

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim, Andi Setiawan, A. A. dan S. B. (2021). Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Nitroselulosa. *Journal of Social Science, Humanities and Humaniora*, 1, 29–39.
- Aktas, T., Gelen, I., & Durgut, R. (2015). Some physical and mechanical properties of safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agronomy*, 5(4), 613–616.
- Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji Laju Pembakaran Dan Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi Dengan Variasi Tekanan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 200.
- Asri, S., & Indrawati, R. T. (2018). Pengaruh Bentuk Briket Terhadap Efektivitas Laju Pembakaran. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 5(3), 338–341.
- Aziz., M., Rifqi, A. L. Siregar, A. B. R. dan I. B. R. (2019). *Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. Prosiding*. 141–152.
- Bahtiar, I. A. (2020). Pengaruh Jenis dan Jumlah Campuran Perekat Terhadap Sifat Fisik Briket Arang Sekam Padi. In *Skripsi*.
- Balong, S., Isa, I., & Iyabu, H. (2016). Karakterisasi Biobriket dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Entropi Inovasi Penelitian, Pendidikan Dan Pembelajaran Sains*, 11(2), 1–6.
- Donal, Hasan, H., Winarno, A., Nugroho, W., & Devy, S. D. (2022). Studi pencampuran batubara kualitas rendah dengan arang gergaji kayu sengon pada proses pembuatan briket. *Journal Transformation of Mandalika*, 2(9), 271–283.
- Hastuti, N., Efiyanti, L., Pari, G., Saepuloh, S., & Setiawan, D. (2017). Komponen Kimia Dan Potensi Penggunaan Lima Jenis Kayu Kurang Dikenal Asal Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), 15–27.
- Hendra Djeni. (2011). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil*

Hutan, 29(2), 189–210.

- Imam Ardiansyah, Yandra Putra, A., & Sari, Y. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 120.
- Iriany, Meliza, Firman Abednego S. Sibarani, & Irvan. (2016). Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok Dan Tempurung Kelapa Serta Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 20–26.
- Jaswella, R. W. A., Sudding, S., & Ramdani, R. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), 7.
- Jayanti, A., Adriani, A., Kristiani, M., & Hapsani, A. H. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Dan Getah Karet Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Biobriket. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(1), 1–9.
- Martynis, M., Sundari, E., & Sari, E. (2012). Pembuatan Biobriket Dari Limbah Cangkah Kakao *The Making of Biobriquette from Cocoa Shell Waste. Universitas Bung Hatta Jl. Gajah Mada*, 2(19), 35–41.
- Muis, L., & Haviz, M. (2023). Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa untuk Meningkatkan Nilai Kalor Biobriket dari Kulit Pisang dan Penggunaan Getah Karet Sebagai Perekat. *Jurnal Engineering*, 5(2), 1–10.
- Ndraha, N. (2009). Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang. *Skripsi, January*.
- Nining, M., Muhammad Irfan Taufan Asfar, A., Muhamad Iqbal Akbar Asfar, A., sari, A., Yusuf, A., & Muhammadiyah, B. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Briket Arang Bakar Masa Depan Melalui Pemberdayaan Ibu PKK Desa Matajang. *SNPKM: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 36–41.
- Nuriana, W. (2022). *Bahan Bakar Biobriket Limbah Kelapa (Kulit, Sabut, Tempurung) dan Kakao: Vol. ISBN 978-6 (Issue 1)*.
- Pambudi, F. K., Nuriana, W., & Hantarum. (2018). Pengaruh Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran Pada Biobriket Limbah Kayu

- Sengon. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 547–554.
- Ramadan, A. (2022). Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan sampah plastik low density polyethylene sebagai bahan baku briket. *Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Ridaldy, E., Yulia, A., & Lisani, L. (2021). Pengaruh Pencampuran Pelepeh Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Dengan Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Terhadap Mutu Biobriket. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 4(2), 1–7. [https://repository.unja.ac.id/15946/%0Ahttps://repository.unja.ac.id/15946/1/Artikel Ewwy Ridaldy Fix.pdf](https://repository.unja.ac.id/15946/%0Ahttps://repository.unja.ac.id/15946/1/Artikel%20Ewwy%20Ridaldy%20Fix.pdf)
- Ritzada, I. P. D. P., Yulianti, N. L., & Gunadnya, I. B. P. (2021). Karakteristik Briket Biomassa dengan Variasi Geometri dan Jenis Bahan Baku yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(2), 193.
- Salim, R. (2016). Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona grandis*) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum (The Quality and Characteristics of Teak (*Tectona grandis*) Charcoal Made by Mixed Carbonisation in Drum Kiln). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 8(2), 53–64.
- Saputra, R. M., Sumarjo, J., & Gusniar, I. N. (2022). Pemanfaatan Limbah Pasca Panen Getah Karet dan Kayu Pohon Karet Sebagai Briket Arang Untuk Kemandirian Energi. *Media Bina Ilmiah*, 16(11), 7719–7726.
- Saukani, M., Setyono, R., & Trianiza, I. (2019). Pengaruh Jumlah Perekat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit. *Jurnal Fisika FLUX*, 1(1), 159.
- Seminar, P., Lingkungan, N., & Basah, L. (2021). *Pengaruh persentase limbah arang kayu alaban dan sekam padi Dengan Perekat Sagu Terhadap Sifat Fisik Briket*. 6(April).
- Setiowati, R., & Tirono, M. (2014). Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Dan Komposisi Bahan Terhadap Sifat Fisis Briket Arang. *Jurnal Neutrino*, 7(1), 23
- Subagyo, R., Nugraha, A., Pratama, T., & Rusdi, M. Z. (2022). Bahan bakar energi baru terbarukan (EBT) briket dan pellet kayu. *Teknik Mesin Universitas*

Lambung Mangkurat, 1–96.

- Suluh, S. (2019). Studi eksperimen pemanfaatan limbah daun bambu, daun kopi dan daun pinus sebagai bahan bakar alternatif. *Mechanical Engineering Science (MES)*, 2(1), 18–23.
- Umrisu, M. L., Pingak, R. K., & Johannes, A. Z. (2018). Pengaruh Komposisi Sekam Padi Terhadap Parameter Fisis Briket Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 37–42.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2).
- Wirawan, P., Fatriani, F., & Arryati, H. (2021). KARAKTERISTIK BRIKET ARANG ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DAN KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*). *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(4), 719.
- Yasir Amani, M. Z. A. (2023). Produk Briket Arang Eceng Gondok. *Energi Elektrik*, 12, 14–18.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis

a. Analisis Kadar Air (%) (Ridaldy *et al.*, 2021)

Cawan dikeringkan selama 30 menit pada suhu 100-105°C dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang berat cawannya. Uji kadar air dilakukan dengan cara menimbang sampel 2 gr dan meletakkan pada cawan. Lalu cawan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-105°C selama 3 jam. Cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Perlakuan dilakukan berulang yaitu dengan sampel biobriket dikeringkan selama 30 menit dan didinginkan pada desikator selama 15 menit sampai berat konstan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar air :

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{(m2)-(m3)}{(m2)-(m1)} \times 100\%$$

Keterangan :

m1 = Massa cawan ditambah kosong (gr)

m2 = Massa cawan ditambah massa sampel sebelum dipanaskan (gr)

m3 = Massa cawan ditambah massa sampel setelah dipanaskan (gr)

b. Analisis Kadar Abu (%) (Umrisu *et al.*, 2018)

Dalam pengujian ini sampel ditimbang 2 gr dan dimasukkan kedalam cawan porselen, sampel dipanaskan sampai menjadi arang dan tidak mengeluarkan asap. Kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 60 °C hingga menjadi abu, didinginkan di dalam desikator kemudian segera timbang setelah mencapai suhu ruang. Penentuan kadar abu dilakukan sebanyak lima kali pengulangan.

Perhitungan :

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

c. Analisis Kerapatan (g/cm³) (Salim, 2016)

Kerapatan massa briket setelah dikempa dapat dicari dengan cara mengukur massa sampel briket yang kemudian dibagi dengan volume sampel briket tersebut.

Densitas briket dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan :

ρ = Kerapatan

(g/cm³)

M = Massa (g)

$V = \pi \times r^2 \times t$ = Volume silinder (cm³)

d. Lampiran IV Laju Pembakaran (gr/menit) (Subagyo *et al.*, 2022)

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{waktu pembakaran}} \text{ (gr/menit)}$$

e. Nilai Kalor (Kal/Gr) (Nuriana, 2022)

Nilai kalor atau biasa di sebut dengan heating value merupakan suatu bahan bakar diperoleh dengan menggunakan bomb calorimeter. Nilai kalor di peroleh melalui *bomb calorimeter* adalah nilai kalor atas atau *highest heating value* (HHV) dan nilai kalor bawah atau *lowest heating value* (LHV). Perhitungan nilai kalor kotor berdasarkan standar ASTM D240. Dari pengujian *bomb calorimeter* dapat dihitung panas yang diserap air dalam *bomb calorimeter* dan energi setara *bomb calorimeter* serta LHV dan HHV. Panas yang di serap air dalam *bomb calorimeter* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$LHV = (m \times C_p \times \Delta T) \text{ m briket}$$

Keterangan :

Q = Panas yang di serap (kj)

m = Massa Air di dalam *bomb calorimeter* (gram)

C_p = *Specific heat* 4,186 kJ/kg°C

ΔT = Perbedaan temperature °C

LHV dan HHV dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$HHV = (T_2 - T_1 - T_{kp}) \times C_v \left(\frac{kJ}{kg} \right)$$

$$LHV = HHV - 3240 \text{ (kJ/kg)}$$

Maka,

$$HHV = LHV + 3240 \frac{kJ}{kg}$$

Keterangan :

T₁ = Temperatur air pendingin *bomb calorimeter* sebelum pembakaran (°C)

T₂ = Temperatur air pendingin *bomb calorimeter* sesudah pembakaran (°C)

T_{kp} = Kenaikan temperature disebabkan kawat pembakaran, 0,05°C

HHV = *Highest Heating Value* (kJ/kg)

LHV = *Lowest Heating Value* (kJ/kg)

f. Analisis Kuat Tekan Mekanik pada Briket (kg/cm^2) (Aktas *et al.*, 2015)

Pengukuran kuat tekan mekanik dilakukan dengan menggunakan alat *Force Gauge*. *Force gauge* digunakan untuk mengukur kekuatan tarik atau tekan pada biobriket dengan cara menerapkan gaya pada sampel dan merekam hasilnya dalam unit Newton. Ini membantu dalam mengidentifikasi kekuatan dan kerapuhan biobriket, serta meningkatkan kontrol kualitas dan efisiensi produksi.

Lampiran 2. Perhitungan *Statistic*

a. Perhitungan *Statistic* Kadar Air (%)

Tabel 27. Data Primer Kadar Air Biobriket (%)

Sampel	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok I	Blok II		
Daun Pinus :				
Eceng Gondok				
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	4,67	4,67	9,34	4,67
X2	2,62	2,68	5,30	2,65
X3	1,35	1,35	2,7	1,35
	Y2 (Perekat 90%)			
X1	4,72	4,74	9,46	4,73
X2	2,78	2,76	5,54	2,77
X3	1,42	1,43	2,85	1,43
	Y3 (Perekat 100%)			
X1	4,80	4,86	9,66	4,83
X2	2,81	2,87	5,68	2,84
X3	1,53	1,52	3,05	1,53
Jumlah	26,7	26,88	53,58	26,79
Rata-rata	2,97	2,99	5,95	2,98
	3,00	3,00	6,00	3,00

Komputasi :

- Grand Total = 53,580
- FK = $\frac{GT^2}{r.x.y} = \frac{2870,816}{2.3.3} = 159,490$
- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + X n.m^2) - FK$
 $= (192,91) - 159,490$

$$= 33,417$$

- JK Blok $= \frac{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}{x.y} - FK$

$$= \frac{26,7^2 + 26,88^2}{3.3} - FK$$

$$= \frac{1435,4244}{9} - FK$$

$$= 159,4916 - 159,490$$

$$= 0,002$$

Tabel 28. X x Y Kadar Air Biobriket (%)

Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	9,34	9,46	9,66	28,46
X2	5,30	5,54	5,68	16,52
X3	2,70	2,85	3,05	8,6
Jumlah Y	17,34	17,85	18,39	

- JK Perlakuan $= \frac{\Sigma (X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$

$$= \frac{\Sigma (9,34)^2 + (9,46)^2 + (9,66)^2 + (3,05)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{385,80}{2} - FK$$

$$= 192,9009 - 159,490$$

$$= 33,411$$

- JK X $= \frac{\Sigma (X)}{r \times y} - FK$

$$= \frac{\Sigma (28,46)^2 + (16,52)^2 + (8,6)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{1156,84}{6} - 159,490$$

$$= 192,8066 - 159,490$$

$$= 33,317$$

- JK Y $= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - FK$

$$= \frac{\Sigma(17,34)^2 + (17,85)^2 + (18,39)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{957,49}{6} - 159,490$$

$$= 159,5817 - 159,490$$

$$= 0,092$$

- JK X x Y $= JK \text{ Perlakuan} - JK X - JK Y$

$$= 33,411 - 33,317 - 0,092$$

$$= 0,002$$

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

$$= 33,417 - 33,411 - 0,002$$

$$= 0,004$$

Tabel 29. Analisis Keragaman Kadar Air Biobriket (%)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
X	2	33,317	16,6586	32504,585*	4,46	8,65
Y	2	0,092	0,0460	89,659**	4,46	8,65
X x Y	4	0,002	0,0005	0,976 ^{TN}	3,84	7,01

Blok	1	0,002	0,0018
Error	8	0,004	0,0005
Total	17	33,417	16,7074

Keterangan : (**) Berpengaruh sangat nyata
 (*) Berpengaruh nyata
 (tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{33,317}{2} = 16,6586$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{0,092}{2} = 0,04595$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{0,002}{4} = 0,0005$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{0,004}{8} = 0,0005$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{16,6586}{0,0005} = 32504,5854$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{0,0460}{0,0005} = 89,659$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{0,0005}{0,0005} = 0,976$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

X1 = 4,74

X2 = 2,75

X3 = 1,43

SD X = $\sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,0005}{2x3}} = 0,0131$

RP 2 = $\frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 x 0,0131}{\sqrt{1,414}} = 0,0301$

RP 3 = $\frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 x 0,0131}{\sqrt{1,414}} = 0,0314$

Tabel 30. Hasil Jarak Berganda Duncan X Kadar Air Biobriket (%)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
X1				1,99 ^a	>JBD
X2	2	3,261	0,0301	3,31 ^b	>JBD
X3	3	3,398	0,0314	1,32 ^c	>JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y

$$Y3 = 3,07$$

$$Y2 = 2,98$$

$$Y1 = 2,89$$

$$SD Y = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \cdot y}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0005}{2 \times 3}} = 0,0131$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0131}{\sqrt{1,414}} = 0,0301$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0131}{\sqrt{1,414}} = 0,0314$$

Tabel 31. Hasil Jarak Berganda Duncan Y Kadar Air Biobriket (%)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
Y3				0,09 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	0,0301	0,18 ^y	>JBD
Y1	3	3,398	0,0314	0,09 ^z	>JBD

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

b. Perhitungan *statistic* Kadar Abu Biobriket (%)

Tabel 32. Data Primer Kadar Abu Biobriket (%)

Sampel	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok I	Blok II		
Daun Pinus :				
Eceng gondok				
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	14,021	14,020	28,0413	14,02065
X2	13,21	13,22	26,43	13,215
X3	12,45	12,36	24,81	12,41
	Y2 (Perekat 80%)			
X1	14,09	14,03	28,12	14,06
X2	13,36	13,37	26,73	13,37
X3	12,69	12,70	25,39	12,70
	Y3 (Perekat 80%)			
X1	14,19	14,30	28,49	14,25
X2	13,44	13,39	26,83	13,42
X3	12,73	12,72	25,45	12,73
Jumlah	120,1813	120,11	240,2913	120,15
Rata-rata	13,35	13,35	26,70	13,35
	13,40	13,30	26,70	13,30

Komputasi :

- Grand Total = 240,291
- $FK = \frac{GT^2}{r \cdot x \cdot y} = \frac{57739,2841}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 3207,773$
- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + X n.m^2) - FK$
 $= (3214,7301) - 3207,73801$
 $= 6,994$

- JK Blok
$$= \frac{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}{x.y} - FK$$

$$= \frac{120,18^2 + 120,11^2}{3.3} - 3207,73801$$

$$= \frac{28869,64}{9} - 3207,73801$$

$$= 3207,73828 - 3207,73801$$

$$= 0,0003$$

Tabel 33. X x Y Kadar Abu Biobriket (%)

Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	28,04	28,12	28,49	84,6513
X2	26,43	26,73	26,83	79,99
X3	24,81	25,39	25,45	75,65
Jumlah Y	79,28	80,24	80,77	

- JK Perlakuan
$$= \frac{\Sigma (X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{\Sigma (28,04)^2 + (28,12)^2 + (28,49)^2 + (25,45)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{6429,51}{2} - FK$$

$$= 3214,753203 - 3207,773$$

$$= 6,980$$

- JK X
$$= \frac{\Sigma (X)}{r x y} - FK$$

$$= \frac{\Sigma (84,65)^2 + (79,99)^2 + (75,65)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{19287,165}{6} - 3207,773$$

$$= 3214,527532 - 3207,773$$

$$= 6,755$$

- JK Y $= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - FK$

$$= \frac{\Sigma(79,28)^2 + (80,24)^2 + (80,77)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{19247,78}{6} - 3207,773$$

$$= 3207,962505 - 3207,773$$

$$= 0,190$$

- JK X x Y $= JK \text{ Perlakuan} - JK X - JK Y$

$$= 6,980 - 6,755 - 0,190$$

$$= 0,036$$

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

$$= 6,994 - 6,980 - 0,000$$

$$= 0,013$$

Tabel 34. Analisis Keragaman Kadar Abu Biobriket (%)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
X	2	6,755	3,3774	2067,524**	4,46	8,65
Y	2	0,190	0,0949	58,09**	4,46	8,65

X x Y	4	0,036	0,0090	5,491*	3,84	7,01
Blok	1	0,000	0,0003			
Error	8	0,013	0,0016			
Total	17	6,994	3,4832			

Keterangan : (**) Berpengaruh sangat nyata

(*) Berpengaruh nyata

(tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{6,755}{2} = 3,3774$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{0,190}{2} = 0,0949$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{0,036}{4} = 0,0090$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{0,013}{8} = 0,0016$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{3,3774}{0,0016} = 2067,524$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{0,0949}{0,0016} = 58,09$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{0,0090}{0,0016} = 5,491$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

X1 = 14,11

X2 = 13,33

X3 = 12,61

SD X = $\sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,0016}{2x3}} = 0,0233$

RP 2 = $\frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 x 0,0233}{\sqrt{1,414}} = 0,0538$

RP 3 = $\frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 x 0,0233}{\sqrt{1,414}} = 0,0561$

Tabel 35. Hasil Jarak Berganda Duncan X Kadar Abu Biobriket (%)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
X1				0,78 ^a	>JBD
X2	2	3,261	0,0538	1,50 ^b	>JBD
X3	3	3,398	0,0561	0,72 ^c	>JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y

$$Y3 = 13,46$$

$$Y2 = 13,37$$

$$Y1 = 13,21$$

$$SD Y = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \cdot y}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0016}{2 \times 3}} = 0,0233$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0233}{\sqrt{1,414}} = 0,0538$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0233}{\sqrt{1,414}} = 0,0561$$

Tabel 36. Hasil Jarak Berganda Duncan Y Kadar Abu Biobriket (%)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
Y3				0,09 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	0,0538	0,25 ^y	>JBD
Y1	3	3,398	0,0561	0,16 ^z	>JBD

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

Tabel 37. Peringkat JBD X x Y Kadar Abu Biobriket (%)

Peringkat	Duncan X x Y	Rata-rata
1	X1Y3	14,25
2	X1Y2	14,06
3	X1Y1	14,02
4	X2Y3	13,42

5	X2Y2	13,37
6	X2Y1	13,22
7	X3Y3	12,73
8	X3Y2	12,70
9	X3Y1	12,41

$$SD_{X \times Y} = \frac{\sqrt{2 \times RK \text{ Error}}}{r} = \frac{\sqrt{2 \times 0,0016}}{2} = 0,0404$$

$$RP_2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,0932$$

$$RP_3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,0971$$

$$RP_4 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,475 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,0993$$

$$RP_5 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,521 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,1006$$

$$RP_6 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,549 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,1014$$

$$RP_7 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,566 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,1019$$

$$RP_8 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,575 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,1022$$

$$RP_9 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,579 \times 0,0404}{\sqrt{1,414}} = 0,1023$$

Tabel 38. Hasil Jarak Berganda Duncan X x Y Kadar Abu Biobriket (%)

Urutan	Peringkat	Rerata	P	RP	JBD	Selisih
Rerata						
X1Y3	14,25	7,1225				>JBD ^a
X1Y2	14,06	7,03	2	3,261	0,0932	0,1850 >JBD ^b
X1Y1	14,02	7,010325	3	3,398	0,0971	0,0393 <JBD ^b
X2Y3	13,42	6,7075	4	3,475	0,0993	0,6057 >JBD ^c
X2Y2	13,37	6,683	5	3,521	0,1006	0,0500 <JBD ^c
X2Y1	13,22	6,608	6	3,549	0,1014	0,1500 >JBD ^d
X3Y3	12,73	6,363	7	3,566	0,1019	0,4900 >JBD ^e
X3Y2	12,70	6,348	8	3,575	0,1022	0,0300 <JBD ^e
X3Y1	12,41	6,203	9	3,579	0,1023	0,2900 >JBD ^f

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

c. Perhitungan *Statistic* Laju Pembakaran Biobriket (g/menit)

Tabel 39. Data Primer Laju Pembakaran Biobriket (g/menit)

Sampel	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok I	Blok II		
Daun Pinus :				
Eceng Gondok				
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	2,18	2,18	4,36	2,18
X2	2,51	2,52	5,03	2,515
X3	2,99	2,91	5,9	2,95
	Y2 (Perekat 90%)			
X1	2,15	2,16	4,31	2,16
X2	2,49	2,48	4,97	2,49
X3	2,93	2,89	5,82	2,91
	Y3 (Perekat 100%)			
X1	2,13	2,12	4,25	2,13
X2	2,46	2,47	4,93	2,47
X3	2,88	2,86	5,74	2,87
Jumlah	22,72	22,59	45,31	22,66
Rata-rata	2,52	2,51	5,03	2,52
	2,50	2,50	5,00	2,50

Komputasi :

- Grand Total = 45,31
- FK = $\frac{GT^2}{r.x.y} = \frac{2052,996}{2.3.3} = 114,055$
- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + X n.m^2) - FK$
= (115,80) – 114,055

$$= 1,742$$

- JK Blok
$$= \frac{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}{x.y} - FK$$

$$= \frac{22,72^2 + 22,59^2}{3.3} - FK$$

$$= \frac{1026,5065}{9} - FK$$

$$= 114,0562 - 114,055$$

$$= 0,001$$

Tabel 40. X x Y Laju Pembakaran Biobriket (g/menit)

X x Y (3)				
Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	4,36	4,31	4,25	12,92
X2	5,03	4,97	4,93	14,93
X3	5,90	5,82	5,74	17,46
Jumlah Y	15,29	15,10	14,92	

- JK Perlakuan
$$= \frac{\Sigma(X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{\Sigma(4,36)^2 + (4,31)^2 + (4,25)^2 + (5,74)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{231,58}{2} - FK$$

$$= 115,792 - 114,055$$

$$= 1,737$$

- JK X
$$= \frac{\Sigma(X)}{r \times y} - FK$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\Sigma(12,92)^2+(14,93)^2+(17,46)^2}{2.3} - FK \\
&= \frac{694,48}{6} - 114,055 \\
&= 115,780 - 114,055 \\
&= 1,725
\end{aligned}$$

- JK Y
$$\begin{aligned}
&= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - FK \\
&= \frac{\Sigma(15,29)^2+(15,10)^2+(14,92)^2}{2.3} - FK \\
&= \frac{684,40}{6} - 114,055 \\
&= 114,06675 - 114,055 \\
&= 0,011
\end{aligned}$$
- JK X x Y
$$\begin{aligned}
&= JK \text{ Perlakuan} - JK X - JK Y \\
&= 1,737 - 1,725 - 0,011 \\
&= 0,001
\end{aligned}$$
- JK Error
$$\begin{aligned}
&= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} - JK \text{ Blok} \\
&= 1,742 - 1,737 - 0,001 \\
&= 0,004
\end{aligned}$$

Tabel 41. Analisis Keragaman Laju Pembakaran briket (g/menit)

Sumber	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel
Keragaman					5% 1%

X	2	1,725	0,8626	1965,354**	4,46	8,65
Y	2	0,011	0,0057	13,000**	4,46	8,65
X x Y	4	0,001	0,0001	0,316 ^{tn}	3,84	7,01
Blok	1	0,001	0,0009			
Eror	8	0,004	0,0004			
Total	17	1,742	0,8698			

Keterangan : (**) Berpengaruh sangat nyata
 (*) Berpengaruh nyata
 (tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{1,725}{2} = 0,8626$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{0,011}{2} = 0,0057$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{0,001}{4} = 0,0001$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{0,004}{8} = 0,0004$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{0,8626}{0,0004} = 1965,354$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{0,0057}{0,0004} = 13,000$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{0,0001}{0,0004} = 0,316$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

X3 = 2,91

X2 = 2,49

X1 = 2,15

SD X = $\sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,0004}{2x3}} = 0,0121$

$$\begin{aligned} \text{RP 2} &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0121}{\sqrt{1,414}} = 0,0279 \\ \text{RP 3} &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0121}{\sqrt{1,414}} = 0,0291 \end{aligned}$$

Tabel 42. Hasil Jarak Berganda Duncan X Laju Pembakaran Biobriket (g/menit)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
X3				0,42 ^a	>JBD
X2	2	3,261	0,0279	0,76 ^b	>JBD
X1	3	3,398	0,0291	0,34 ^c	>JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y

$$Y1 = 2,55$$

$$Y2 = 2,52$$

$$Y3 = 2,49$$

$$SD Y = \sqrt{\frac{2xRK \text{ Error}}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,0004}{2x3}} = 0,0121$$

$$\text{RP 2} = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0121}{\sqrt{1,414}} = 0,0279$$

$$\text{RP 3} = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0121}{\sqrt{1,414}} = 0,0291$$

Tabel 43. Hasil Jarak Berganda Duncan Y Laju Pembakaran Biobriket (g/menit)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
Y1				0,03 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	0,0279	0,06 ^y	>JBD
Y3	3	3,398	0,0291	0,03 ^z	>JBD

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

d. Perhitungan *Statistic* Kerapatan Biobriket (g/cm³)

Tabel 44. Data Primer Kerapatan Biobriket (g/cm³)

Sampel Daun Pinus : Eceng Gondok	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok			
	I	II		
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	0,50	0,51	1,01	0,51
X2	0,48	0,49	0,97	0,485
X3	0,46	0,50	0,96	0,48
	Y2 (Perekat 90%)			
X1	0,57	0,60	1,17	0,59
X2	0,55	0,56	1,11	0,56
X3	0,51	0,53	1,04	0,52
	Y3 (Perekat 100%)			
X1	0,64	0,69	1,33	0,67
X2	0,60	0,62	1,22	0,61
X3	0,56	0,56	1,12	0,56
Jumlah	4,87	5,06	9,93	4,97
Rata-rata	0,54	0,56	1,10	0,55
	0,50	0,60	1,10	0,60

Komputasi :

- Grand Total = 9,930
- FK = $\frac{GT^2}{r.x.y} = \frac{98,605}{2.3.3} = 5,478$
- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + X n.m^2) - FK$
= (5,542) - 5,478

$$= 0,063$$

- JK Blok $= \frac{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}{x.y} - FK$

$$= \frac{4,87^2 + 5,06^2}{3.3} - FK$$

$$= \frac{49,32}{9} - FK$$

$$= 5,48005556 - 5,478$$

$$= 0,002$$

Tabel 45. X x Y Kerapatan Biobriket (g/cm³)

Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	1,01	1,17	1,33	3,51
X2	0,97	1,11	1,22	3,30
X3	0,96	1,04	1,12	3,12
Jumlah Y	2,94	3,32	3,67	

- JK Perlakuan $= \frac{\Sigma (X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$

$$= \frac{\Sigma (1,01)^2 + (1,17)^2 + (1,33)^2 + (1,12)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{11,08}{2} - FK$$

$$= 5,54 - 5,478$$

$$= 0,060$$

- JK X $= \frac{\Sigma (X)}{r \times y} - FK$

$$= \frac{\Sigma (3,51)^2 + (3,30)^2 + (3,12)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{32,94}{6} - 5,478$$

$$= 5,49075 - 5,478$$

$$= 0,013$$

- JK Y $= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - FK$

$$= \frac{\Sigma(3,19)^2 + (3,26)^2 + (3,26)^2}{2.3} - FK$$

$$= \frac{33,13}{6} - 5,478$$

$$= 5,52248 - 5,478$$

$$= 0,044$$

- JK X x Y $= JK \text{ Perlakuan} - JK X - JK Y$

$$= 0,060 - 0,013 - 0,044$$

$$= 0,003$$

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

$$= 0,063 - 0,060 - 0,002$$

$$= 0,001$$

Tabel 46. Analisis Keragaman Kerapatan Biobriket (g/cm³)

Sumber	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
Keragaman					5%	1%
X	2	0,013	0,0064	48,638**	4,46	8,65
Y	2	0,044	0,0222	170,170**	4,46	8,65

X x Y	4	0,003	0,0008	6,255*	3,84	7,01
Blok	1	0,002	0,0020			
Error	8	0,001	0,0001			
Total	17	0,063	0,0315			

Keterangan : (**) Berpengaruh sangat nyata

(*) Berpengaruh nyata

(tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{0,013}{2} = 0,0064$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{0,044}{2} = 0,0222$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{0,003}{4} = 0,0008$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{0,001}{8} = 0,0001$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{0,0064}{0,0001} = 48,638$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{0,0222}{0,0001} = 170,170$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{0,0008}{0,0001} = 6,255$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

$$X1 = 0,59$$

$$X2 = 0,55$$

$$X3 = 0,52$$

$$SD X = \sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,0001}{2x3}} = 0,0066$$

$$RP 2 = \frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 x 0,0066}{\sqrt{1,414}} = 0,0152$$

$$RP 3 = \frac{Rp x SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 x 0,0066}{\sqrt{1,414}} = 0,0159$$

Tabel 47. Hasil Jarak Berganda Duncan X analisis kerapatan Biobriket (g/cm³)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
X1				0,04 ^a	>JBD
X2	2	3,261	0,0152	0,06 ^b	>JBD
X3	3	3,398	0,0159	0,03 ^c	>JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y

$$Y3 = 0,61$$

$$Y2 = 0,55$$

$$Y1 = 0,49$$

$$SD Y = \sqrt{\frac{2 \times RK \text{ Error}}{r \cdot y}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0001}{2 \times 3}} = 0,0066$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0066}{\sqrt{1,414}} = 0,0152$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0066}{\sqrt{1,414}} = 0,0159$$

Tabel 48. Hasil Jarak Berganda Duncan Y analisis kerapatan Biobriket (g/cm³)

	P	rp	JBD ($rp \times SD / \sqrt{2}$)	Selisih	
Y3				0,06 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	0,0152	0,12 ^y	>JBD
Y1	3	3,398	0,0159	0,06 ^z	>JBD

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

Tabel 49. Peringkat JBD X x Y kerapatan Biobriket (g/cm³)

Peringkat	Duncan X x Y	Rata-rata
1	X1Y3	0,67
2	X2Y3	0,61

3	X1Y2	0,59
4	X3Y3	0,56
5	X2Y2	0,56
6	X3Y2	0,52
7	X1Y1	0,51
8	X2Y1	0,49
9	X3Y1	0,48

$$SD X \times Y = \sqrt{\frac{2xRK Error}{r}} = \sqrt{\frac{2x0,0001}{2}} = 0,0114$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0263$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0275$$

$$RP 4 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,475 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0281$$

$$RP 5 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,521 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0284$$

$$RP 6 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,549 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0287$$

$$RP 7 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,566 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0288$$

$$RP 8 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,575 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0289$$

$$RP 9 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,579 \times 0,0114}{\sqrt{1,414}} = 0,0289$$

Tabel 50. Hasil Jarak Berganda Duncan X x Y kerapatan Biobriket (g/cm³)

Urutan	Peringkat	Rerata	P	RP	JBD	Selisih	
Rerata							
X1Y3	0,67	0,3325					>JBD ^a
X2Y3	0,61	0,305	2	3,261	0,0263	0,0550	>JBD ^b
X1Y2	0,59	0,2925	3	3,398	0,0275	0,0250	<JBD ^b
X3Y3	0,56	0,28	4	3,475	0,0281	0,0250	<JBD ^b
X2Y2	0,56	0,278	5	3,521	0,0284	0,0050	<JBD ^b
X3Y2	0,52	0,260	6	3,549	0,0287	0,0350	>JBD ^c
X1Y1	0,51	0,253	7	3,566	0,0288	0,0150	<JBD ^c
X2Y1	0,49	0,243	8	3,575	0,0289	0,0200	<JBD ^c
X3Y1	0,48	0,240	9	3,579	0,0289	0,0050	<JBD ^c

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

e. Perhitungan *Statistic* Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Tabel 51. Data Primer Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Sampel	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok I	Blok II		
Daun Pinus :				
Eceng Gondok				
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	57,80	58,10	115,9	57,95
X2	54,90	55,20	110,10	55,05
X3	54,50	54,70	109,2	54,60
	Y2 (Perekat 90%)			
X1	63,50	63,10	126,6	63,30
X2	64,90	65,30	130,2	65,10
X3	64,80	65,70	130,5	65,25
	Y3 (Perekat 100%)			
X1	68,40	69,50	137,90	68,95
X2	68,50	68,90	137,40	68,70
X3	68,70	69,90	138,60	69,30
Jumlah	566	570,4	1136,4	568,20
Rata-rata	62,89	63,38	126,27	63,13
	62,90	63,40	126,30	63,10

Komputasi :

- Grand Total = 1136,40
- $FK = \frac{GT^2}{r \cdot x \cdot y} = \frac{1291404,96}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 71744,720$
- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + Xn.m^2) - FK$

$$= (72299,300) - 71744,720$$

$$= 554,580$$

- JK Blok $= \frac{\sum R_1^2 + \sum R_2^2}{x.y} - FK$

$$= \frac{566^2 + 570,4^2}{3.3} - FK$$

$$= \frac{645712,16}{9} - FK$$

$$= 71745,7956 - 71744,720$$

$$= 1,076$$

Tabel 52. X x Y Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	115,90	126,60	137,90	380,4
X2	110,10	130,2	137,40	377,70
X3	109,20	130,50	138,60	378,3
Jumlah Y	335,20	387,30	413,90	

- JK Perlakuan $= \frac{\sum (X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$

$$= \frac{\sum (115,90)^2 + (126,60)^2 + (137,90)^2 + (138,60)^2}{r} - FK$$

$$= \frac{144594,44}{2} - FK$$

$$= 72297,22 - 71744,720$$

$$= 552,500$$

- JK X $= \frac{\sum (X)}{r \times y} - FK$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\Sigma(380,4)^2+(377,70)^2+(378,3)^2}{2.3} - FK \\
&= \frac{430472,34}{6} - 71744,720 \\
&= 71745,39 - 71744,720 \\
&= 0,670
\end{aligned}$$

- JK Y
$$\begin{aligned}
&= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - FK \\
&= \frac{\Sigma(335,20)^2+(387,30)^2+(413,90)^2}{2.3} - FK \\
&= \frac{433673,54}{6} - 71744,720 \\
&= 72278,9233 - 71744,720 \\
&= 534,203
\end{aligned}$$
- JK X x Y
$$\begin{aligned}
&= JK \text{ Perlakuan} - JK X - JK Y \\
&= 552,500 - 0,670 - 534,203 \\
&= 1,627
\end{aligned}$$
- JK Error
$$\begin{aligned}
&= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} - JK \text{ Blok} \\
&= 554,580 - 552,500 - 1,076 \\
&= 1,004
\end{aligned}$$

Tabel 53. Analisis Keragaman Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Sumber	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel
Keragaman					5% 1%

X	2	0,670	0,3350	2,668 ^{TN}	4,46	8,65
Y	2	534,203	267,1017	2127,358 ^{**}	4,46	8,65
X x Y	4	17,627	4,4067	35,097 ^{**}	3,84	7,01
Blok	1	1,076	1,0756			
Error	8	1,004	0,1256			
Total	17	554,580	273,0444			

Keterangan : (***) Berpengaruh sangat nyata
 (*) Berpengaruh nyata
 (tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{0,670}{2} = 0,335$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{534,203}{2} = 267,1017$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{17,627}{4} = 4,4067$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{1,004}{8} = 0,1256$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{0,3350}{0,1256} = 2,668$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{267,1017}{0,1256} = 2127,358$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{4,4067}{0,1256} = 35,097$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

X1 = 63,40

X3 = 63,05

X2 = 62,95

SD X = $\sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,1256}{2x3}} = 0,2046$

$$\begin{aligned}
 \text{RP 2} &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,2046}{\sqrt{1,414}} = 0,4717 \\
 \text{RP 3} &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,2046}{\sqrt{1,414}} = 0,4915
 \end{aligned}$$

Tabel 54. Hasil Jarak Berganda Duncan X Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

	P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih	
X1				0,35 ^a	>JBD
X3	2	3,261	0,4717	0,45 ^a	<JBD
X2	3	3,398	0,4915	0,10 ^a	<JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y

$$Y3 = 68,98$$

$$Y2 = 63,30$$

$$Y1 = 55,87$$

$$SD Y = \sqrt{\frac{2xRK \text{ Error}}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x0,1256}{2x3}} = 0,2046$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,2046}{\sqrt{1,414}} = 0,4717$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,2046}{\sqrt{1,414}} = 0,4915$$

Tabel 55. Hasil Jarak Berganda Duncan Y Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

	P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih	
Y3				4,43 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	0,4717	13,12 ^y	>JBD
Y1	3	3,398	0,4915	8,68 ^z	>JBD

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

Tabel 56. Peringkat JBD X x Y Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Peringkat	Duncan X	Rata-rata
x Y		
1	X3Y3	69,30

2	X1Y3	68,95
3	X2Y3	68,70
4	X3Y2	65,25
5	X2Y2	65,10
6	X1Y2	63,30
7	X1Y1	57,95
8	X2Y1	55,05
9	X3Y1	54,60

$$SD X \times Y = \sqrt{\frac{2xRK Error}{r}} = \sqrt{\frac{2x0,1256}{2}} = 0,3543$$

$$RP 2 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8171$$

$$RP 3 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8514$$

$$RP 4 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,475 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8707$$

$$RP 5 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,521 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8822$$

$$RP 6 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,549 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8892$$

$$RP 7 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,566 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8935$$

$$RP 8 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,575 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8957$$

$$RP 9 = \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,579 \times 0,3543}{\sqrt{1,414}} = 0,8967$$

Tabel 57. Hasil Jarak Berganda Duncan X x Y Kuat Tekan Biobriket (kg/cm²)

Urutan	Peringkat	Rerata	P	RP	JBD	Selisih
Rerata						
X3Y3	69,30	34,65				>JBD ^a
X1Y3	68,95	34,475	2	3,261	0,8171	0,3500 <JBD ^a
X2Y3	68,70	34,35	3	3,398	0,8514	0,2500 <JBD ^a
X3Y2	65,25	32,625	4	3,475	0,8707	3,4500 >JBD ^b
X2Y2	65,10	32,550	5	3,521	0,8822	0,1500 <JBD ^b
X1Y2	63,30	31,650	6	3,549	0,8892	1,8000 >JBD ^c
X1Y1	57,95	28,975	7	3,566	0,8935	5,3500 >JBD ^d
X2Y1	55,05	27,525	8	3,575	0,8957	2,9000 >JBD ^e

X3Y1	54,60	27,300	9	3,579	0,8967	0,4500	<JBD ^e
------	-------	--------	---	-------	--------	--------	-------------------

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

f. Perhitungan *Statistic* Nilai Kalor Biobriket (Kal/g)

Tabel 58. Data Primer Nilai Kalor Biobriket (kal/g)

Sampel	Primer		Jumlah	Rata-rata
	Blok I	Blok II		
Daun Pinus :				
Eceng Gondok				
	Y1 (Perekat 80%)			
X1	5930,5340	5940,5467	11871,0807	5935,54035
X2	6377,0620	6368,1425	12745,20	6372,60225
X3	6617,2110	6690,9067	13308,1177	6654,06
	Y2 (Perekat 90%)			
X1	5885,4341	5889,0078	11774,4419	5887,22
X2	6259,2860	6262,9010	12522,187	6261,09
X3	6566,2301	6598,3562	13164,5863	6582,29
	Y3 (Perekat 100%)			
X1	5785,4210	5768,9796	11554,40	5777,20
X2	6167,9950	6177,8769	12345,87	6172,94
X3	6470,9998	6472,3987	12943,40	6471,70
Jumlah	56060,173	56169,1161	112229,2891	56114,64
Rata-rata	6228,91	6241,01	12469,92	6234,96
	6228,90	6241,00	12469,90	6235,00

Komputasi :

- Grand Total = 112229,2891
- $FK = \frac{GT^2}{r \cdot x \cdot y} = \frac{12595413331,8914}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 699745185,1051$

- JK Total = $(X1.1^2 + X1.2^2 + X1.3^2 + \dots + X n.m^2) - FK$
 = $(701340551,4339) - 699745185,1051$
 = 1595366,3289

- JK Blok = $\frac{\Sigma R_1^2 + \Sigma R_2^2}{x.y} - FK$
 = $\frac{56060,173^2 + 56169,1161^2}{3.3} - FK$
 = $\frac{6297712600,2452}{9} - FK$
 = $699745844,5 - 699745185,1051$
 = 659,3666

Tabel 59. X x Y Nilai Kalor Biobriket (kal/g)

Kode	Y1	Y2	Y3	Jumlah X
X1	11871,08	11774,44	11554,40	35199,92320
X2	12745,20	12522,19	12345,87	37613,26340
X3	13308,12	13164,59	12943,40	39416,10250
Jumlah Y	37924,40	37461,22	36843,67	

- JK Perlakuan = $\frac{\Sigma(X1Y1)^2 + (X1Y2)^2 + (X1Y3)^2 + \dots + (AnBm)^2}{r} - FK$
 = $\frac{\Sigma(11871,08)^2 + (11774,44)^2 + (11554,40)^2 + (12943,40)^2}{r} - FK$
 = $\frac{1402674064,1457}{2} - FK$
 = $701337032,1 - 699745185,1051$
 = 1591846,9678

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ JK X} &= \frac{\Sigma(X)}{r \times y} - \text{FK} \\ &= \frac{\Sigma(35199,92320)^2 + (37613,26340)^2 + (39416,10250)^2}{2.3} - \text{FK} \\ &= \frac{4207421313,1742}{6} - 699745185,1051 \\ &= 701236885,5290 - 699745185,1051 \\ &= 1491700,4240 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \bullet \text{ JK Y} &= \frac{\Sigma(Y)}{r \times y} - \text{FK} \\ &= \frac{\Sigma(37924,40)^2 + (37461,22)^2 + (36843,67)^2}{2.3} - \text{FK} \\ &= \frac{4199059072,3385}{6} - 699745185,1051 \\ &= 699843178,7231 - 699745185,1051 \\ &= 97993,6180 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \bullet \text{ JK X x Y} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK X} - \text{JK Y} \\ &= 1591846,9678 - 1491700,4240 - 97993,6180 \\ &= 2152,9258 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \bullet \text{ JK Error} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} - \text{JK Blok} \\ &= 1595366,3289 - 1591846,9678 - 659,3666 \\ &= 2859,9945 \end{aligned}$$

Tabel 60. X x Y Nilai Kalor Biobriket (kal/g)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel 5%	F. Tabel 1%
X	2	1491700,42	745850,21	2086,298 ^{**}	4,46	8,65
Y	2	97993,62	48996,81	137,054 ^{**}	4,46	8,65
X x Y	4	2152,93	538,23	1,506 ^{tn}	3,84	7,01
Blok	1	659,37	659,37			
Error	8	2859,99	357,50			
Total	17	1595366,33	796402,12			

Keterangan : (**) Berpengaruh sangat nyata
 (*) Berpengaruh nyata
 (tn) Tidak berpengaruh nyata

- db blok = $r - 1 = 2 - 1 = 1$
- db X = $X - 1 = 3 - 1 = 2$
- db Y = $Y - 1 = 3 - 1 = 2$
- db X.Y = $(X - 1)(Y - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$
- db Error = $(r - 1)(X.Y - 1) = (2 - 1)(2.3 - 1) = 1.9 - 1 = 8$
- db Total = $(r.x.y) - 1 = (2.3.3) - 1 = 17$
- RK X = $\frac{JK X}{db X} = \frac{1491700,42}{2} = 745850,21$
- RK Y = $\frac{JK Y}{db Y} = \frac{97993,62}{2} = 48996,81$
- RK X.Y = $\frac{JK X.Y}{db X.Y} = \frac{2152,93}{4} = 538,23$
- RK Error = $\frac{JK Error}{db Error} = \frac{2859,99}{8} = 357,50$
- Fh X = $\frac{RK X}{RK Error} = \frac{745850,21}{357,50} = 2086,298$
- Fh Y = $\frac{RK Y}{RK Error} = \frac{48996,81}{357,50} = 137,054$
- Fh X.Y = $\frac{RK X.Y}{RK Error} = \frac{538,23}{357,50} = 1,506$

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) X

- X3 = 6569,35
- X2 = 6268,88

$$\begin{aligned}
X1 &= 5866,65 \\
SD X &= \sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x357,50}{2x3}} = 10,9163 \\
RP 2 &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 10,9163}{\sqrt{1,414}} = 25,1717 \\
RP 3 &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 10,9163}{\sqrt{1,414}} = 26,2292
\end{aligned}$$

Tabel 61. Hasil Jarak Berganda Duncan X Nilai Kalor Biobriket (kal/g)

	P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih	
X3				300,47 ^a	>JBD
X2	2	3,261	25,1717	702,70 ^b	>JBD
X1	3	3,398	26,2292	402,22 ^c	>JBD

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

Peringkat Uji Jarak Berganda Duncan (JBD) Y





$$\begin{aligned}
Y1 &= 6320,73 \\
Y2 &= 6243,54 \\
Y3 &= 6140,61 \\
SD Y &= \sqrt{\frac{2xRK Error}{r.y}} = \sqrt{\frac{2x357,50}{2x3}} = 10,9163 \\
RP 2 &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,261 \times 10,9163}{\sqrt{1,414}} = 25,1717 \\
RP 3 &= \frac{Rp \times SD}{\sqrt{2}} = \frac{3,398 \times 10,9163}{\sqrt{1,414}} = 26,2292
\end{aligned}$$

Tabel 62. Hasil Jarak Berganda Duncan Y Nilai Kalor Biobriket (kal/g)

	P	rp	JBD (rp \times SD/ $\sqrt{2}$)	Selisih	
Y1				77,20 ^x	>JBD
Y2	2	3,261	25,1717	180,12 ^y	>JBD
Y2	3	3,398	26,2292	102,92 ^z	>JBD

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

Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Pembuatan Biobriket.

Gambar	Keterangan
	<p>Mencacah Eceng Gondok</p>
	<p>Pembakaran Bahan Baku Eceng Gondok Secara Anaerob</p>
	<p>Menghaluskan Arang Eceng gondok menggunakan Ayakan <i>mesh</i> 20</p>
	<p>Pembakaran Bahan Baku Daun Pinus Secara Anaerob</p>

	<p>Arang Daun Pinus</p>
	<p>Menghaluskan Arang Daun Pinus menggunakan Ayakan <i>mesh</i> 20</p>
	<p>Mengambil Perekat Getah Karet segar Lokasi : Kebun Karet KP 2 UNGARAN</p>

	<p>Mencampurkan Perekat Getah Karet dengan Bioarang.</p>
	<p>Memasukkan Adonan Biobriket ke Alat Pencetak Briket.</p>
	<p>Sampel BioBriket</p>



Melakukan Pengeringan Biobriket dengan suhu 50°C



Analisis Kadar Abu Biobriket



Analisis Kadar Air Biobriket



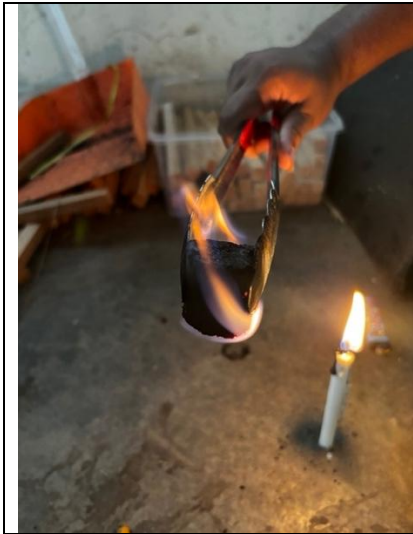
Analisis Nilai Kerapatan Biobriket



Sampel Analisis Nilai Kalor Biobriket



Analisis Kuat Tekan Biobriket



Analisis Laju Pembakaran Biobriket