

VARIASI PARAMETER *BIOMASS* UNTUK MEMINIMASI KADAR AIR BIOBRIKET GUNA MENCIPTAKAN ENERGI ALTERNATIF YANG MURAH DAN RAMAH LINGKUNGAN

Sartono Putro¹⁾, Musabbikhah²⁾, Sri Hartati³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: sartono_putro@ums.ac.id

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta

Email: mus_a2002@yahoo.com

³⁾Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo

Email: tatik_univet@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan setting parameter yang tepat dari biomass untuk meminimasi kadar air biobriket guna menciptakan energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan agar dapat mewujudkan masyarakat mandiri energi.

Model yang digunakan untuk mengetahui kualitas biobriket ditinjau dari kadar air menggunakan enam variabel bebas yaitu komposisi limbah jarak pagar (A), Komposisi arang sekam (B), Komposisi serbuk gergaji (C), Komposisi arang tempurung kelapa (D), Jenis Perekat (E) dan suhu pengeringan (F). Metode untuk mengoptimalkan parameter pembentuk biobriket adalah Taguchi mengacu pada OA L8(2)⁷.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kadar air biobriket adalah komposisi limbah jarak pagar(A), arang sekam (B), serbuk gergaji (C), arang tempurung kelapa (D), perekat (E) dan suhu pengeringan (F) yang memberikan persen kontribusi masing-masing sebesar 8.793%, 15.034%, 14.892, 22.742%, 22.668% dan 14.693%. Model yang diperoleh dari variasi level faktor yang dapat mengoptimalkan kadar air biobriket adalah A2B1C2D1E2F2, artinya komposisi limbah jarak pagar 60 gr, komposisi arang sekam 40 gr, komposisi serbuk gergaji 40 gr, komposisi arang tempurung kelapa 20 gr, perekat tetes tebu dan suhu pengeringan 105 °C. Pada respon kadar air biobriket, rata-rata kadar air biobriket sebesar 7.078 %. Pada kondisi awal besarnya S/N Ratio sebesar -17.001. Setelah dilakukan optimasi, nilai S/N Ratio naik menjadi -16.792. Hal ini mengkondisikan bahwa biobriket hasil penelitian mampu meminimasi kadar air sehingga dapat menaikkan nilai kalor.

Kata kunci: Biobriket; Energi Alternatif; Kadar Air; Taguchi

Pendahuluan

Latar Belakang

Kebutuhan energi terus meningkat dan ketersediaan bahan bakar yang menipis memaksa manusia untuk mencari sumber alternatif bahan bakar. Salah satu bahan bakar alternatif dari bahan *renewable* yang mempunyai nilai kalor tinggi, kadar air rendah, murah dan ramah lingkungan yaitu biobriket.

Ketersediaan limbah jarak pagar, limbah pertanian dan limbah pasar di Kecamatan Andong, Boyolali, yang merupakan bahan baku pembuat biobriket belum dikelola dan belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini limbah tersebut hanya ditumpuk dan dibuang di wilayah sekitar atau dibakar di areal persawahan. Hal ini menimbulkan pencemaran lingkungan. Menurut Wardono (2010), budi daya tanaman jarak pagar di Desa Gondangrawe Kecamatan Andong ini seluas 75 ha, rata-rata menghasilkan 487 ton/th biji jarak pagar dan limbah sebesar 300 ton/th berupa daun, batang dan kulit biji jarak. Ketersediaan bahan baku limbah yang melimpah ini belum dimanfaatkan dan hanya dibuang begitu saja, sedangkan biji jarak pagar dijual ke PT. Pura dengan harga Rp. 2.500/kg. Lahan pertanian seluas 108 ha, menghasilkan padi 548 ton/th, sekam padi 137 ton/th, sedangkan limbah jerami basah 60 ton/ha dan jerami kering 40 ton/ha.

Menurut Nodali (2010) dalam Palungkun (1999), tempurung merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan antara 3 mm sampai 5 mm pada kelapa. Pada umumnya, nilai kalor dalam tempurung kelapa adalah sekitar 18.200 kJ/kg hingga 19.338,05 kJ/kg.

Beberapa limbah di areal pertanian, di pengrajin kayu dan limbah pasar belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mencemari lingkungan. Limbah tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku biobriket ditunjukkan pada gambar 1, 2, 3 dan 4.



a. Ranting jarak pagar b. Kulit biji jarak pagar c. Daun jarak pagar
 Gambar 1. Limbah jarak pagar



Gambar 2. Limbah tempurung kelapa



Gambar 3. Limbah pertanian



Gambar 4. Limbah serbuk gergaji

Perumusan Masalah

Pengolahan biji jarak menghasilkan rendemen minyak sebesar 30 %. Dengan rendemen minyak jarak pagar yang sebesar itu dari total biji jarak pagar, maka akan diperoleh sekitar 70 % limbah atau bungkil biji jarak pagar yang masih mengandung sisa minyak yang tinggi (Tambunan, dkk 2007).

Menurut Budiman (2008), biobriket dengan perbandingan campuran bungkil dan sekam (80 : 20) dan (90 : 10) telah memenuhi spesifikasi dari briket batubara tanpa karbonisasi, akan tetapi biobriket dengan perbandingan campuran bungkil dan sekam (70 : 30) tidak memenuhi salah satu parameter uji yang ditetapkan pada spesifikasi briket batubara tanpa karbonisasi, yaitu kuat tekannya masih kurang dari 20 kg/cm².

Sekam padi merupakan lapisan keras yang membungkus kariopsis butir gabah, terdiri atas *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan gabah, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa/limbah penggilingan. Penggilingan gabah dihasilkan 16,3-28% sekam (Nugraha dan Setiawati, 2006).

Pemanfaatan *biomass* sebagai bahan bakar di Indonesia ternyata masih sangat kecil bila dibandingkan dengan negara lain. Riset menunjukkan pemanfaatan sekam padi sebagai biobriket ternyata kurang dari 10 % sedangkan di India pemanfaatan sekam padi menjadi bahan bakar mencapai 40 % (Werther et al., 2000).

Keberhasilan pemanfaatan limbah dapat memberi manfaat antara lain dari segi kehutanan dan industri kayu dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku konvensional (kayu) sehingga mengurangi laju penebangan/kerusakan hutan dan mengoptimalkan pemakaian kayu serta menghemat pengeluaran bulanan dan meningkatkan kesuburan tanah (Li et al., 2000).

Saptoadi (2004), meneliti karakteristik pembakaran briket dari serbuk gergajian dan lignit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket yang baik adalah briket yang memiliki dimensi semakin kecil tetapi partikelnya semakin kasar (besar). Persyaratan kombinasi ini adalah setiap briket memiliki dimensi sangat kecil dan kadar air kecil.

Bertitik tolak dari permasalahan krusial yang dihadapi masyarakat, maka dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana memanfaatkan dan mengolah limbah jarak pagar, sekam padi, serbuk gergaji, tempurung kelapa, perekat dan suhu pengeringan menjadi biobriket yang memiliki kadar air minimal?
- 2) Bagaimana variasi komposisi limbah biomass, perekat dan suhu pengeringan yang optimal dalam pembuatan biobriket berkualitas sebagai bahan bakar alternatif rumah tangga yang murah dan ramah lingkungan ?

Tujuan Penelitian

Penelitian pengolahan limbah biomass ini bertujuan untuk mendapatkan setting parameter yang tepat dari biomass untuk meminimasi kadar air biobriket guna menciptakan energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan agar dapat mewujudkan masyarakat mandiri energi

Bahan Dan Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain :Limbah Jarak pagar (daun, akar, batang, kulit), arang sekam padi, serbuk gergaji, arang tempurung kelapa, perekat seperti terlihat pada gambar 1, 2, 3 dan 4. Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :mesin press biobriket, timbangan digital, cangkul, bak, pengaduk, tang penjepit, oven pengering.

Perekat

Tujuan penggunaan bahan perekat adalah untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat, maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan biobriket semakin baik. Dengan pemakaian bahan perekat, maka ikatan antar partikel akan semakin kuat, butir-butiran arang akan saling mengikat, menyebabkan air terikat dalam pori-pori arang.

Kadar Air

Prinsip pengujian nilai kadar air adalah besarnya air yang terkandung dalam suatu bahan atau produk yang akan menguap seluruhnya apabila bahan tersebut dipanaskan pada suhu 105°C. Untuk mengetahui kadar air dari bahan kering dilakukan pengeringan menggunakan oven listrik dan dirumuskan sebagai berikut :

$$KA = \frac{BB - BK}{BB} \times 100\% \quad (1)$$

dengan KA = kadar air, BB = berat briket basah, BK = berat briket kering

Penerapan Metode Taguchi

Dalam pengendalian kualitas Taguchi telah menggabungkan falsafah-falsafah besar pada industri manufaktur. Pendekatan Taguchi pada rancangan eksperimen diharapkan mampu menghasilkan pengembangan kualitas yang kokoh (*robust*) terhadap faktor *noise* (Thomas et al., 2011).

Hasil eksperimen konfirmasi akan menentukan apakah level faktor optimal yang diperoleh bisa diperluas ke skala industri. Menurut Ross (1998), fungsi kerugian dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

1. *Smaller the better* : $L(y) = k (y-m)^2$ (2)
2. *Nominal the better* : $L(y) = k(y)^2$ (3)
3. *Larger the better* : $L(y) = k(1/y)^2$ (4)

Analysis of Varian (ANOVA)

Di dalam ANOVA, derajat bebas, jumlah kuadrat, rata-rata kuadrat dan sebagainya dihitung dan diorganisasikan dalam format tabel standar. Pada ANOVA dua arah ini data eksperimen terdiri dari dua faktor atau lebih dan dua level atau lebih. Menurut Montgomery (1996), beberapa formula di dalam ANOVA :

$$SS_T = \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 \right] - CF \tag{5}$$

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^k \left(\frac{A_i^2}{n_A} \right) \right] - CF \tag{6}$$

$$SS_B = \left[\sum_{i=1}^k \left(\frac{B_i^2}{n_B} \right) \right] - CF \tag{7}$$

$$SS_{AXB} = \left[\sum_{i=1}^c \left(\frac{AXB_i^2}{n_{AXB}} \right) - CF - SS_A - SS_B \right] \tag{8}$$

$$SSe = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB} \tag{9}$$

$$MS_A = SS_A / V_A \tag{10}$$

$$MS_B = SS_B / V_B \tag{11}$$

$$MS_{AXB} = SS_{AXB} / V_{AXB} \tag{12}$$

$$Mse = SSe / Ve \tag{13}$$

$$T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij} \tag{14}$$

Metode Penelitian

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel bebas pembuat biobriket

No	Factors	Level 1	Level 2
1	A: Komposisi limbah jarak pagar	50 gr	60 gr
2	B: Komposisi arang sekam padi	40 gr	50 gr
3	C: Komposisi serbuk gergaji	30 gr	40 gr
4	D: Komposisi tempurung kelapa	20 gr	25 gr
5	E: Jenis perekat	Pati kanji	Tetes tebu
6	F: Suhu pengeringan	100°C	105°C
7	G: COLUMN UNUSED	-----	-----

2. Variabel Terikat : Kualitas biobriket ditinjau dari kadar air

Desain Penelitian

Model yang digunakan untuk mengetahui kualitas biobriket ditinjau dari kadar air menggunakan enam variabel bebas yaitu komposisi limbah jarak pagar(A), Komposisi arang sekam (B), Komposisi serbuk gergaji (C), Komposisi arang tempurung kelapa (D), Jenis Perekat (E) dan suhu pengeringan (F).

$$\hat{Y}_{ijklmn} = \mu + \bar{A}_i + \bar{B}_j + \bar{C}_k + \bar{D}_l + \bar{E}_m + \bar{F}_n + \varepsilon_{o(ijklmn)} \quad (15)$$

Selanjutnya berdasarkan analisis variansi untuk menentukan setting parameter yang tepat yang dapat meminimalkan kadar air biobriket dapat diterapkan metode Taguchi (Tong and T su, 1997).

Model persamaan yang mewakili keadaan pengamatan adalah :

$$\bar{Y}_{ikr} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \varepsilon_{ikr} \quad (16)$$

Untuk menguji perbedaan pengaruh taraf faktor didasarkan pada hipotesis awal yang menyatakan bahwa efek taraf faktor A adalah sama, sehingga hipotesisnya adalah :

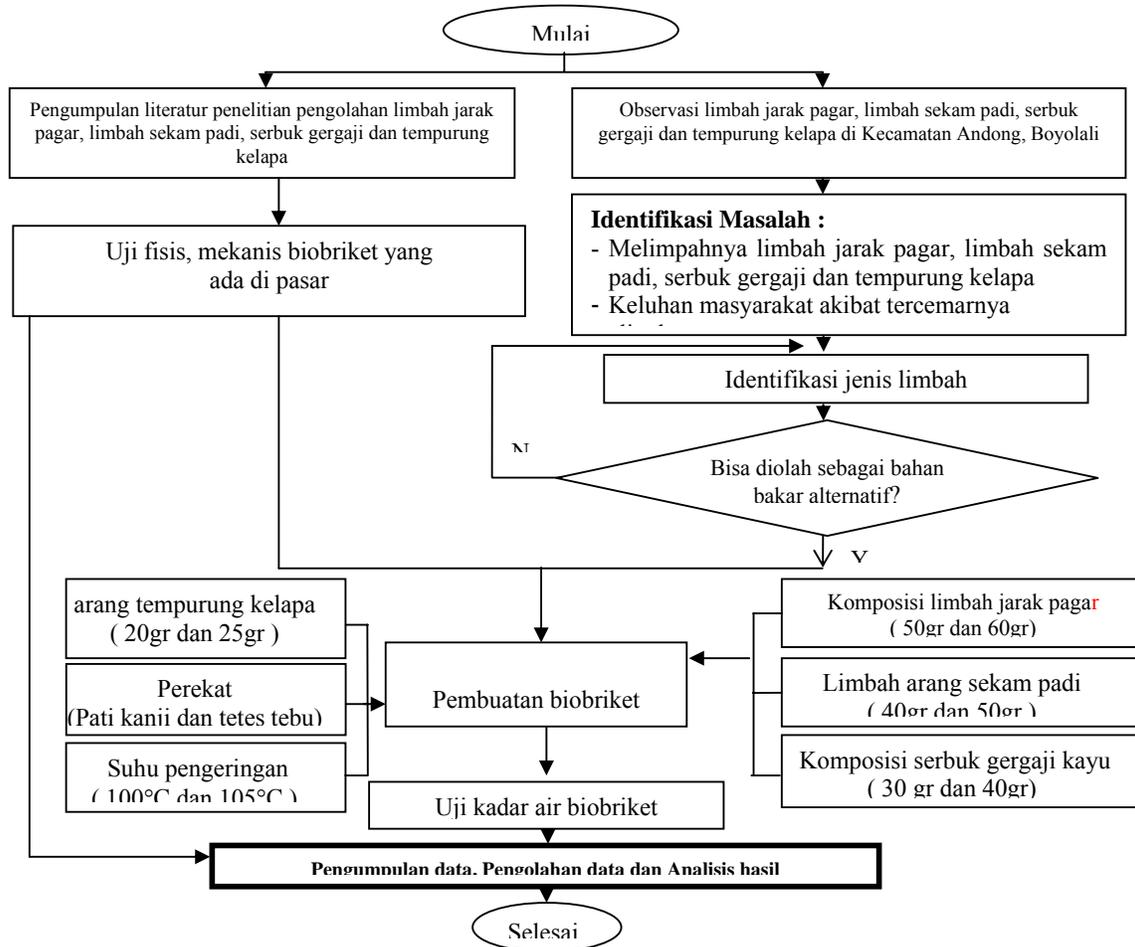
Ho : $\alpha_1 = \alpha_2 \dots \dots = \alpha_m = 0$

H1 : paling sedikit ada satu $\alpha_i \neq 0$

Dalam pengujian hipotesis, statistik uji yang digunakan adalah $F_{hitung} = MS_A / Mse$. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, maka uji hipotesis dapat ditentukan : P value > 5 %, maka Ho ditolak.

Diagram Alir penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan untuk mengoptimalkan pembentuk biobriket agar dihasilkan kadar air yang rendah disajikan dalam gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Hasil

Dalam eksperimen ini, dilakukan kombinasi level faktor sesuai variasi tabel 1. Selanjutnya, biobriket yang dihasilkan diuji kadar air sesuai prosedur dan dihitung nilai kadar air menggunakan persamaan (1). Data kadar air biobriket ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air biobriket (%)

No	A	B	C	D	E	F	e	1	2	3	4
1	1	1	1	1	1	1	0	7.1	7.2	7.2	6.8
2	1	1	1	2	2	2	0	7.1	7.1	7.2	7.1
3	1	2	2	1	1	2	0	7.1	7.2	7.1	7.1
4	1	2	2	2	2	1	0	7.2	6.9	7.1	7.1
5	2	1	2	1	2	1	0	7.1	6.3	7.1	7.1
6	2	1	2	2	1	2	0	6.9	7.2	7.1	7.2
7	2	2	1	1	2	2	0	7.1	7.2	6.9	7.1
8	2	2	1	2	1	1	0	7.2	7.2	7.1	7.1

S/N Ratio

S/N Ratio merupakan logaritma dari rata-rata kuadrat simpangan dari nilai target atau hasil transformasi dari beberapa replikasi data sehingga nilainya mewakili kualitas penyajian variasi. S/N ratio kadar air biobriket berturut-turut adalah -16.997; -17.056; -17.056; -16.996; -16.788; -17.027; -16.996; -17.087. Adapun *Current Grand Average of Performance* sebesar -17.001.

Analisis Variansi Respon Kadar Air Biobriket

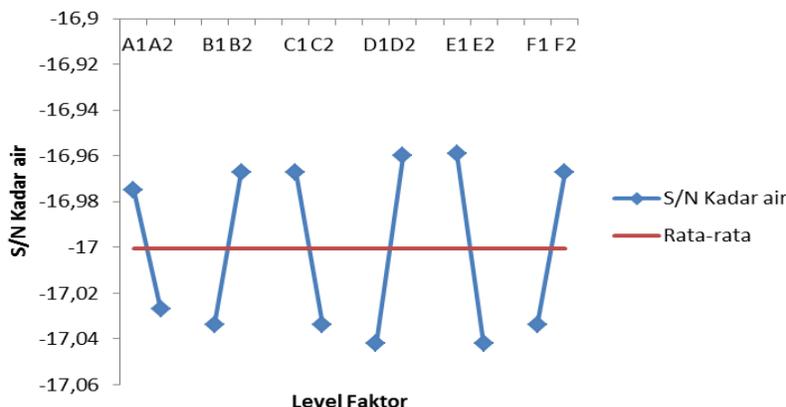
Dalam meminimalkan kadar air biobriket, menggunakan karakteristik kualitas *smaller is better* agar dihasilkan *biobriket* yang optimal sesuai kebutuhan. Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan pada kadar air biobriket ditunjukkan tabel 3.

Tabel . ANOVA kadar air biobriket

Col #/Factors	DOF (f)	Sum of Sqrs (S)	Var (V)	F-Ratio (F)	Pure Sum (S')	Percent P(%)
1 A: Komposisi limbah jarak pagar	1	0.005	0.005	53.364	0.005	8.793
2 B: Komposisi sekam	1	0.009	0.009	90.531	0.008	15.034
3 C: Komposisi serbuk gergaji	1	0.008	0.008	89.688	0.008	14.892
4 D: Komp arang tempurung kelapa	1	0.013	0.013	136.434	0.013	22.742
5 E: Komposisi perekat	1	0.013	0.013	135.994	0.013	22.668
6 F: Suhu pengeringan	1	0.008	0.008	88.502	0.008	14.693
Other Error	1	-0.001	-0.001			1.178
Total	7	0.059				100,00%

Main Effect

Rata-rata efek faktor merupakan selisih kadar air tiap level pada setiap faktor utama yang mempengaruhi kadar air biobriket dengan karakteristik kualitas *smaller is better*. Hubungan kadar air, mean kadar air dan nilai efek setiap faktor pada tiap level untuk setting parameter optimal pembentuk biobriket pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik efek faktor utama dan minimasi kadar air

Kondisi Optimum Kadar Air Biobriket

Berdasarkan grafik pada gambar 6, diperoleh kondisi optimal pembentuk biobriket yang menghasilkan kadar air minimum dari 6 variasi faktor utama adalah A2B1C2D1E2F2 seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Kodisi optimum kadar air biobriket

Column #/Factors	Level Discription	Level	Contribution
1 A: Komposisi limbah jarak pagar	60 gr	2	0.025
2 B: Komposisi arang sekam	40 gr	1	0.033
3 C: Komposisi serbuk gergaji	40 gr	2	0.033
4 D: Komposisi tempurung kelapa	20 gr	1	0.041
5 E: Perekat	Tetes tebu	2	0.041
6 F: Suhu pengeringan	105°C	2	0.033
Total Contribution From All Factor			0.206
Current Grand Average Of Performance			-17.001
Expected Result At Optimum			-16.795

Pembahasan

Respon kadar air biobriket dinyatakan dengan besaran %. Variabel terikat ini mempunyai karakteristik kualitas lebih kecil lebih baik (*smaller the better*) yang artinya semakin kecil kadar air biobriket, semakin disukai karena biobriket semakin kering dan ringan sehingga nilai kalor lebih tinggi.

Untuk mengetahui faktor utama yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon kadar air biobriket, maka digunakan analisis varians (ANOVA). Data yang digunakan dalam analisis ANOVA telah ditransformasi ke dalam rasio S/N (*signal to noise*). Faktor-faktor yang diuji apakah berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air biobriket dengan ANOVA dua arah adalah komposisi limbah jarak (A), komposisi arang sekam (B), komposisi serbuk gergaji (C), komposisi arang tempurung kelapa (D), perekat (E) dan suhu pengeringan (F).

Hasil pengujian hipotesis yang dapat diambil dari tabel ANOVA diatas adalah menunjukkan bahwa :

Ho: $\alpha_1 = \dots = \alpha_3 = 0$ (tidak ada efek faktor komposisi limbah jarak)

H1 : paling sedikit ada satu pasang α_i yang tidak sama.

Kesimpulan : **P Value = 8.793% > 5%**, maka menolak Ho, yaitu ada pengaruh perbedaan level dari komposisi limbah jarak pagar terhadap kadar air biobriket.

Selanjutnya, untuk efek faktor B, C, D, E dan F disajikan pada tabel 3 di atas.

Dari hasil pengujian diatas maka faktor yang berpengaruh secara signifikan ($\alpha=5\%$) terhadap variabel respon kadar air biobriket yaitu komposisi limbah jarak pagar (A), komposisi arang sekam padi (B), komposisi serbuk gergaji (C), komposisi tempurung kelapa (D), perekat (E) dan suhu pengeringan (F).

Berdasarkan tabel 4, kondisi optimum pada respon kadar air biobriket menunjukkan bahwa untuk mengoptimalkan kadar air biobriket diperlukan setting parameter A2B1C2D1E2F2, artinya komposisi limbah jarak 60 gr, komposisi arang sekam 40 gr, komposisi serbuk gergaji 40 gr, komposisi tempurung kelapa 20 gr, perekat

tetes tebu dan suhu pengeringan 105°C. Kondisi optimum dipilih untuk setiap level yang memberikan nilai rata-rata rasio S/N yang tertinggi.

KESIMPULAN

Hasil pengambilan dan pengolahan data menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air biobriket sebagai substitusi kayu dan gas adalah komposisi limbah jarak pagar (A), komposisi arang sekam (B), komposisi serbuk gergaji (C), komposisi tempurung kelapa (D), perekat (E) dan suhu pengeringan (F) yang memberikan persen kontribusi masing-masing sebesar 8.793%, 15.034%, 14.892, 22.742%, 22.668% dan 14.693%.

Model yang diperoleh dari variasi level faktor yang dapat meminimalkan kadar air biobriket adalah A2B1C2D1E2F2, artinya komposisi limbah jarak 60 gr, komposisi arang sekam 40 gr, komposisi serbuk gergaji 40 gr, komposisi tempurung kelapa 20 gr, perekat tetes tebu dan suhu pengeringan 105°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, S., dkk., (2008), *Pembuatan Biobriket dari Campuran Bungkil Jarak Pagar (Jatropha Curcas.L) dengan Sekam sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Proceeding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN : 1411-4216, UNDIP; Semarang.
- Li, Y., et al., (2000), *High pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel*, Biomass and Bioenergy., 19, pp. 177-186.
- Montgomery, D.C., (1996), *Design and Analysis Experimen*, Fourth Edition, Arizona state University.
- Nadoli, I., (2009), Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu terhadap Mutu yang Dihasilkan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara.
- Nugraha, S., dan Setiawati, J., (2006), *Peluang Bisnis Arang Sekam*, Balai Penelitian Pascapanen Pertanian, Jakarta.
- Ross, P.J., (1998), *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, Second Edition, MC Graw Hill, Singapore.
- Saptoadi, H., (2004), *Research Of Combustion Characteristics Of Fuel Briquettes Made from Wooden Saw And Lignite*. Proceedings International Workshop on Biomass & Clean Fossil Fuel Power Plant Technology : Sustainable Energy Development& CDM, Jakarta, January 13-14
- Tambunan, A., dkk., (2007), *"Teknologi Bioenergi"*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Thomas, Q., et al., (2011), *Trade of Function for Robust Design Engineers*.
- Tong., and Tsu., (1997), *Optimizing Multirespon Problems In The Taguchi Methods by Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*, Quality And Reability Engineering International., 13, pp. 25-34.
- Wardono., (2010), *Budi Daya Tanaman Jarak Pagar*, Modul Pelatihan untuk Kelompok Tani, Boyolali.
- Werther, J., et al., (2000), *Combustion of Agricultural Residues*, Progress in Energy and Combustion Science., 26, pp. 1-27.