

PENENTUAN SETTING LEVEL OPTIMAL UNTUK PEMBUATAN BRIKET BERBAHAN BAKU LIMBAH DAUN PENYULINGAN NILAM

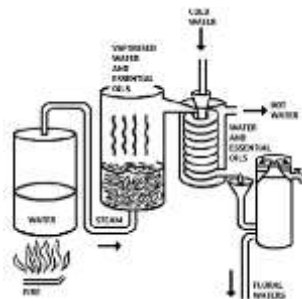
Nasir Widha Setyanto¹⁾, Lely Riawati²⁾, Rio Prasetyo Lukodono³⁾, Raditya Ardianwiliandri⁴⁾
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya^{1,2,3,4)}

Abstract Patchouli oil is the main ingredient of perfume as the binder of the fragrances. Patchouli oil is the distillates of patchouli's leaves and stems. The distillation produces waste (dry leaves) which nowadays used as fertilizer, myrrh, mosquito coil, compost, and as the fuel of the distillation process itself. Up to today, the use of dry leaves as the distillation's fuel is by burning them normally. We believe that this fuel can be used by other sectors by forming it as brickets. This research aims to find the right parameter combination of the patchouli's dry leaves, stems, and other materials with taguchi's method that hopefully can be used as household and even industrial fuels. Factors that contribute the most to elevates the average value of the combustion's duration are the adhesive level, patchouli leaves' carbon particle size, and drying duration. Whereas the combustion duration interval is $44,3036 \leq \mu_{predicted} \leq 61,62$.

Key Words Bricket, Patchouli leaves, Combustion Duration, Waste

1. Pendahuluan

Minyak nilam merupakan bahan utama pembuat parfum, dimana ia berfungsi sebagai bahan pengikat wangi. Minyak nilam merupakan hasil penyulingan dari daun dan batang tanaman nilam. Tanaman nilam juga berperan penting pada dunia farmasi, hal ini dikarenakan bahwa beberapa produk farmasi seperti aromaterapi, antibiotik, obat nyamuk juga merupakan produk dengan penambahan dari hasil tanaman nilam. Proses mendapatkan minyak nilam ini terdapat beberapa cara antara lain, cara mekanik dan fisika-kimia (proses penyulingan).



Gambar 1 Proses Penyulingan Minyak Nilam [1]

Penyulingan minyak nilam akan menghasilkan 2 output yang terdiri dari minyak nilam dan daun kering dari nilam. Gambar 1 merupakan proses penyulingan minyak nilam. Limbah dari daun kering hasil penyulingan minyak nilam saat ini sudah banyak

dimanfaatkan sebagai contoh untuk digunakan sebagai pupuk, dupa, obat nyamuk bakar, kompos dan dibakar untuk penyulingan minyak nilam itu sendiri. Selama ini di tempat usaha pemanfaatan dari limbah untuk bahan bakar di tempat penyulingan minyak nilam adalah dengan dibakar biasa. Hal ini bertujuan untuk melakukan penghematan penggunaan energi bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran pada penyulingan.

Meskipun dengan penggunaan limbah sisa penyulingan minyak nilam sebagai bahan bakar dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil tetapi ada harapan penggunaan bahan bakar ini dapat diperluas untuk penggunaan di sektor yang lain sebagai contoh rumah tangga. Limbah dari daun dan batang nilam yang sudah kering ketika akan dimanfaatkan untuk penggunaan skala lain perlu dikemas dalam bentuk yang ringkas dan mudah untuk disimpan dan digunakan. Briket merupakan bentuk pengemasan yang umumnya digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Briket adalah bahan bakar yang berasal dari bahan yang berupa potongan-potongan atau bahkan serbuk dicampur dengan bahan lain yang dipadatkan sehingga berbentuk solid. Dalam membuat briket dapat dilakukan dengan dua cara yaitu proses kering dan proses basah. Proses kering membutuhkan adanya tekanan yang tinggi sedangkan proses basah membutuhkan adanya zat pengikat sehingga tekanan yang dibutuhkan rendah [2].

Beberapa pemanfaatan limbah yang telah dilakukan untuk membuat briket adalah antara lain sabut kelapa, cangkang kemiri, kulit durian,

* Corresponding author. Email : nazzyr_lin@ub.ac.id

Published online at <http://Jemis.ub.ac.id>

Copyright ©2016 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

dll. Briket yang baik adalah memiliki permukaan yang tidak kasar, tidak berbekas, mudah untuk dinyalakan, asap hasil pembakaran tidak mengandung racun, dan tidak mudah berjamur.

UKM Nilam Sari yang beralamatkan di Kecamatan Dongko Kabupaten Trenggalek merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyulingan minyak nilam. berdasarkan data pada Tahun 2009 berdasarkan informasi dari website Kemenperin, negara Indonesia mampu memasok sebanyak 90% dari kebutuhan bahan baku minyak atsiri jenis nilam di dunia [3]. Hal ini mengindikasikan bahwa permintaan akan minyak nilam di dunia akan selalu konstan dan tinggi. Ketika kita terus memproduksi untuk memenuhi permintaan tersebut maka dapat berbanding lurus terhadap limbah daun dan batang nilam yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter yang cocok antara limbah daun dan batang nilam kering dengan bahan pembuat briket lainnya sehingga mampu menghasilkan briket yang dapat digunakan untuk skala rumah tangga ataupun industri. Beberapa bahan yang digunakan untuk membuat briket pada umumnya seperti perekat, air, dll. Selain dari komposisi bahan penelitian ini juga memperhatikan kombinasi dari parameter proses yang digunakan untuk membuat briket.

Penentuan kombinasi dari parameter pembuatan briket pada penelitian ini adalah menggunakan metode taguchi. Metode taguchi memandang kualitas sebagai kerugian yang diterima oleh pelanggan setelah produk digunakan, kerugian ini disebabkan oleh kualitas produk itu sendiri [4]. Metode taguchi banyak digunakan secara luas untuk menentukan kombinasi faktor dan level sehingga memperoleh hasil yang optimal yang salah satunya pada penelitian yang dilakukan oleh Nasir, dkk yang bertujuan untuk meningkatkan kadar pupuk organik [5] dengan memanfaatkan limbah. Begitu juga pada penelitian ini memanfaatkan limbah dari daun nilam kering supaya dapat menjadi bahan bakar alternatif.

2. Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Studi Lapangan dan Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan studi/survey lapangan untuk mengetahui jumlah dan potensi dari ketersediaan serta kualitas dari limbah

daun dan batang nilam kering. Selanjutnya dilakukan studi pustaka melalui penelitian-penelitian yang pernah dilakukan terdahulu berupa jurnal, skripsi, maupun buku yang berhubungan dengan pembuatan briket dan rekayasa kualitas dengan metode Taguchi

2. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan landasan teori yang berkaitan yakni alternative pengolahan limbah dari daun dan batang nilam kering sehingga dapat digunakan sebagai alternative bahan bakar minyak atau energy fosil.

3. Penetapan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat menentukan kombinasi bahan dan proses yang digunakan untuk membuat briket berbahan limbah daun dan batang nilam kering. Sedangkan manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah memberikan alternatif pada pengolahan limbah daun dan batang nilam kering.

4. Desain Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari desain penelitian:

a. Penentuan Respon

Data respon yang didapatkan dari eksperimen harus diukur dengan alat ukur yang valid dengan pengukuran yang benar. Dalam penentuan respon ini terdiri dari dua karakteristik kualitas yaitu memilih karakteristik kualitas (variabel tak bebas) dan memilih faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (variabel bebas).

b. Identifikasi Faktor-faktor yang Berpengaruh

Dalam penelitian ini diperkirakan tidak semua faktor mempengaruhi respon sehingga hanya beberapa faktor yang dianggap penting dan memiliki pengaruh besar saja yang akan diteliti pengaruhnya.

c. Pemisahan Faktor-faktor Terkendali dan Faktor Tidak Terkendali

Dalam metode Taguchi, faktor yang mempengaruhi suatu eksperimen dibedakan menjadi dua yaitu faktor terkendali dan faktor tidak terkendali.

d. Penentuan Jumlah Faktor dan Level Faktor

Penelitian ini memiliki empat faktor dengan masing-masing faktor memiliki tiga level faktor yang mengacu pada Tabel *Orthogonal Array* $L_9(3^4)$ [4].

e. Identifikasi Interaksi Antar Faktor

Pada tahap identifikasi antar faktor merupakan tahap dimana mengidentifikasi

faktor mana saja yang dianggap penting, tetapi pengaruhnya masih harus diselidiki.

f. Perhitungan Derajat Kebebasan

Pada perhitungan derajat kebebasan berguna untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang dilakukan.

g. Pemilihan *Orthogonal Array*

Dalam pemilihan *Orthogonal Array* haruslah memenuhi pertidaksamaan $V_m > V_p$ dengan V_m adalah jumlah percobaan dikurangi dengan 1 dan V_p adalah jumlah total derajat kebebasan.

h. Penugasan Faktor pada *Orthogonal Array*

Penugasan faktor pada *Orthogonal Array* yang dipilih berdasarkan pada grafik linear dan Tabel trianguler. Kedua hal ini merupakan alat bantu yang dirancang oleh Taguchi. Pada Tabel 1 merupakan *Orthogonal Array* yang dipakai pada penelitian kali ini.

Tabel 1 *Orthogonal Array* yang Dipakai [4]

No. Eksperimen	Faktor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	3	3
5	2	2	2	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

3. Persiapan dan Pelaksanaan Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan persiapan dan eksperimen berdasarkan faktor-faktor dan level faktor yang berpengaruh serta *Orthogonal Array*, dengan melakukan eksperimen pada proses pembuatan briket. Selanjutnya dilakukan analisis data dari hasil eksperimen. Data hasil eksperimen dapat diolah dan dianalisis sehingga hasil dapat diinterpretasikan dari pengolahan data eksperimen yang sudah relevan.

4. Penentuan *Setting Level* Faktor Optimal

Optimasi dilakukan dengan memaksimalkan nilai rata-rata dan meminimalkan nilai variansi. Sehingga hasil optimal berupa setting level optimal dari masing-masing faktor dan level yang ada pada eksperimen Taguchi dapat diketahui.

5. Prediksi Kondisi Optimal dan Selang Kepercayaan

Setelah menentukan setting level optimal maka perlu mengetahui kondisi optimal rata-

rata jumlah lama waktu pembakaran dan jumlah kalor yang dihasilkan yang bertujuan untuk memperkirakan kondisi sebenarnya.

6. Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Hal ini bertujuan untuk memverifikasi dugaan yang dibuat pada saat model performansi penentuan faktor dan interaksinya serta setting parameter (faktor) yang optimum hasil analisis hasil percobaan pada performansi yang diharapkan.

7. Perbandingan Kondisi Aktual dan Konfirmasi

Perbandingan kondisi aktual dan konfirmasi bertujuan untuk mengetahui apakah hasil eksperimen Taguchi memberikan hasil yang lebih baik dari kondisi aktual yang sebelumnya. Untuk membandingkan kedua kondisi tersebut digunakan uji hipotesis beda dua rata-rata (dengan sampel <30)

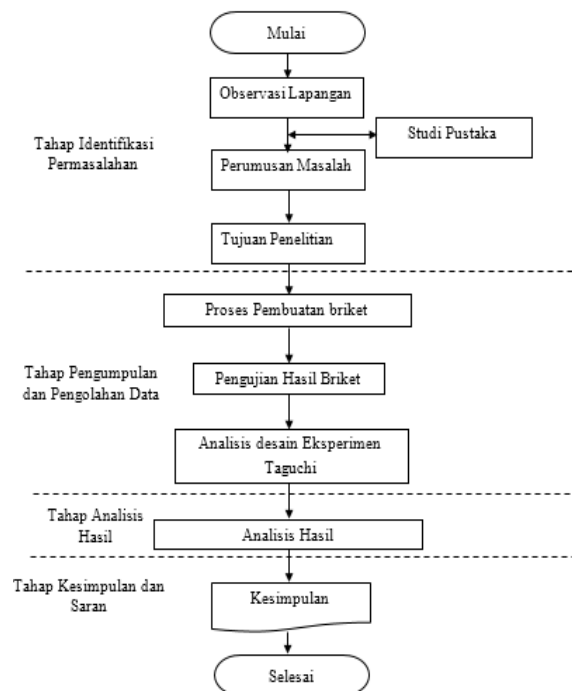
8. Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan.

9. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yang menjawab tentang tujuan pada uraian sebelumnya dan menyimpulkan hasil dari pengumpulan, pengolahan dan analisa dari data.

Langkah-langkah dari penelitian ini dirangkum dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penetapan Karakteristik Kualitas

Indikator dalam kualitas dari briket adalah tingkat kalor yang dihasilkan dan kadar air sehingga dapat meningkatkan lama waktu pembakaran dari briket. Berdasarkan hal tersebut bisa kita tetapkan bahwa karakteristik kualitas briket adalah *larger the better* dimana semakin besar nilai dari lama pembakaran dari briket tersebut semakin baik. Penilaian lama waktu pembakaran briket ini adalah dengan menggunakan *stopwatch*.

Identifikasi dan Penetapan Faktor Berpengaruh

Dalam pembuatan briket, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas briket yang dapat dikelompokkan menjadi faktor *noise* dan faktor terkendali. Faktor *noise* dalam pembuatan briket adalah cuaca.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas briket. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Arief Karim mengenai pengaruh perekat tapioka terhadap karakteristik kualitas briket eceng gondok dan Muhammad Faizal Dkk pada penelitian yang sama dapat dikatakan bahwa komposisi perekat mempengaruhi kualitas dari briket [6,7].

Sedangkan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Djoko Purwanto yang meneliti tentang pengaruh ukuran partikel dan tekanan kempa terhadap kualitas biobriket, diketahui bahwa ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksinya memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, karbon, dan zat terbang biobriket [8]. Penelitian terkait pengaruh ukuran partikel terhadap kualitas briket juga dikuatkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Sudiro Dkk dengan variabel penelitian komposisi arang batubara dengan jerami padi yaitu 100/0; 70/30; 50/50; 30/70; 0/100 dan ukuran partikel sebesar 35 mesh dan 50 mesh, didapatkan hasil yang terbaik yakni dengan ukuran partikel 35 mesh dan komposisi 50/50 yang ditinjau dari segi kadar air, kadar volatil meter, kadar karbon dan nilai kalornya [9].

Faktor lama pengeringan briket juga mempengaruhi kualitas dari briket, penelitian yang dilakukan oleh Edi Suranta Ginting membuktikan bahwa terdapat pengaruh lama pengeringan briket terhadap nilai kalor yang dihasilkan, menunjukkan bahwa semakin lama

durasi pengeringan briket maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan [10].

Berdasarkan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas briket yang telah disebutkan di atas, maka akan dibuat rancangan desain eksperimen taguchi untuk pembuatan briket dari daun nilam dengan faktor yang mempengaruhi kualitas briket dari berbagai penelitian di atas jika disimpulkan adalah kadar perekat, tekanan pengepresan, ukuran partikel, lama pengeringan, model cetakan dan lama penahanan saat pengepresan. Akan tetapi untuk faktor lama penahanan dan model cetakan dihilangkan karena dari hasil penelitian musabikah terbukti hanya memiliki persentase kontribusi yang kecil. Sehingga didapatkan faktor yang dipakai untuk rancangan desain eksperimen yaitu kadar perekat, tekanan pengepresan, ukuran partikel, dan lama waktu pengeringan [11].

Untuk penentuan level faktor didasarkan pada level faktor yang dipakai pada penelitian-penelitian sebelumnya yang akan menggunakan 4 faktor dan 3 level faktor yakni faktor kadar perekat dengan level faktor 10%, 15%, dan 20%, faktor ukuran partikel arang dengan level faktor 40 mesh, 50 mesh, dan 60 mesh, faktor persentase jumlah sekam 25%, 50%, dan 75%, serta faktor lama pengeringan dengan level faktor 3 hari, 4 hari dan 5 hari yang dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Degree Of Freedom Untuk Faktor Yang Terkontrol Dalam Penelitian

Faktor		Df
Kode	Penjelasan	
A	Faktor kadar perekat	(3-1)
B	Faktor ukuran partikel arang daun nilam	(3-1)
C	Persentase Jumlah Sekam	(3-1)
D	Faktor lama pengeringan	(3-1)
Total		8

Berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom orthogonal array*.

$$L_9(3^4) = (3-1) \times 4 = 8$$

$$n_{min} = (l - 1)k + 1$$

$$n_{min} = (3 - 1)4 + 1 = 9$$

Sehingga *orthogonal array* yang sesuai adalah $L_9(3^4)$. Pada Tabel 3.1 merupakan *orthogonal array* $L_9(3^4)$ yang digunakan dalam penelitian ini. Jumlah eksperimen yang harus dijalankan sesuai *Orthogonal Array* $L_9(3^4)$ adalah 9 kali eksperimen dengan replikasi

sebanyak 2 kali. Sehingga jumlah spesimen yang dibutuhkan untuk eksperimen Taguchi sebanyak 18 spesimen uji dari briket.

3.2 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Tahap pelaksanaan eksperimen ini adalah terkait dari proses pembuatan briket hingga pengujian lama waktu pembakaran dari briket.

Pembuatan Unit Eksperimen Briket Eksperimen Taguchi

1. **Penyiapan Bahan**
Pembuatan unit eksperimen dimulai dengan pembuatan arang dari daun nilam. Pembuatan arang ini dilakukan pembakaran daun nilam di dalam tong. Arang yang dihasilkan dari daun nilam kering ini biasanya 30% dari berat daun kering nilam total.
2. **Penghalusan Arang**
Arang hasil pembakaran dari daun nilam kering selanjutnya adalah dilakukan pernghalusan dengan cara digerus atau ditumbuk. Tujuan penghalusan arang ini adalah untuk mendapatkan unuran partikel arang sesuai dengan kebutuhan dari level faktor.
3. **Pengayakan**
Proses pengayakan dari arang ini menggunakan tiga ukuran antara lain 40 mesh 50 mesh, dan 60 mesh. Hasil dari tiga ukuran partikel pengayakan ini dilakukan pemisahan .
4. **Mencampur arang dengan sekam**
Pencampuran adonan dengan sekam yang sudah dihaluskan dengan ketentuan 25%, 50%, dan 75% dari bobot total adonan
5. **Mencampur arang dengan adonan tapioka**
Hasil dari pengayakan dilakukan pencampuran dengan adonan tapioka dengan penimbangan 10%, 15%, dan 20% dari berat total briket.
6. **Mencetak adonan menjadi briket**
Campuran dari arang halus dan tapioka dicetak dengan dilakukan pengepressan
7. **Pengeringan cetakan**
Ceetakan dari briket dilakukan pengeringan dengan kriteria 3, 4, dan 5 hari.

Pengujian Hasil Lama Pembakaran Briket

Data hasil eksperimen Taguchi diolah dengan menggunakan *analysis of variance* untuk data rata-rata eksperimen (*mean*).

1. **Pengolahan Data lama pembakaran briket**
Pengolahan data terkait kualitas briket dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

a. **Perhitungan Rata-rata Taguchi**

- 1) **Perhitungan nilai rata-rata eksperimen Taguchi**

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. Untuk sebagai contoh perhitungan nilai rata-rata untuk eksperimen ke-1, sebagai berikut:

$$\bar{y} = \frac{\sum x}{n} \tag{Pers. 1}$$

$$\bar{y} = \frac{(51.10 + 59.5)}{2}$$

$$\bar{y} = 55,3$$

Tabel 3. Perhitungan Nilai Rata-rata eksperimen Taguchi untuk lama Pembakaran Briket

Trial	FAKTOR				Replikasi		Rata-rata
	A	B	C	D	1	2	
1	1	1	1	1	51.10	59.50	55.30
2	1	2	2	2	38.05	36.06	37.06
3	1	3	3	3	33.48	35.35	34.42
4	2	1	2	3	36.40	39.39	37.90
5	2	2	3	1	44.45	45.04	44.75
6	2	3	1	2	32.20	30.10	31.15
7	3	1	3	2	27.10	31.12	29.11
8	3	2	1	3	27.56	27.55	27.56
9	3	3	2	1	24.10	23.30	23.70

- 2) **Perhitungan ANOVA Nilai Rata-rata Eksperimen Taguchi**

a. **Nilai rata-rata seluruh eksperimen adalah rata-rata dari semua data eksperimen**

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \tag{Pers. 2}$$

$$\bar{y} = \frac{51,10 + 59,5 + 38,05 + \dots + 24,10 + 23,30}{18}$$

$$\bar{y} = \frac{611,85}{18}$$

$$\bar{y} = 35,66$$

b. **Menghitung nilai rata-rata setiap level faktor dan pembuatan tabel respon**

Perhitungan nilai rata-rata faktor A level 1, sebagai berikut:

$$\bar{y}_{jk} = \frac{\sum \bar{y}_{ijk}}{n_{ijk}} \quad (\text{Pers. 3})$$

$$\bar{y}_{A1} = \frac{55,30 + 37,06 + 34,42}{3}$$

$$\bar{y}_{A1} = \frac{126,78}{3}$$

$$\bar{y}_{A1} = 42,26$$

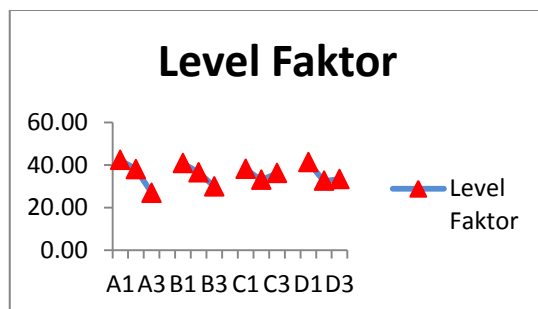
Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

- c. Membuat *response tabel* dan *response graph* untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi

Tabel 4. Tabel Respon Lama Pembakaran Briket Untuk Nilai Rata-rata Eksperimen Taguchi

Level Faktor	A	B	C	D
Level 1	42.26	40.77	38.00	41.25
Level 2	37.93	36.45	32.88	32.44
Level 3	26.79	29.76	36.09	33.29
Different	15.47	11.01	5.12	8.81
Rank	1	3	4	2

Response graph untuk nilai rata-rata digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Response Graph* Lama Waktu Pembakaran

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa faktor A level 1 memiliki rata-rata lama waktu pembakaran lebih tinggi dibandingkan dengan level 1 dan 2, faktor B level 1 juga mempunyai rata-rata waktu lama pembakaran briket yang lebih tinggi dibandingkan dengan level 2 dan 3, faktor D level 1 mempunyai rata-rata lama waktu pembakaran briket lebih tinggi dibandingkan dengan level 3 dan 2, sedangkan faktor C level 1 mempunyai rata-rata lama waktu pembakaran lebih tinggi dibandingkan dengan level 3 dan 2. Sehingga *setting level* optimal dari pembuatan briket berdasarkan perhitungan ANOVA nilai rata-rata pada respon lama waktu pembakaran yaitu A₁B₁C₁D₁. Hasil

perhitungan *analysis of variance* untuk nilai rata-rata (*mean*) eksperimen Taguchi selengkapnya pada Tabel 5.

Tabel 5 *Analysis of Variance* Nilai Rata-rata (*Mean*) Lama Waktu Pembakaran Briket

Sumber	SS	DF	MS	F ratio	SS	rho (%)
A	764.2	2	382.1261167	63.385	752.1949333	48.47
B	369.545	2	184.7724667	30.6491	357.4876333	23.04
C	80.269	2	40.13451667	6.6573	68.21173333	4.40
D	283.4	2	141.7002	23.5045	271.3431	17.49
Error	54.2578	9	6.02865	1	102.48705	6.60
SSt	1551.72	17	91.27790882		1551.72445	
Mean	22887.3	1				
SStot	24439	18				

Berdasarkan Tabel *analysis of variance* Tabel 5, diketahui bahwa faktor A, B, C, dan D memiliki pengaruh yang besar terhadap rata-rata lama waktu pembakaran briket (F-ratio dengan nilai F-tabel (F_{0,05;2;18}=4,256)).

3) *Pooling up of insignificant factors*

Karena faktor B (Faktor tekanan saat dilakukan pengepressan) memiliki pengaruh dan kontribusi yang lebih kecil dibandingkan dengan 3 faktor yang lain terhadap respon yaitu lama waktu pembakaran briket, maka faktor B akan dilakukan *pooling up*.

Berdasarkan hasil *analysis of variance* untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh secara signifikan dalam meminimalkan penyimpangan terhadap rata-rata hasil eksperimen, adalah kadar perekat, ukuran partikel arang daun sekam. Perhitungan besar persen kontribusi menunjukkan bahwa persen kontribusi *error* adalah sebesar 6,6%, yang artinya bahwa semua faktor yang signifikan mempengaruhi nilai rata-rata sudah cukup dimasukkan dalam eksperimen. Dalam eksperimen Taguchi, persen kontribusi diharapkan nilainya ≤ 50%, dengan nilai tersebut berarti faktor-faktor penting dalam eksperimen tersebut dilibatkan. Dengan persen kontribusi ≤ 50%, hasil eksperimen Taguchi telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai rata-rata optimumnya.

Prediksi Kondisi Optimum dan Selang Kepercayaan

Setelah *setting level* faktor yang optimal didapat, selanjutnya perlu diketahui

nilai prediksi lama pembakaran briket berdasarkan nilai rata-rata yang diharapkan pada kondisi optimum dan membandingkannya dengan hasil eksperimen konfirmasi. Apabila nilai prediksi dan hasil eksperimen nilainya hampir sama atau mendekati, maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen Taguchi sudah memenuhi syarat dalam eksperimen Taguchi. Sedangkan tujuan perhitungan selang kepercayaan yaitu untuk membuat perkiraan dari level-level faktor optimal yang didapat. Prediksi respon dan selang kepercayaan kondisi optimal untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi. Nilai rata-rata seluruh data eksperimen untuk lama waktu pembakaran briket adalah $\bar{y} = 35,66$, maka perhitungan respon (lama waktu pembakaran briket) rata-rata prediksi adalah sebagai berikut:

$$\mu_{predicted} = \bar{y} + (\bar{A1} - \bar{y}) + (\bar{D1} - \bar{y}) + (\bar{B1} - \bar{y}) \quad \text{(Pers. 4)}$$

$$\begin{aligned} \mu_{predicted} &= \bar{A1} + \bar{D1} + \bar{B1} - 2\bar{y} \\ \mu_{predicted} &= 42,26 + 41,25 + 40,77 - 2 \times 35,66 \\ \mu_{predicted} &= 52,96 \end{aligned}$$

Selang kepercayaan dari rata-rata prediksi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \cdot Ve \cdot \left[\frac{1}{n_{eff}} \right]} \quad \text{(Pers. 5)}$$

Dengan n_{eff} adalah

$$n_{eff} = \frac{\text{total number of experiment}}{\text{sum of degrees of freedom used in estimate of mean}} \quad \text{(Pers. 6)}$$

$$n_{eff} = \frac{9 \times 2}{v_{\mu} + v_A + v_C + v_D}$$

$$\begin{aligned} n_{eff} &= \frac{18}{1 + 2 + 2 + 2} \\ n_{eff} &= 2,57 \end{aligned}$$

Maka selang kepercayaan prediksinya dapat dihitung sebagai berikut:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \cdot Ve \cdot \left[\frac{1}{n_{eff}} \right]} \quad \text{(Pers. 7)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{0,05,1,9} \cdot 54,26 \cdot \left[\frac{1}{2,57} \right]}$$

$$\begin{aligned} Cl_{mean} &= \pm \sqrt{5,12 \times 54,26 \times \left[\frac{1}{2,57} \right]} \\ Cl_{mean} &= \pm 10,397 \end{aligned}$$

Sehingga selang kepercayaan untuk rata-rata proses yang optimal untuk kualitas lama waktu pembakaran briket adalah

$$\begin{aligned} \mu_{predicted} - Cl_{mean} &\leq \mu_{predicted} \\ &\leq \mu_{predicted} + Cl_{mean} \\ 52,96 - 10,397 &\leq \mu_{predicted} \leq 52,96 + 10,397 \\ 42,563 &\leq \mu_{predicted} \leq 63,357 \end{aligned}$$

3.3 Tahap Verifikasi

Pada tahap verifikasi ini melakukan eksperimen konfirmasi guna memverifikasi hasil dari *setting level* yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya.

Pengujian Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan eksperimen yang dijalankan pada kombinasi level-level faktor optimal yang terpilih berdasarkan hasil yang diperoleh dari eksperimen Taguchi.

Tabel 6 Lama Pembakaran dari Briket pada Eksperimen Konfirmasi

No. Sampel	Hasil Kuesioner
1	54.6
2	51.06
3	52.32
4	50.88
5	45.67
6	54.2
7	47.5
8	52.47
9	50.03
10	54.85

Pada Tabel 6 didapatkan nilai rata-rata (μ) sebesar 51,36 dan variansi sebesar 9,141. Setelah menghitung selang kepercayaan dan nilai rata-rata dan dibandingkan antara selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi waktu pembakaran briket melalui pembakaran yang diharapkan dapat menjadikan limbah daun nilam sebagai bahan alternatif untuk pembuatan briket.

Selanjutnya data hasil pengujian eksperimen konfirmasi dihitung nilai rata-rata dan variansinya. Berikut ini merupakan perhitungan nilai rata-rata dan variansi dari lama waktu pembakaran briket pada

eksperimen konfirmasi:

1. Perhitungan nilai rata-rata

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\mu = \frac{1}{10} (54,6 + 51,06 + 52,32 + \dots + 54,85)$$

$$\mu = 51,36$$

2. Perhitungan variansi

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{1}{10-1} (54,6 - 51,36)^2 \\ &\quad + (51,07 - 51,36)^2 + \dots \\ &\quad + (54,85 - 51,36)^2 \\ \sigma^2 &= 9,141 \end{aligned}$$

3. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon lama waktu pembakaran

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v_1, v_2} \cdot Ve. \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{4,84 \times 54,26 \times \left[\frac{1}{2,57} + \frac{1}{10} \right]}$$

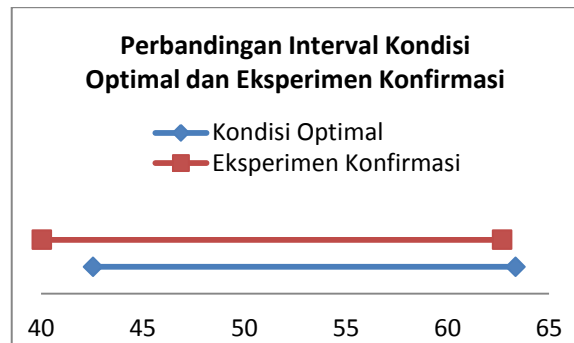
$$Cl_{mean} = \pm 11,33$$

Sehingga selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon lama waktu pembakaran briket adalah:

$$51,36 - 11,33 \leq \mu_{confirmation} \leq 51,36 + 11,33$$

$$40,03 \leq \mu_{confirmation} \leq 62,69$$

Setelah menghitung selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, maka tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi yang dapat dilihat pada Gambar 3 untuk selang kepercayaan nilai rata-rata.



Gambar 3 Perbandingan Nilai Selang waktu Pembakaran Briket Antara Kondisi Optimal dengan Eksperimen Konfirmasi

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan briket terdiri dari arang dari hasil pembakaran daun nilam, arang dari sekam padi, dan tepung tapioka sebagai perekat
2. Pengaturan dari faktor dan level untuk membuat briket daun nilam adalah:
 - a. Faktor kadar perekat terdiri dari tiga level yaitu berat perekat 10%, 15%, 20% terhadap total berat briket
 - b. Faktor ukuran partikel daun nilam yang dapat kitahasilkan dari saringan yang berukuran 40, 50, dan 60 mesh
 - c. Persentase jumlah berat sekam padi dari total berat briket adalah 25%, 50%, dan 75%
 - d. Faktor lama pengiriman yang terdiri dari 3, 4, dan 5 hari dengan ketentuan dijemur di bawah terik matahari

Berdasarkan penelitian dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi didapatkan faktor-faktor yang mampu memberikan pengaruh yang diurutkan dari kontribusi paling besar dalam meningkatkan nilai rata-rata lama waktu pembakaran adalah kadar perekat, ukuran partikel arang daun nilam, lama pengeringan, dan jumlah sekam. Lama interval waktu pembakaran dari kondisi optimum tersebut adalah antara 44,3036 – 61,62 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Romansyah, Djalal. (2012). Minyak Nilam. <http://djalalblack.blogspot.co.id/2012/11/minyak-nilam.html>. Diakses

- pada hari Kamis, 3 Maret 2016 Pk.21.00 WIB
- [2.] Assureira, E. (2002). Rice husk – an alternative fuel in Perú. *Boiling Point*. (48): 35-36.
- [3.] Kemenperin Republik Indonesia. (2009). Pemasok 90% Bahan Baku Dunia, Tapi RI Masih Impor Parfum. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/1921/Pemasok-90-Bahan-Baku-Dunia,-Tapi-RI-Masih-Impor-Parfum>. Diakses pada hari Kamis, 3 Maret 2016 Pk.21.25 WIB
- [4.] Soejanto, I. (2008). *Rekayasa Kualitas: Eksperimen dengan Teknik Taguchi*. Surabaya: Yayasan Humaniora.
- [5.] Setyanto, Nasir Widha, dkk. (2014). Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik Berbahan Baku Kotoran Kelinci. *JEMIS* Volume 2 Nomor 2 Tahun 2014. Hlm 32-36, Malang (<http://jemis.ub.ac.id/index.php/jemis/article/view/137/144>)
- [6.] Karim, M.A., Ariyanto, E., dan Firmansyah, A., (2014), Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan, *Reaktor*, 15(1), 59-63, <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.1.59-63>
- [7.] Faizal, Muhammad, dkk. (2014). Pengaruh Komposisi Arang Dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket Dari Kayu Karet. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. Volume 20 nomor 2 Hlm 36-44, Palembang
- [8.] Purwanto, Djoko. (2015). Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Sawit Dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Volume 33 Nomor 4 Hlm 303-313, Banjarbaru
- [9.] Sudiro, dkk. (2014). Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Dari Batubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. Volume 2 Nomor 2 Hlm 1-18, Surakarta
- [10.] Suranta, Edi. (2012). Pemanfaatan Tanah Gambut Lintangnihuta Untuk Pembuatan Briket Arang Dengan Bahan Perekat Tepung Tapioka. (Skripsi S-1 Program Studi Fisika). Medan: Universitas Negeri Medan.
- [11.] Musabbikhah, dkk. (2015). Optimasi Proses Pembuatan Briket Biomassa Menggunakan Metode Taguchi Guna Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan. Volume 22 Nomor 1 Hlm 121-128, Yogyakarta