan nilai P sebesar 0,353 yang juga lebih besar dari 0,05.

D. Main Effects Plot for (Nilai Kekerasan)



Gambar 5. Grafik Main Effects Plot Nilai kekerasan
 Sumber : Minitab 19

Grafik di atas memberikan beberapa informasi penting mengenai hasil penelitian. Nilai rata-rata kekerasan briket untuk perekat menunjukkan bahwa Lem Fox memiliki nilai tertinggi sebesar 55.159,33, diikuti oleh Sagu dengan nilai 1.635,3, dan yang terendah adalah Tapioka dengan nilai 987,5. Sementara itu, nilai rata-rata kekerasan untuk tekanan menunjukkan bahwa pada 20 Bar tercatat sebesar 9.167, pada 25 Bar sebesar 64.526,5, dan pada 30 Bar sebesar 5.268,33. Dari hasil ini, terlihat bahwa jenis perekat memiliki pengaruh signifikan terhadap kekerasan briket, di mana Lem Fox menjadi perekat yang paling efektif dalam meningkatkan kekerasan, disusul oleh Sagu dan terakhir Tapioka. Tingkat tekanan juga memengaruhi nilai kekerasan, dengan tekanan 25 Bar sebagai

yang paling efektif, diikuti oleh tekanan 20 Bar, sedangkan tekanan 30 Bar justru memberikan hasil kekerasan terendah. Penurunan kekerasan pada tekanan 30 Bar mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti over-compression, di mana tekanan yang terlalu tinggi membuat material menjadi terlalu padat, sehingga mengurangi kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula dan mengakibatkan penurunan kekerasan. Secara keseluruhan, kombinasi perekat Lem Fox dan tekanan 25 Bar adalah yang paling optimal dalam menghasilkan nilai kekerasan tertinggi pada briket.

E. Response Table for Signal to Noise Ratios Kekerasan

Tabel 5. *Respon Table for Signal to Noise Ratios Kekerasan*

Level	Perekat	Tekanan (Bar)
1	90,86	50,64
2	63,86	83,62
3	29,66	68,11
Delta	61,20	32,97
Rank	1	2

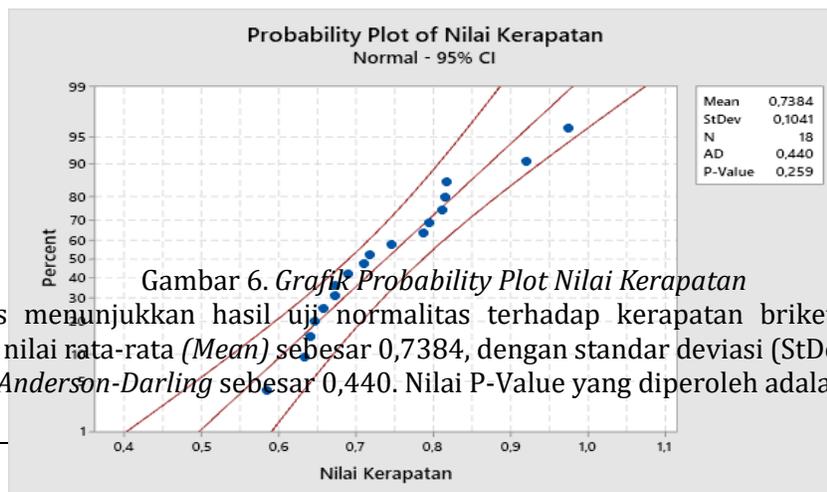
Tabel di atas menunjukkan hasil analisis respon terhadap rasio sinyal terhadap noise (*signal to noise ratios*) untuk kekerasan. Dari analisis ini, terlihat bahwa Perekat merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja sistem, disusul oleh Tekanan (Bar). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada level Perekat akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap hasil dibandingkan dengan perubahan pada level Tekanan. Faktor dengan nilai Delta tertinggi diberi peringkat 1, menandakan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh paling signifikan. Perekat memiliki nilai Delta tertinggi sebesar 61,20, sehingga diberikan peringkat 1. Sementara itu, Tekanan memiliki nilai Delta yang lebih rendah, yaitu 32,97, dan diberikan peringkat 2. Merujuk pada hasil ini, penulis memaknai bahwa pemilihan jenis perekat adalah elemen kunci dalam mengoptimalkan kekerasan briket, karena memiliki dampak yang lebih besar daripada variasi tekanan. Oleh karena itu, fokus utama dalam pengoptimalan proses pembuatan briket haruslah pada jenis perekat yang digunakan, sementara variasi tekanan dapat dianggap sebagai faktor sekunder yang tetap penting, namun tidak sebesar pengaruhnya dibandingkan dengan perekat.

F. Analisis Data (Uji Asumsi Kerapatan)

Terdapat tiga asumsi utama yang harus dipenuhi untuk ANOVA, yaitu uji normalitas, uji identik, dan uji independensi terhadap data yang diperoleh peneliti selama eksperimen.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas ini dilakukan untuk menentukan apakah data variabel dalam penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Dalam teori statistik, nilai P-Value harus lebih besar dari 0,05 (tingkat kepercayaan 95%) untuk data dianggap berdistribusi normal atau proses berjalan dengan baik. Sebaliknya, jika nilai P-Value kurang dari 0,05, data dianggap tidak berdistribusi normal atau proses dianggap tidak berjalan dengan baik. Dalam uji normalitas ini, peneliti menggunakan perangkat lunak Minitab 19.



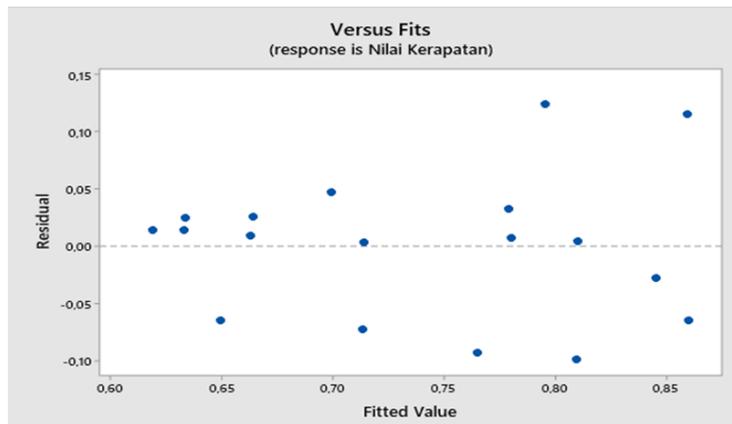
Gambar 6. *Grafik Probability Plot Nilai Kerapatan*

Grafik di atas menunjukkan hasil uji normalitas terhadap kerapatan briket, di mana uji ini menghasilkan nilai rata-rata (*Mean*) sebesar 0,7384, dengan standar deviasi (*StDev*) sebesar 0,1041, serta nilai *AD Anderson-Darling* sebesar 0,440. Nilai *P-Value* yang diperoleh adalah 0,259, yang lebih

besar dari tingkat signifikansi sebesar $\alpha = 5\%$ (0,05). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal, karena nilai P-Value lebih besar dari 0,05. Hasil uji ini menunjukkan bahwa distribusi data kerapatan briket cukup konsisten dan tidak menyimpang dari distribusi normal. Dengan nilai P-Value yang jauh di atas 0,05, kita bisa lebih yakin bahwa hasil yang diperoleh dari analisis statistik lainnya tidak dipengaruhi oleh distribusi data yang tidak normal. Hal ini penting untuk memastikan validitas kesimpulan yang diambil berdasarkan data ini.

2. Uji Identik

Uji identik dilakukan untuk menentukan apakah data penelitian bersifat identik atau tidak. Jika sebaran data dalam output uji ini tampak tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu di sekitar nilai nol, maka data dianggap memenuhi asumsi identik. Sebaliknya, jika sebaran data tidak acak dan membentuk pola tertentu di sekitar nilai nol, maka data tidak memenuhi asumsi identik yang diperlukan.

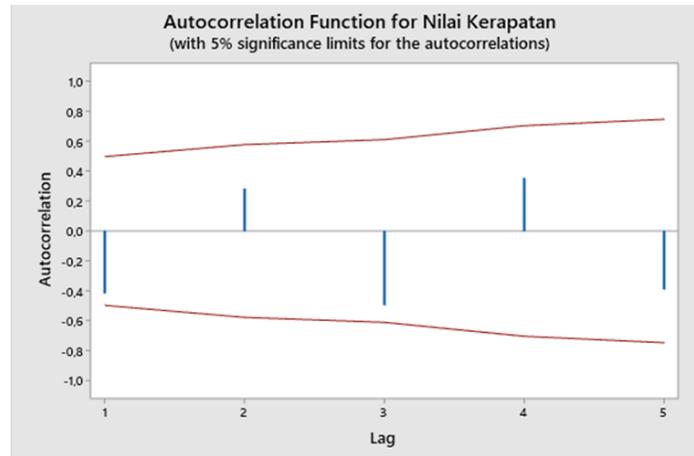


Gambar 7. Grafik Versus Fits Nilai Kerapatan

Merujuk pada gambar 7, menampilkan hasil uji identik dengan variabel respon berupa data nilai kerapatan briket. Terlihat bahwa nilai residual dalam gambar tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi identik. Penyebaran residual yang acak tanpa pola tertentu menunjukkan bahwa variabilitas data tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal atau variabel lain yang tidak terukur, yang berarti asumsi identik terpenuhi. Ini penting karena asumsi identik memastikan bahwa setiap observasi dalam data tidak saling bergantung, sehingga analisis lebih lanjut dapat dilakukan dengan lebih akurat. Kesesuaian data dengan asumsi identik mendukung validitas hasil penelitian dan keandalan kesimpulan yang diambil.

3. Uji Independent

Dalam uji ini, perangkat lunak Minitab 19 digunakan dengan fungsi auto correlation (ACF) untuk memeriksa apakah ada nilai ACF yang melampaui batas interval. Jika tidak ada nilai yang melebihi batas interval, maka data penelitian dianggap memenuhi asumsi identik. Sebaliknya, jika terdapat nilai yang melewati batas interval, maka hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh pengukuran lainnya. Berikut adalah plot hasil uji data penelitian dari output Minitab 19.



Gambar 8. Grafik Autocorrelation Function Nilai Kerapatan

Gambar 8 menunjukkan bahwa tidak ada nilai ACF yang melampaui batas interval uji independensi. Hal ini menunjukkan bahwa variabel respon dalam penelitian ini bersifat independen. Ketiadaan nilai ACF yang keluar dari batas interval mengindikasikan bahwa setiap pengukuran dalam data tidak dipengaruhi oleh pengukuran lainnya, sehingga data dapat dianggap independen. Ini penting untuk memastikan bahwa analisis yang dilakukan valid dan tidak dipengaruhi oleh ketergantungan antar observasi. Dengan data yang bersifat independen, hasil analisis lebih akurat dan dapat dipercaya.

G. Hasil Uji Data Anova (Kerapatan)

1. *Factor Information*

Tabel 6. Faktor Information

Factor	Type	Levels	Values
Perekat	<i>Fixed</i>	3	Fox, Sagu, Tapioka
Komposisi Bahan Perekat	<i>Fixed</i>	2	10, 15
Tekanan	<i>Fixed</i>	3	20, 25, 30

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa eksperimen ini melibatkan tiga faktor tetap, masing-masing dengan beberapa tingkat atau variasi. Faktor perekat memiliki tiga variasi, yaitu Fox, Sagu, dan Tapioka. Faktor komposisi bahan perekat memiliki dua variasi, yaitu 10% dan 15%. Sedangkan faktor tekanan memiliki tiga tingkat, yaitu 20 Bar, 25 Bar, dan 30 Bar. Desain eksperimen ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi pengaruh dari berbagai kombinasi faktor terhadap hasil. Dengan mengatur variasi pada perekat, komposisi bahan perekat, dan tekanan, peneliti dapat menganalisis bagaimana masing-masing faktor serta interaksi antara faktor-faktor tersebut mempengaruhi variabel respon. Variasi pada faktor-faktor ini memberikan wawasan tentang bagaimana perubahan dalam setiap faktor dapat memengaruhi hasil, serta membantu mengidentifikasi kondisi optimal untuk mencapai hasil yang diinginkan.

2. *Analysis of Variance*

Tabel 7. *Analysis of Variance* Kerapatan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Contribution (%)
Perekat	2	0,000825	0,000412	0,07	0,929	0,44%
Komposisi Bahan Perekat	1	0,096360	0,096360	17,22	0,001	52,34%
Tekanan	2	0,019747	0,009874	1,76	0,213	10,72%
Error	12	0,067144	0,005595			36,47%
Total	17	0,184076				100%

Pada *output* ANOVA dari Minitab 19, nilai *P-Value* tidak ditampilkan untuk kategori "error" dan "total" karena secara statistik, *P-Value* hanya relevan untuk pengujian hipotesis pada sumber variasi

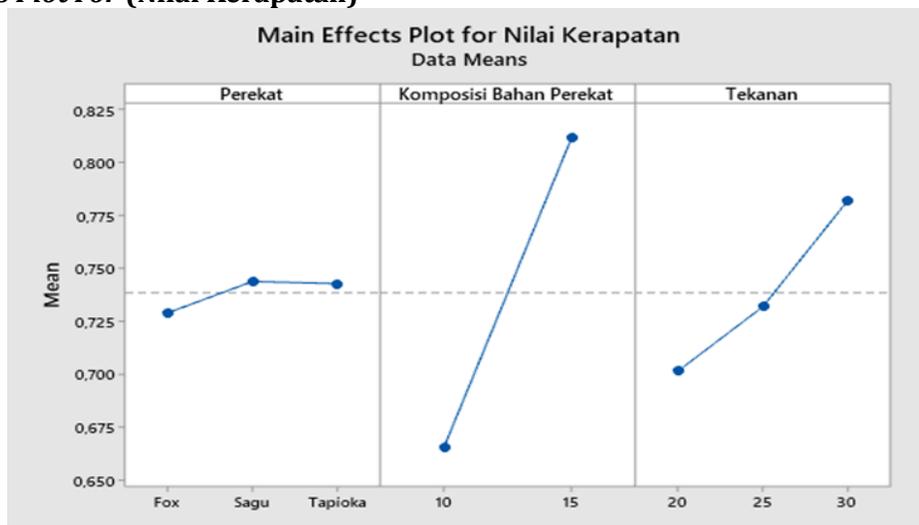
tertentu seperti Perekat, Komposisi Bahan, dan Tekanan. *P-Value* digunakan untuk menentukan apakah perbedaan yang teramati signifikan secara statistik.

Tabel 5 menyajikan hasil analisis varians yang digunakan untuk menguji pengaruh berbagai faktor terhadap variabel respon. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing kolom dalam tabel:

1. **Kolom Source (Sumber):** Menunjukkan sumber variasi dalam analisis ini, yaitu perekat, komposisi bahan perekat, dan tekanan.
2. **Kolom DF (Degrees of Freedom):** Mengindikasikan jumlah derajat kebebasan yang digunakan dalam uji untuk setiap sumber variasi.
3. **Adj SS (Adjusted Sum of Squares):** Menunjukkan jumlah kuadrat yang disesuaikan untuk setiap sumber variasi.
4. **Adj MS (Adjusted Mean Squares):** Menunjukkan rata-rata kuadrat yang disesuaikan untuk setiap sumber variasi, dihitung dengan membagi jumlah kuadrat disesuaikan (Adj SS) dengan derajat kebebasan (DF) untuk setiap faktor.
5. **F-Value (Nilai F):** Menunjukkan nilai F yang dihitung untuk setiap sumber variasi, diperoleh dengan membagi rata-rata kuadrat disesuaikan dari faktor dengan rata-rata kuadrat disesuaikan dari error.
6. **P-Value (Nilai P):** Menunjukkan nilai probabilitas yang menunjukkan signifikansi statistik dari setiap sumber variasi. Nilai P yang kecil (biasanya kurang dari 0,05) menunjukkan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.
7. **Istilah error:** Berkontribusi sebesar 36,45% terhadap total variasi, mewakili bagian dari variasi yang tidak dijelaskan oleh faktor-faktor yang diteliti (Perekat, Komposisi Bahan Perekat, dan Tekanan). Persentase kontribusi yang tinggi dari error menunjukkan adanya banyak variasi yang tidak dapat dijelaskan oleh model saat ini, yang mungkin mengindikasikan bahwa ada faktor-faktor signifikan lainnya yang belum dimasukkan dalam model atau adanya variabilitas tinggi dalam proses pengukuran atau uji coba.

Merujuk pada tabel peneliti memaknai bahwa perekat memiliki efek yang signifikan dengan nilai $P = 0,929$ yang lebih besar dari 0,05, menandakan distribusi normal. Komposisi bahan perekat memiliki pengaruh yang tidak signifikan dengan nilai $P = 0,001$ yang lebih kecil dari 0,05, menunjukkan bahwa faktor ini tidak berdistribusi normal. Tekanan memiliki efek yang signifikan dengan nilai $P = 0,213$ yang lebih besar dari 0,05, juga menunjukkan distribusi normal.

H. Main Effects Plot For (Nilai Kerapatan)



Gambar 9. Main Effects Plot For (Nilai Kerapatan)

Sumber: Olahan Peneliti, 2024

Merujuk pada sajian main effects plot di atas, terlihat bahwa penggunaan perekat Sagu menghasilkan nilai rata-rata kerapatan tertinggi, yaitu 0,74316, dibandingkan dengan perekat Fox yang mencapai

0,72883 dan Tapioka yang menghasilkan 0,74266. Hal ini menunjukkan bahwa perekat Sagu lebih efektif dalam meningkatkan kerapatan briket, kemungkinan karena kemampuannya dalam membentuk ikatan yang lebih kuat antara partikel.

Selain itu, peningkatan komposisi bahan perekat dari 10% menjadi 15% secara signifikan meningkatkan nilai kerapatan, dari 0,665222 menjadi 0,811555. Ini menunjukkan bahwa jumlah perekat yang lebih tinggi meningkatkan viskositas campuran, yang berkontribusi pada struktur briket yang lebih padat. Kemudian, peningkatan tekanan selama proses pencetakan juga berdampak positif pada nilai kerapatan. Tekanan yang lebih tinggi, dari 20 Bar menjadi 30 Bar, meningkatkan nilai rata-rata kerapatan dari 0,7015 pada 20 Bar menjadi 0,7818 pada 30 Bar. Tekanan yang lebih tinggi membantu mengompresi campuran lebih efektif, mengurangi ruang kosong antar partikel dan meningkatkan kerapatan briket. Dengan demikian, untuk mencapai nilai kerapatan yang optimal, disarankan untuk menggunakan perekat Sagu, meningkatkan komposisi bahan perekat, dan menerapkan tekanan yang lebih tinggi.

I. Respon Table For Signal to Noise Ratios Kerapatan

Tabel 8. Respon Table For Signal to Noise Ratios Kerapatan

Level	Perekat	Komposisi Bahan Perekat	Tekanan (Bar)
1	-2,852	-3,561	-3,122
2	-2,600	-1,864	-2,804
3	-2,686		-2,211
Delta	0,252	1,697	0,910
Rank	3	1	2

Tabel di atas menunjukkan analisis respon berdasarkan rasio sinyal terhadap noise untuk kekerasan. Dalam analisis ini, komposisi bahan perekat dianggap sebagai faktor paling berpengaruh terhadap kinerja sistem, diikuti oleh tekanan (Bar) dan jenis perekat. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada level komposisi bahan perekat memiliki dampak yang lebih besar pada hasil kekerasan dibandingkan dengan perubahan pada level tekanan dan jenis perekat. Faktor dengan nilai Delta tertinggi diberi peringkat 1, yang menandakan pengaruh paling signifikan. Dalam hal ini, komposisi bahan perekat memiliki nilai Delta tertinggi sebesar 1,697, sehingga mendapatkan peringkat 1. Tekanan (Bar) memiliki nilai Delta yang lebih rendah, yaitu 0,910, dan diberikan peringkat 2. Sementara itu, jenis perekat memiliki nilai Delta terendah sebesar 0,252, dan diberikan peringkat 3. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa komposisi bahan perekat adalah faktor utama yang harus diperhatikan untuk memaksimalkan kekerasan briket, karena pengaruhnya yang paling signifikan dibandingkan dengan faktor lainnya. Tekanan dan jenis perekat juga mempengaruhi kekerasan, tetapi dampaknya tidak sebesar komposisi bahan perekat. Dengan demikian, untuk meningkatkan hasil kekerasan briket secara efektif, penekanan harus diberikan pada pengaturan komposisi bahan perekat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh variasi tekanan proses pengepresan dan komposisi bahan perekat terhadap kekerasan dan kerapatan briket tempurung kelapa, dapat disimpulkan bahwa briket arang tempurung kelapa yang menggunakan bahan perekat Tapioka, Sagu, dan Fox dengan presentasi campuran 95:5, 90:10, dan 85:15 serta tekanan 20, 25, dan 30 Bar telah memenuhi standar SNI No. 01/6235/2000. Analisis data menggunakan Minitab 19 menunjukkan bahwa nilai *P-Value* untuk kekerasan adalah 0,005 dan untuk kerapatan adalah 0,259, yang keduanya lebih besar dari 0,05, menandakan bahwa data berdistribusi normal dan proses berjalan dengan baik. Selain itu, nilai rata-rata hasil pengujian kekerasan untuk briket dengan perekat Tapioka adalah 605 kg/cm², Sagu 1.635 kg/cm², dan Fox 45.124 kg/cm².

Sedangkan nilai kerapatan untuk perekat Tapioka adalah 0,742 g/cm³, Sagu 0,743 g/cm³, dan Fox 0,728 g/cm³. Semua nilai hasil pengujian ini melebihi standar yang ditetapkan oleh SNI, menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan memenuhi kriteria kualitas yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, Diah Ajeng Setiawati, Murad, dan Baiq Sulasi Muliani “Karakteristik Fisik Briket Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Tepung Tapioka” *Jurnal Agritechno*, Vol.13, No. 1. (2020).
- Ardina Ningsih, Ibnu Hajar. “Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji Dan Tepung Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif” *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU VOL. 7 NO. 2*. 2019.
- Edy Wibowo Kueniawan, Mujibu Rahman, Rudi Karta Pemuda. “Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat Briket” *Buletin LOUPE Vol. 15 No. 01*. 2019.
- Erik Taurik Septian, Eka Sari Wijianti, Saparin “PENGARUH VARIASI TEKANAN PENCETAKAN TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN KAYU SENGGANI DAN KULIT KAYU BAKAU” *Machine; Jurnal Teknik Mesin Vol. 3 No. 2*. 2017.
- Maryono, Sudding dan Rahmawati. “Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Rang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar kanji” *Jurnal Chemica Vol. 14 Nomor 1*. 2013. 74-83
- Rany Puspita Dewi, Trisma Jaya Saputra, Sri Widodo “KARAKTERISTIK BRIKET CAMPURAN LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU DAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUMBER ALTERNATIF” *PROSIDING SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI TERAPAN. 2020*
- Ratnawaty Fadilah. “Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu pada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (*Nypafruticans*)” *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Volume. 6 Nomor. 2* (2020)
- Reni Setiowati, dan M.Triono “PENGARUH VARIASI TEKANAN PENGEPRESAN DAN KOMPOSISI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS BRIKET ARANG” *Jurnal Neutrino Vol. 7, No. 1* (2014)
- Ridho Khabibul M, M. Nushron Ali Mukhtar. “ANALISA KARAKTERISTIK RANG BRIKET BATOK KELAPA TERHADAP VARIASI TEKANAN” *PROFISIENSI, Vol 11 No. 1* (2023)
- Roy Lamrun Sianturi, Wilson S Nababan, Siswan Edi Amanta Perangin Angin, Suriady Sihombing, dan Hendra Ricardon Tampubolon “Analisis Pengaruh Variasi Campuran Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Sebagai Energi Alternatif” *SJoME Vol. 5 No. 1*. 2023.