

Setting Parameter Yang Optimal Pada Proses Pembriketan Limbah Biomassa Guna Mendapatkan Kadar Air Briket Minimal Dalam Menciptakan Energi Alternatif Yang Ekonomis

Oleh :

Sartono Putro¹, Musabbikhah², Sri Hartati³

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta

Jl. Raya Solo Baki Km 2 Kwarasan Solo Baru 57552 Telp 0271 621176

³Fakultas Pertanian, Universtas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo

Jl. Letjend S. Humardani No.1 Kampus Jombor Sukoharjo Telp 0271 593156

Email: sartono_putro@ums.ac.id

Abstrak

Ketersediaan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui di Indonesia semakin menipis seiring dengan kebutuhan energi yang terus meningkat, sehingga memaksa manusia untuk mencari bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar alternatif ekonomis dan ramah lingkungan adalah briket dari limbah biomassa. Dalam proses pembriketan, dibutuhkan setting parameter yang tepat agar dihasilkan briket yang berkualitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan setting parameter yang tepat dari proses pembriketan agar kualitas briket meningkat ditinjau dari kadar air (moisture content) yang rendah.. Model yang digunakan untuk mengetahui kualitas biobriket ditinjau dari kadar air menggunakan lima variabel bebas yaitu Putaran motor (A) tekanan (B), Waktu penahanan (C), Komposisi bahan dan perekat (D) dan suhu pengeringan (E). Metode yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pembriketan adalah Taguchi mengacu pada OA L8(2⁷). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap proses pembriketan yang menghasilkan moisture content yang rendah adalah putaran motor (A) tekanan (B), waktu penahanan (C), komposisi limbah dan perekat (D) dan suhu pengeringan (E) yang memberikan persen kontribusi masing-masing sebesar 6,97%, 43,19%, 18,76%, 10,65% dan 19,37%. Model yang diperoleh dari variasi level faktor yang dapat mengoptimalkan biobriket adalah A2B1C2D1E2, artinya putaran motor 1250 rpm, tekanan 50 kg/cm², waktu penahanan 7.5 menit, komposisi limbah dengan perekat 10:1 dan suhu pengeringan 105 °C. Pada respon kadar air, rata-rata kadar air biobriket sebesar 7.53 % artinya memenuhi standar SNI (maksimum 10 %), sehingga biobriket hasil penelitian memiliki karakteristik yang baik sebagai bahan bakar alternatif.

Kata kunci: Briket, Proximate, Moisture content, Taguchi

Pendahuluan

Latar belakang

Minyak bumi adalah energi yang tidak dapat diperbaharui, tetapi dalam kehidupan sehari-hari bahan bakar minyak masih menjadi pilihan utama sehingga akan mengakibatkan menipisnya cadangan minyak bumi (Santosa, dkk, 2010). Oleh sebab itu perlu solusi pemanfaatan sumber energi yang dapat diperbaharui. Indonesia sebagai negara agraris memiliki sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui cukup banyak, di antaranya adalah biomassa atau bahan-bahan limbah organik. Salah satu sumber energi biomassa yang potensial adalah limbah pertanian, seperti sekam padi dan jerami serta limbah pertanian/perkebunan lainnya. Limbah pertanian maupun perkebunan yang cukup potensial untuk diolah menjadi bahan bakar alternatif adalah jarak pagar, sekam padi dan jerami, karena ketersediaannya yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal (Surono, 2010).

Salah satu komoditas penghasil BBN adalah jarak pagar. Komoditas ini termasuk yang mendapat perhatian pemerintah maupun para ahli dalam ikut mendukung kebijakan energi nasional melalui pengembangan bahan bakar nabati. Pemanfaatan teknologi bahan bakar nabati briket dari bungkil jarak pagar haruslah dilakukan melalui cara yang tepat dengan mempertimbangkan segala faktor yang mempengaruhinya.

Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Secara umum densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan (Bhattacharya dkk, 1996) antara lain dapat menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut serta mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam. Tekanan pembriketan mempunyai pengaruh terhadap densitas dan kekuatan

tekan briket. Briket mempunyai keuntungan ekonomis karena dapat diproduksi secara sederhana, memiliki nilai kalor tinggi, ketersediaan bahan baku banyak sehingga dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

Perumusan Masalah

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.

Secara umum sekam padi berwarna kekuningan atau keemasan. Kebanyakannya mempunyai panjang 5 - 10 mm dan lebar 2,5 - 5 mm. Sekam padi memiliki kerapatan jenis 1,125 kg/m³. Sekam padi mempunyai komposisi kimia selulosa yang dapat dikonversi menjadi arang. (Siahaan, dkk., 2013).

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).

Selanjutnya, dengan setting parameter optimum pada proses pembriketan, diharapkan limbah sekam padi dan jerami dapat dimanfaatkan sebagai arang sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis limbah pertanian tersebut.

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

- 1) Bagaimana memanfaatkan dan mengolah limbah jarak pagar, limbah pertanian dan perekat menjadi biobriket yang memiliki kadar air rendah?
- 2) Bagaimana setting parameter putaran motor, tekanan, waktu penahanan, komposisi bahan : perekat, suhu pengeringan yang tepat untuk mendapatkan biobriket berkualitas yang ekonomis ?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan setting parameter yang tepat dari proses pembriketan agar dihasilkan briket berkualitas ditinjau dari kadar air yang rendah.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain :limbah Jarak pagar (daun, akar, batang, kulit), arang sekam padi, arang jerami dan pati kanji. seperti terlihat pada Gambar 1.



a) Limbah jarak pagar

b) Arang sekam

c) Arang jerami

d) Pati kanji

Gambar 1. Bahan pembuat biobriket

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 100-110°C. Untuk mengetahui kadar air dari bahan kering dilakukan pengeringan menggunakan oven listrik dan dirumuskan sebagai berikut :

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

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

Analisis 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 :

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

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

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

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

$$SSe = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB} \dots\dots\dots(9)$$

$$MS_A = SS_A/V_A \dots\dots\dots(10)$$

$$MS_B = SS_B/V_B \dots\dots\dots(11)$$

$$MS_{AXB} = SS_{AXB} / V_{AXB} \dots\dots\dots(12)$$

$$Mse = SSe/Ve \dots\dots\dots(13)$$

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

Metode Penelitian

Variabel penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini sebanyak 5 (lima) variabel seperti disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel bebas pembuat biobriket

No	Factors	Level 1	Level 2
1	A: Putaran Motor	1000 rpm	1250 rpm
2	B: Tekanan	50 kg/cm2	60 kg/cm2
3	C: waktu penahanan	5 menit	7.5 menit
4	D: Komposisi bahan : perekat	10 : 1	10 : 2
5	E: Suhu pengeringan	100 °C	105 °C
6	COLUMN UNUSED	*UNUSED*	-----

Adapun variabel terikat untuk mengetahui kualitas biobriket adalah kadar air (*moisture content*)

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).

$$\hat{Y}_{ijklm} = \mu + \bar{A}_i + \bar{B}_j + \bar{C}_k + \bar{D}_l + \bar{E}_m + \varepsilon_{n(ijklm)} \dots\dots\dots(15)$$

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

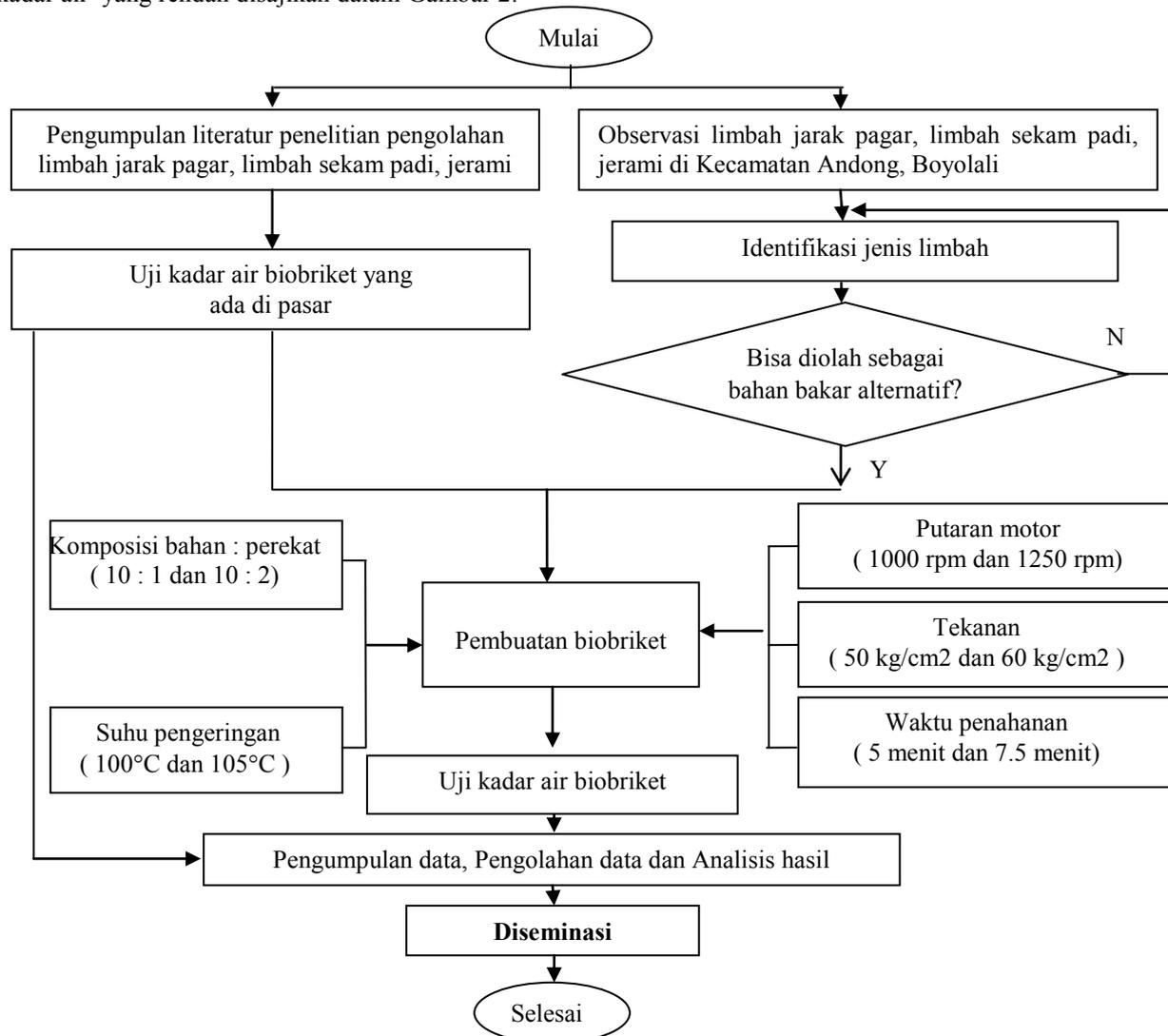
Ho : $\alpha_1 = \alpha_2 \dots\dots = \alpha_m = 0$

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 2.



Gambar 2. 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). Berikut ini proses pembriketan, dan pengujian kadar air seperti disajikan pada Gambar 3.



a) Pemasukan bahan baku

b) Biobriket hasil pembriketan

Gambar 3. Proses Pembriketan

Selanjutnya, biobriket yang dihasilkan dilakukan pengujian kadar air. Pengujian ini dilakukan di Lab energi kayu Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah mada. Berikut proses pengujian kadar air biobriket seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



a) Penimbangan sampel biobriket

b). Pengkodean



c) Pemisahan dalam cawan

d) Proses pengeringan (oven)

Gambar 4. Proses pengujian kadar air biobriket

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-urut adalah -17.56; -17.533; -17.617; -17.589; -17.263; -17.481; -17.56; -17.731. Adapun *Current Grand Average of Performance* sebesar -17.542.

Analisis Variansi Respon Kadar Air Biobriket

Dalam meminimasi kadar air biobriket, menggunakan karakteristik kualitas *smaller is better* agar dihasilkan *biobriket* yang optimal sesuai kebutuhan masyarakat. Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan pada kadar air biobriket ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2 . ANOVA kadar air biobriket

Col #/Factors	DOF (f)	Sum of Sqrs (S)	Var (V)	F-Ratio (F)	Pure Sum (S')	Percent P(%)
1 A: Putaran motor	1	0.008	0.008	47.277	0.008	6.966
2 B: Tekanan	1	0.054	0.054	287.923	0.054	43.193
3 C: Waktu penahanan	1	0.023	0.023	125.634	0.023	18.762
4 D: Komposisi bahan : perekat	1	0.013	0.013	71.755	0.013	10.651
5 E: Suhu pengeringan	1	0.024	0.024	129.684	0.024	19.372
Other Error	2	-0.001	-0.001			1.056
Total	7	0.125				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.

Tabel 3. Efek faktor utama kadar air biobriket

Col #/Factors	Level 1	Level 2	L2 – L 1
1 A: Putaran motor	-17.575	-17.509	0.065
2 B: Tekanan	-17.460	-17.624	-0.164
3 C: Waktu penahanan	-17.596	-17.488	0.108
4 D: Komposisi bahan : perekat	-17.500	-17.584	-0.084
5 E: Suhu pengeringan	-17.597	-17.486	0.111

Kondisi optimum kadar air biobriket

Kondisi optimal pembentuk biobriket sebagai setting parameter yang tepat dalam menghasilkan kadar air minimum biobriket dari 5 variasi faktor utama adalah A2B1C2D1E2 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kodisi optimum kadar air biobriket

Column #/Factors	Level Discription	Level	Contribution
1 A: Putaran motor	1250 rpm	2	0.033
2 B: Tekanan	50 kg/cm ²	1	0.082
3 C: Waktu penahanan	7.5 menit	2	0.054
4 D: Komposisi bahan : perekat	10 : 1	1	0.041
5 E: Suhu pengeringan	105 derajat	2	0.055
Total Contribution From All Factor			0.265
Current Grand Average Of Performance			-17.542
Expected Result At Optimum			-17.277

Pembahasan

Respon kadar air biobriket dinyatakan dengan besaran %. Variabel respon 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, mudah dinyalakan dan 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 adalah putaran motor (A) tekanan (B), waktu penahanan (C), komposisi bahan dan perekat (D) dan suhu pengeringan (E).

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

Ho: $\alpha_1 = \dots = \alpha_3 = 0$ (tidak ada efek faktor *putaran motor*)

H1 : paling sedikit ada satu pasang α_1 yang tidak sama.

Kesimpulan : **P Value = 6.966% > 5%**, maka menolak Ho, yaitu ada pengaruh perbedaan level dari putaran motor terhadap kadar air biobriket. Selanjutnya, untuk efek faktor B, C, D, E dan F disajikan pada Tabel 2 di atas.

Dari hasil pengujian diatas maka faktor yang berpengaruh secara signifikan ($\alpha=5\%$) terhadap variabel respon kadar air biobriket yaitu putaran motor (A) tekanan (B), waktu penahanan (C), komposisi bahan dan perekat (D) dan suhu pengeringan (E).

Berdasarkan Tabel 4, kondisi optimum pada respon kadar air biobriket menunjukkan bahwa untuk mengoptimalkan kadar air biobriket diperlukan setting parameter A2B1C2D1E2, artinya putaran motor 1250 rpm, tekanan 50 kg/cm², waktu penahanan 7.5 menit, komposisi limbah dengan perekat 10:1 dan suhu pengeringan 105°C. Kondisi optimum dipilih untuk setiap level yang memberikan nilai rata-rata rasio S/N yang tertinggi.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air biobriket dan model yang diperoleh dari variasi level faktor yang dapat meminimalkan kadar air biobriket adalah A2B1C2D1E2 artinya putaran motor 1250 rpm, tekanan 50 kg/cm², waktu penahanan 7.5 menit, komposisi limbah dengan perekat 10:1 dan suhu pengeringan 105°C yang memberikan persen kontribusi masing-masing sebesar 6.966%, 43.193%, 18.762, 10.651%, dan 19.372%. Pada respon kadar air, rata-rata kadar air biobriket sebesar 7.53 % artinya memenuhi standar SNI, sehingga biobriket hasil penelitian memiliki karakteristik yang baik sebagai bahan bakar alternatif.

Daftar Pustaka

- Bhattacharya, S.C., Leon, M.A. and Rahman, M.M., (1996), *A Study on Improved Biomass Briquetting*, Energy Program, SERD-AIT, Pathumthani, Thailand.
- 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.
- Montgomery, D.C., (1996), *Design and Analysis Experimen*, Fourth Edition, Arizona state University.
- Ross, P.J., (1998), *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, Second Edition, MC Graw Hill, Singapore.
- Santosa, Mislaini, R., dan Anugrah, S.P., (2010), *Studi Variasi Komposisi Ahan Penyusun Briket dari Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian*, 2010, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas.
- Siahaan, S., Hutapea, M dan Hasibuan, R., (2013), *Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi*, Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 2, No. 1, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
- Surono, U.B., (2010), *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan*, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4, No. 1.
- 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.
- Werther, J., et al., (2000), *Combustion of Agricultural Residues*, Progress in Energy and Combustion Science., 26, pp. 1-27.