

MENGUJI KUALITAS BAHAN BAKAR BIOSOLAR DENGAN DESAIN EKSPERIMEN FAKTORIAL

(*TESTING THE QUALITY OF BIOSOLAR FUEL WITH A FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN*)

Radil Rafli Aimar Trenggano^{1,*}, Johan Marcus Tupan¹, Wilma Latuny¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

* E-mail: trenggano17@email.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas bahan bakar Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar dan Fame menggunakan parameter uji kadar air, density, destilasi, dan flash point sebagai parameter untuk mengetahui kualitas bahan bakar Biosolar. Pengujian kualitas bahan bakar Biosolar didapatkan dari hasil rancangan acak lengkap dengan cara membuat desain eksperimen faktorial. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Analysis of variance (Anova) yang merupakan salah satu uji parametrik yang berfungsi untuk membedakan nilai rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya. Hasil yang didapatkan dari pengolahan data menggunakan software minitab yaitu pengujian parameter kadar air dalam kombinasi level faktor Solar dan Fame, pengujian parameter density dalam kombinasi level faktor Solar dan Fame, pengujian parameter destilasi dalam kombinasi level faktor Solar dan Fame, dan pengujian parameter flash point dalam kombinasi level faktor Solar dan Fame. Diharapkan pada penelitian ini agar dapat mengetahui kualitas pada bahan bakar Biosolar.

Kata kunci: Kualitas Biosolar, Desain Eksperimen Faktorial.

ABSTRACT

This study aims to analyze the quality of Biosolar fuel with a combination of Solar and Fame factor levels using water content, density, distillation, and flash point test parameters as parameters to determine the quality of Biosolar fuel. Biosolar fuel quality testing is obtained from the results of a completely randomized design by creating a factorial experimental design. The method used in this study is Analysis of variance (Anova) which is one of the parametric tests that functions to distinguish the average value of more than two data groups by comparing their variances. The results obtained from data processing using Minitab software are measuring air content parameters in a combination of Solar and Fame factor levels, testing density parameters in a combination of Solar and Fame factor levels, testing distillation parameters in a combination of Solar and Fame factor levels, and testing flash point parameters in a combination of Solar and Fame factor levels. It is expected that this study can determine the quality of Biosolar fuel.

Keywords : Biodiesel Quality, Factorial Experimental Design.

1. PENDAHULUAN

Maluku merupakan salah satu wilayah Indonesia yang memiliki kekayaan Sumber Daya Alam (SDA), terutama cadangan minyak bumi dan gas alam. Potensi ini menjadikan Maluku

salah satu wilayah dalam pengembangan energi di Indonesia. Menurut Satuan Kerja Khusus Migas atau SKK Migas bahwa, cadangan minyak bumi di Maluku masih cukup besar dengan angka mencapai 5 miliar stok barel berlokasi di pulau Seram pada Tahun 2023. Selain stok minyak bumi yang besar, Maluku juga memiliki cadangan gas alam yang besar berlokasi di Blok Masela dengan stok gas bumi sebesar 18,54 triliun kaki kubik, dengan kapasitas produksi harian mencapai 1.600 juta standar kaki kubik.

Industri yang dikenal sebagai perusahaan minyak dan gas bumi yaitu Pertamina. Pertamina merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berjalan dibidang pertambangan minyak dan gas bumi negara. Perusahaan ini aktif di sektor hulu dan hilir dalam industri minyak dan gas. Salah satunya yang ada di Ambon bernama PT. Pertamina Patra Niaga *Integrated Terminal Wayame*. PT. Pertamina Patra Niaga *Integrated Terminal Wayame* merupakan jenis usaha distribusi bahan bakar minyak yang berupaya dan bertanggung jawab dalam mendistribusikan BBM ke konsumen di seluruh wilayah Maluku – Papua. Produk yang tersediakan di *Integrated Terminal Wayame* yaitu Peralite, Pertamax, Solar, Avtur, Biosolar, Kerosin, FAME. Biosolar adalah bahan bakar yang dihasilkan dari proses *blending* antara Solar dan FAME. Biosolar memiliki potensi untuk menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan karena tidak memiliki kandungan belerang, sehingga tidak menghasilkan emisi sulfur dioksida yang dapat menyebabkan hujan asam.

Namun dari segi keunggulan yang dimiliki oleh biosolar, banyak faktor yang harus diperhatikan agar bahan bakar biosolar tersebut memiliki kualitas yang terbaik. Permasalahan yang dihadapi yaitu produk solar dan FAME yang bersifat tidak berhomogen dan membutuhkan waktu yang cukup lama memakan waktu sekitar 2 jam untuk terlarut. Bukan hanya itu, kualitas dari biosolar diukur dengan parameter kadar air, *density*, *flash point*, kadar FAME, warna, dan destilasi. Hal ini membuat kualitas dari produk Biosolar menjadi tidak efisien dikarenakan tidak sesuai ketentuan yang telah ditetapkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diadakan penelitian tentang “Analisis Kualitas Bahan Bakar Biosolar dengan Desain Eksperimen Faktorial” dimana dilakukan sebuah pengujian produk biosolar pada Laboratorium Mutu PT. Pertamina Patra Niaga *Integrated Terminal Wayame*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. *Kualitas produk*

Kualitas adalah faktor pemuas kebutuhan yang tidak lepas dari produk atau jasa yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan. Kualitas produk merupakan pemahaman bahwa produk yang ditawarkan oleh penjual yang mempunyai nilai jual lebih tinggi dan tidak dimiliki oleh produk lain yang menjadi persaingan produk tersebut. Kualitas produk merupakan upaya untuk memenuhi atau melebihi ekspektasi pelanggan yang mencakup berbagai elemen seperti produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang bersifat dinamis dan terus berkembang (Harum et al., 2024). Tujuan kualitas produk adalah untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan konsisten dalam memenuhi standar kualitas yang diterapkan, serta memastikan bahwa produk tersebut memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan (Yulita et al., 2022).

b. *Bahan Bakar Minyak*

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan jenis bahan bakar yang dihasilkan dari pengilangan (*refining*) minyak mentah (*crude oil*). Minyak mentah dari perut bumi diolah dalam pengilangan (*refinery*) terlebih dahulu menghasilkan produk-produk minyak (*oil products*) yang termasuk di dalamnya yaitu BBM. Dibawah ini beberapa jenis BBM yang umumnya digunakan di Negara Republik Indonesia antara lain adalah Biosolar. Biosolar merupakan salah satu bahan bakar campuran petroleum diesel atau disebut Solar dengan *Fatty Acid Menthyl Ester* (FAME) yang alternatif dan ramah lingkungan dikarenakan berasal dari minyak tumbuhan yang dihasilkan melalui proses reaksi esterilisasi dan transesterifikasi.

c. Desain Eksperimen

Desain Eksperimen adalah suatu rancangan percobaan dengan tiap langkah yang terdefinisi, sehingga informasi yang dibutuhkan untuk persoalan yang ingin diteliti dapat terkumpul. Metode desain eksperimen dapat memberikan kondisi operasional yang diperlukan oleh tempat usaha tersebut, sehingga diharapkan dapat meningkatkan jumlah produksi menjadi lebih baik. Tujuan desain eksperimen adalah memperoleh atau mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam melakukan penelitian pada sebuah masalah yang akan dibahas. Dalam desain eksperimen terdapat beberapa prinsip dasar antara lain replikasi, pengacakan, dan kontrol lokal.

d. Desain Eksperimen Faktorial

Desain Eksperimen Faktorial merupakan eksperimen yang menggunakan lebih dari satu perlakuan atau lebih dari satu variabel bebas. Eksperimen faktorial minimal menggunakan dua faktor. Istilah faktorial sebenarnya berhubungan dengan cara faktorial itu dibentuk. Karena itu, sejumlah ahli mengatakan bahwa faktorial adalah jenis eksperimen bukan desain eksperimen. Sejumlah ahli yang lain mengatakan bahwa faktorial merupakan desain yang khusus, dan banyak literatur psikologi yang menyebut eksperimen yang menggunakan sejumlah faktor dengan nama desain faktorial. sementara itu (Marliani, 2013 dalam Rochmat Umar, 2022) menegaskan bahwa tidak ada eksperimen desain faktorial yang ada ekaperimen faktorial dengan bermacam- macam desain. Model statistika untuk percobaan faktorial yang terdiri dari dua faktor (faktor A dan faktor B) dengan menggunakan rancangan dasar rancangan acak lengkap. Asumsi yang paling mendasar dari model di atas adalah galat percobaan harus timbul secara acak, menyebar secara bebas dan normal dengan nilai tengah sama dengan nol.

e. Analysis of Variance (Anova)

Analysis of variance atau disebut Anova adalah salah satu uji parametrik yang berfungsi untuk membedakan nilai rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya. Prinsip uji Anova yaitu dengan cara melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi di dalam kelompok (within) dan variasi antar kelompok (between). Anova dibagi menjadi dua jenis berdasarkan jumlah variabel yang diamati, yaitu One Way Anova dan Two Way Anova. One Way Anova digunakan apabila ada satu variabel yang ingin diamati, sedangkan Two Way Anova digunakan apabila terdapat dua jenis variabel yang diamati.

1. *One Way Anova*

Tabel 1. One Way Anova

Source of Variation	df	SS	MS	F
Factor A (between groups)	a-1	$SSA = \sum_{i=1}^a n_i (\bar{y}_i - \bar{y})^2$	$MSA = \frac{SSA}{(a-1)}$	$\frac{MSA}{MSE}$
Error (within groups)	N-a	$SSE = SST - SSA$	$MSA = \frac{SSE}{(N-a)}$	
Total	N-1	$SST = \sum_i^a \sum_{j=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2$		

2. *Two Way Anova*

Tabel 2. Two Way Anova

Source of Variation	df	SS	MS	F
Factor A (between groups)	a-1	$SSA = \sum_{i=1}^a n_i (\bar{y}_i - \bar{y})^2$	$MSA = \frac{SSA}{(a-1)}$	$\frac{MSA}{MSE}$
Error (within groups)	N-a	$SSE = SST - SSA$	$MSA = \frac{SSE}{(N-a)}$	
Total	N-1	$SST = \sum_i^a \sum_{j=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2$		

f. Rancangan Percobaan

Defenisi Rancangan Percobaan menurut ahli adalah serangkaian kegiatan yang terencana, bertahap dan terdefinisikan dengan memberikan perlakuan pada satuan percobaan untuk menjawab permasalahan yang diteliti melalui pengujian hipotesis yang menggunakan analisis

statistik (Malau, 2023). Dalam rancangan percobaan, perlu menentukan hipotesis yang berkaitan dengan kriteria, melakukan pengacakan, dan dapat melakukan pengambilan keputusan.

g. *Hipotesis Penelitian*

Hipotesis H₀ dan H₁ pada metode desain faktorial atau rancangan acak lengkap adalah hipotesis yang berkaitan dengan kriteria uji yaitu, “Tolak H₀ jika nilai P-value < α ”. Taraf uji yang digunakan dalam pengujian adalah $\alpha = 0,05$ (Rahmawati & Erina, 2020).

H₀: Perlakuan tidak berpengaruh terhadap percobaan yang diamati

H₁: Perlakuan berpengaruh

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertempat di PT. Pertamina Patra Niaga *Integrated Terminal Wayame* dengan objek Penelitian yaitu menguji kadar air, *density*, destilasi, dan *flash point*. Sampel yang digunakan yaitu campuran Biosolar yaitu Solar dan Fame. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi lapangan, studi literatur, dan melakukan eksperimen.

Metode analisis data yaitu dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dan perhitungan menggunakan *Analysis of Variance* dengan software minitab. Dalam penelitian ini dilakukan desain eksperimen faktorial.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil Penelitian dari desain eksperimen faktorial dalam menguji kualitas Biosolar dengan empat parameter uji, yaitu eksperimen kadar air, *density*, destilasi, dan *flash point*.

a. *Eksperimen Kadar Air*

Berikut hasil eksperimen kadar air pada Biosolar dengan kombinasi level faktor dari Solar dan Fame.

Tabel 3. *Layout* Hasil Uji Kadar Air

Solar Fame	Kadar Air							
	65	60	55	50	65	60	55	50
35	228	222	220	240	235	158	220	187
40	250	230	227	222	153	180	178	200
45	156	140	237	220	227	221	135	157
50	185	140	185	109	197	154	197	188

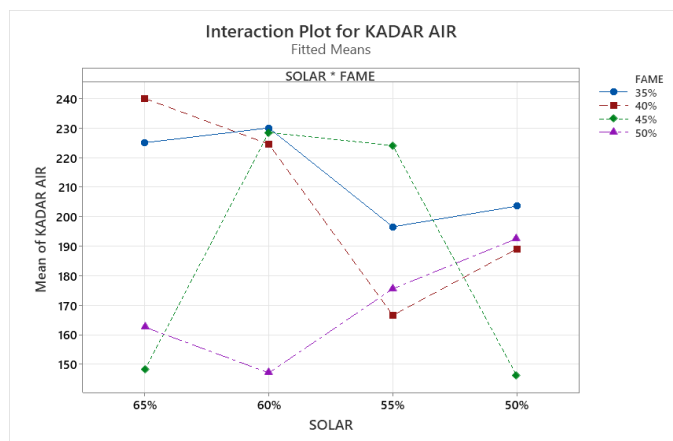
Pada tabel 3 merupakan hasil pengujian kadar air dalam Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar 65% -50% dan kombinasi level faktor Fame 35% - 50%. Hasil uji yang diperoleh untuk bahan bakar Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar dan Fame yang paling rendah adalah 109mg/kg untuk kombinasi level faktor Solar 60% dan Fame 50% pada pengujian kedua dan hasil uji yang paling tinggi adalah 250 mg/kg untuk kombinasi level faktor Solar 65% dan Fame 40% pada pengujian pertama Hasil uji tersebut telah memenuhi standarisasi produk bahan bakar minyak dan tidak melewati batas maksimal dari uji kadar air yaitu 400mg/kg menurut peraturan standarisasi mutu bahan bakar minyak (Direktur Jenderal Minyak Gas dan Bumi Republik Indonesia, 2020).

Berdasarkan perhitungan *anova* pada eksperimen kadar air, hasil uji parameter kadar air dapat mempengaruhi kualitas biosolar. Hal ini disebut dengan demikian, karena pada hasil perhitungan *anova* yang dimana P-value < α atau interaksi antara kedua kombinasi faktor Solar dan Fame adalah $0,006 < 0,05$. Dari hasil tersebut, maka H₀ ditolak, dengan kata lain menerima H₁. Berdasarkan hipotesis, dapat dikatakan bahwa parameter uji kadar air mempengaruhi kualitas Biosolar dikarenakan kadar air yang tinggi dapat mengurangi kandungan energi dalam bahan

bakar dan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna serta meningkatkan emisi gas buang. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 1.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Anova* Kadar Air

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
SOLAR	3	2559	852,9	1,64	0,222
FAME	3	9372	3123,9	6,01	0,007
2-Way Interactions	9	20541	2282,3	4,39	0,006
SOLAR*FAME	9	20541	2282,3	4,39	0,006
Error	15	7799	519,9		
Total	31	42415			



Gambar 1. Hasil Diagram Plot Eksperimen Kadar Air

b. Eksperimen Density

Berikut adalah hasil eksperimen *density* pada Biosolar dengan kombinasi level faktor dari Solar dan Fame.

Tabel 5. Hasil Eksperimen *Density*

Solar Fame	Density							
	65		60		55		50	
35	862,2	864,2	853,5	853,2	845,3	844,4	873,4	845,3
40	853,8	873,4	855,2	857,2	854,2	855,5	854,5	855,5
45	861,8	861,5	862,2	861,8	858,2	838,9	862,2	861,2
50	862,8	862,8	843,6	853,5	843,8	863,4	859,9	859,9

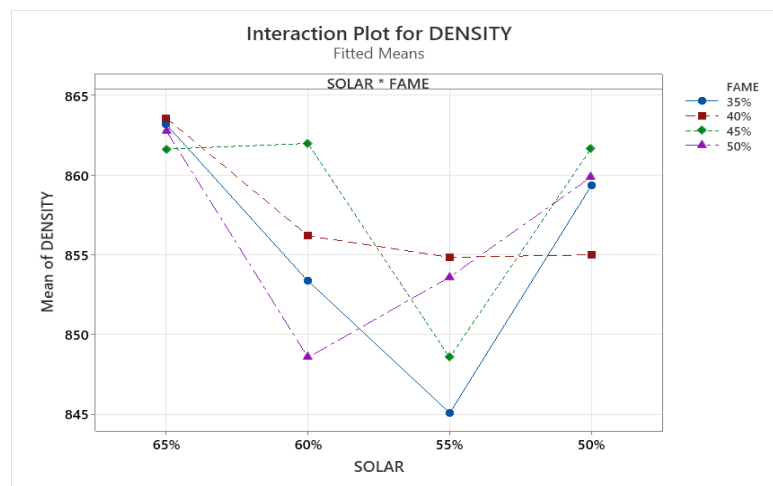
Pada Tabel 5 merupakan hasil pengujian *density* dalam Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar 65% -50% dan kombinasi level faktor Fame 35% - 50%. Hasil uji yang paling rendah adalah 838,9 kg/m³ untuk kombinasi level faktor Solar 55% dan Fame 45% pada pengujian kedua dan hasil uji yang paling tinggi adalah 873,4 kg/m³ untuk kombinasi level faktor Solar 65% dan Fame 40% pada pengujian kedua beserta kombinasi level faktor Solar 50% dan Fame 35% pada pengujian pertama. Hasil uji tersebut telah memenuhi standarisasi produk bahan bakar minyak dan tidak melewati batas minimal dan maksimal dari uji *density* yaitu 815 dan 870 kg/m³ menurut peraturan standarisasi mutu bahan bakar minyak (Direktur Jenderal Minyak Gas dan Bumi Republik Indonesia, 2020).

Berdasarkan perhitungan *anova* pada eksperimen *density*, hasil uji parameter *density* tidak mempengaruhi kualitas Biosolar. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan *anova* yang menunjukkan bahwa $P\text{-value} > \alpha$ atau interaksi kedua kombinasi faktor Solar dan Fame adalah $0,838 > 0,05$. Dari hasil tersebut, maka H_0 diterima, dengan kata lain menolak H_1 . Berdasarkan uji hipotesis, dapat dikatakan bahwa parameter uji *density* tidak mempengaruhi kualitas produk Biosolar dikarenakan *density* untuk menghitung massa jenis dan volume pada produk Biosolar. *Density*

digunakan untuk menentukan kandungan energi dan kompatibilitas bahan bakar agar produk tersebut tidak menjadi kental. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Anova Density*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
SOLAR	3	668,91	222,970	3,28	0,050
FAME	3	47,70	15,900	0,23	0,871
2-Way Interactions	9	318,59	35,398	0,52	0,838
SOLAR*FAME	9	318,59	35,398	0,52	0,838
Error	15	1019,41	67,961		
Total	31	2055,55			



Gambar 2. Hasil Diagram Plot Eksperimen *Density*

c. Eksperimen Destilasi

Berikut adalah hasil eksperimen destilasi pada Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar dan Fame.

Tabel 7. Hasil Eksperimen Destilasi

Fame	Destilasi							
	Solar 65	Solar 60	Solar 55	Solar 50				
35	364	366	360	358	361	357	360	351
40	342	330	335	339	321	304	346	337
45	350	341	330	327	340	324	337	326
50	350	339	348	332	346	332	330	321

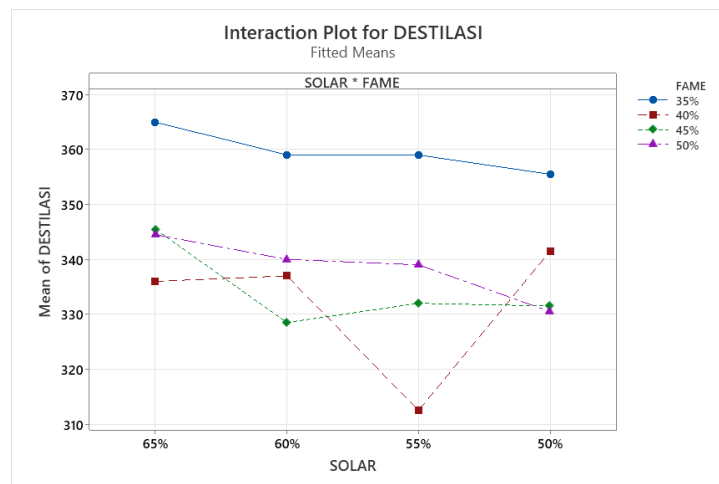
Pada Tabel 7 merupakan hasil pengujian destilasi dalam Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar 65% -50% dan kombinasi level faktor Fame 35% - 50%. Hasil uji yang paling rendah adalah 304°C untuk kombinasi level faktor Solar 55% dan Fame 40% pada pengujian kedua dan hasil uji yang paling tinggi adalah 366°C untuk kombinasi level faktor Solar 65% dan Fame 35% pada pengujian kedua. Hasil uji tersebut telah memenuhi standarisasi produk bahan bakar minyak dan tidak melewati batas maksimal dari uji destilasi yaitu 370°C menurut peraturan standarisasi mutu bahan bakar minyak (Direktur Jenderal Minyak Gas dan Bumi Republik Indonesia, 2020).

Berdasarkan perhitungan *anova* pada eksperimen destilasi, hasil parameter uji destilasi dapat mempengaruhi kualitas produk Biosolar. Hal ini disebut demikian, karena pada hasil perhitungan *anova*, dimana $P\text{-value} < \alpha$ atau interaksi antara kedua kombinasi level faktor Solar dan Fame adalah $0,003 < 0,05$. Dari hasil tersebut, maka H_0 ditolak atau dapat dikatakan menerima H_1 . Berdasarkan hipotesis tersebut, dapat disimpulkan bahwa parameter uji destilasi dapat mempengaruhi kualitas produk Biosolar agar memastikan produk Biosolar mudah menguap dan terbakar. Jika suhu destilasi awal terlalu tinggi, maka bahan bakar Biosolar akan sulit

menguap. Tetapi jika suhu awal rendah, maka penguapan pada produk Biosolar akan efisien dan menghasilkan pembakaran yang sempurna (Lihat Tabel 8 dan Gambar 3).

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Anova* Destilasi

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
SOLAR	3	608,1	202,71	8,89	0,001
FAME	3	3860,6	1286,87	56,46	0,000
2-Way Interactions	9	1057,1	117,46	5,15	0,003
SOLAR*FAME	9	1057,1	117,46	5,15	0,003
Error	15	341,9	22,79		
Total	31	6363,9			



Gambar 3. Hasil Diagram Plot Eksperimen Destilasi

d. Eksperimen Flash Point

Berikut adalah hasil eksperimen *flash point* pada Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar dan Fame.

Tabel 9. Hasil Eksperimen *Flash Point*

Solar Fame	Flash Point							
	65	60	55	50	65	60	55	50
35	69	69	66	68	67	64	57	60
40	71	68	71	72	68	70	70	67
45	72	69	74	72	71	74	73	70
50	74	72	76	75	78	77	77	75

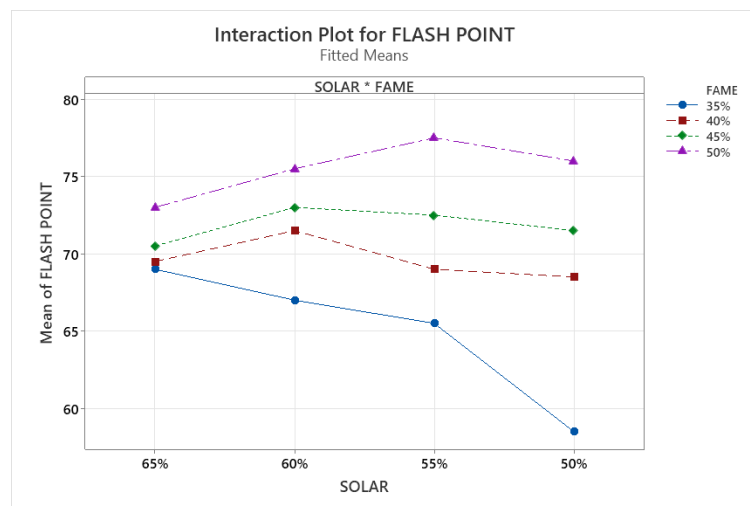
Pada Tabel 9 merupakan hasil pengujian *flash point* dalam Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar 65% - 50% dan Fame 35% - 50%. Hasil uji yang diperoleh untuk bahan bakar Biosolar dengan kombinasi level faktor Solar dan Fame dari hasil uji yang paling rendah adalah 57°C untuk kombinasi level faktor Solar 50% dan Fame 35% pada pengujian pertama dan hasil uji yang paling tinggi adalah 78°C untuk kombinasi level faktor Solar 55% dan Fame 50% pada pengujian pertama. Hasil uji tersebut telah memenuhi standarisasi produk bahan bakar minyak dan tidak melewati batas minimal dari uji *flash point* yaitu 52°C menurut peraturan standarisasi mutu bahan bakar minyak (Direktur Jenderal Minyak Gas dan Bumi Republik Indonesia, 2020).

Berdasarkan perhitungan *anova* pada eksperimen *flash point*, hasil uji parameter *flash point* dapat mempengaruhi kualitas Biosolar. Hal ini disebut demikian, karena pada hasil perhitungan *anova*, dimana $P\text{-value} < \alpha$ atau interaksi antara kedua kombinasi faktor Solar dan Fame adalah $0,003 < 0,05$. Dari hasil tersebut, maka H_0 ditolak atau menerima H_1 . Berdasarkan hipotesis tersebut, dapat disimpulkan bahwa parameter uji *flash point* dapat mempengaruhi kualitas produk

Biosolar dikarenakan untuk mengetahui titik nyala sebuah produk Biosolar dan menjaga keamanan. Nilai *flash point* yang tinggi penting untuk memastikan keamanan dalam penyimpanan dan pengangkutan Biosolar, karena resiko penguapan dan pembentukan uap yang mudah terbakar menjadi lebih rendah, sehingga Biosolar lebih tahan terhadap degradasi selama penyimpanan dalam suhu yang beragam. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 4 sebagai berikut.

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Anova Flash Point*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
SOLAR	3	43,750	14,583	5,68	0,008
FAME	3	463,250	154,417	60,16	0,000
2-Way	9	120,000	13,333	5,19	0,003
<i>Interactions</i>					
SOLAR*FAME	9	120,000	13,333	5,19	0,003
Error	15	38,500	2,567		
Total	31	670,000			



Gambar 4. Hasil Diagram Plot Eksperimen *Flash Point*

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas produk Biosolar dengan Desain Eksperimen Faktorial, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi level faktor Solar 65%, 60%, 55%, dan 50% dengan kombinasi level faktor Fame 35%, 40%, 45%, dan 50% dapat menghasilkan produk Biosolar yang berkualitas dengan parameter uji kadar air, destilasi, dan *flash point*. Untuk parameter uji *density* sendiri dalam perhitungan *anova* yang dihasilkan tidak mempengaruhi kualitas biosolar, *tetapi density* digunakan untuk menghitung volume dan massa pada Biosolar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina Patra Niaga *Integrated Terminal Wayame*, atas kesempatan melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktur Jendral Minyak Gas dan Bumi Republik Indonesia. (2020). *Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar jenis solar yang dipasarkan di dalam negeri* (pp. 1–10).
- Harum, Y. E., Herawati, W., Ekonomi, F., Bisnis, D., Wijaya, U., & Surabaya, K. (2024). *Pengaruh Kepuasan Konsumen, Kualitas Produk Dan Citra Merek Terhadap Loyalitas Konsumen Pada Produk Skintific*. 1–7.

- Malau, S. (2023). *Perancangan Percobaan Edisi VI Agst 2023* (Vol. 2023, Issue Edisi 6). [https://repository.uhn.ac.id/bitstream/handle/123456789/8815/Prof Dr Ir Sabam Malau Peancangan Percobaan Edisi VI Agst 2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uhn.ac.id/bitstream/handle/123456789/8815/Prof%20Dr%20Ir%20Sabam%20Malau%20Peancangan%20Percobaan%20Edisi%20VI%20Agst%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mariono, M., Wahyudi, W., & Nadjib, M. (2023). Pengaruh Densitas Dan Viskositas Terhadap Karakteristik Injeksi Pada Campuran Biodiesel Jatropha-Jelantah. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 7(1), 44–52.
- Pamungkas, A., Amri, K., Pratiwi, F. T., & Arisant, A. G. (2021). Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air dan Angka Asam pada Sampel Biodiesel dan Campuran Biodiesel (BXX). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November*, 1–6.
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54–62. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>
- Rini, M. S. (n.d.2022). *Pengaruh Kualitas Layanan, Kepuasan, Dan Kualitas Produk Terhadap Customer Brand Loyalty Pada Produk Jimshoney Di Kebumen*. 1–11.
- Rochmat Umar, R. U. (2022). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Emulsifier Terhadap Creaming Index Pada Percobaan Margarine dengan Two factors factorial design. *Journal of Engineering Environmental Energy and Science*, 1(2), 71–82. <https://doi.org/10.31599/joes.v1i2.1186>
- Salmahaminati, S., Candra Dewinara Restu Yudandhiss, & Sahadad. (2022). Jaminan Mutu pada Pengujian Pour Point ASTM D-97, Flash Point PMcc ASTM D-93 dan Viskositas Kinematik ASTM D-445 di Laboratorium Minyak Bumi PPSDM Migas Cepu. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 17–26. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol7.iss1.art3>
- Sehwantoro, W., Hindarti, F., & Oktivina, M. (2022). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Destilator Elektrik Sebagai Alat Destilasi Pada Proses Pembuatan Bioethanol. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 31(2), 1–9. <https://doi.org/10.37277/stch.v31i2.1125>
- Yulita, Satrio, A., Abdullah, R. Z., & Tegar, D. H. (2022). Strategi Inovatif Manajemen Kualitas Produk Dalam Meningkatkan Loyalitas Pelanggan. *Jurnal Manajemen Pemasaran Internasional, Vol.1(No.2)*, 89–99.