



PUPUK KALIUM FOSFAT DARI GLISEROL LIMBAH BIODIESEL TIGA MINYAK NABATI

Sovya Pratiwi Siregar¹, Anas Bunyamin², Efri Mardawati³

¹ Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, sovyia15001@mail.unpad.ac.id

² Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, anas.bunyamin@unpad.ac.id

³ Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, efri.mardawati@unpad.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi di dunia berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber energi yang ada khususnya minyak bumi. Hal ini mendorong munculnya sumber energi terbarukan yaitu biodiesel untuk menggantikan fungsi bahan bakar solar. Selain memberikan efek positif, biodiesel juga memberikan dampak negatif khususnya penumpukan gliserol sebagai limbah produksinya yang dapat membahayakan lingkungan. Telah dilakukan penelitian terhadap pupuk kalium fosfat (K_3PO_4) yang dihasilkan dari gliserol kasar berbahan dasar tiga jenis minyak nabati yaitu minyak sawit, minyak jelantah, dan minyak jarak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *yield* pupuk kalium sulfat serta membandingkan karakteristik fisik dan kimia yang dihasilkan dari ketiga jenis minyak tersebut. Gliserol dihasilkan dari proses transesterifikasi menggunakan metanol dan katalis KOH 1% yang kemudian akan dinetralkan dengan asam fosfat 6% (v/v). Analisis kuantitatif dilakukan berdasarkan standar yang berlaku untuk jenis pupuk padat diantaranya nilai kadar air, kadar asam bebas sebagai H_3PO_4 , serta kadar kalium dan fosfor sebagai unsur hara makro yang baik untuk tanaman. Hasil pengukuran menunjukkan pupuk K_3PO_4 dari minyak jarak adalah yang terbaik dengan kadar air sebesar 2,20%, kadar asam bebas sebesar 4,36%, kemudian kadar kalium dan fosfor masing – masing 41.95% dan 35.96%.

Kata Kunci: Minyak Nabati, Biodiesel, Gliserol, Pupuk

1. PENDAHULUAN

Sumber energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari berasal dari minyak bumi dan turunannya. Penggunaannya akan terus meningkat terutama di bidang transportasi seiring bertambahnya populasi manusia dan kebutuhan yang semakin beragam. Kenyataan ini berbanding terbalik dengan ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis mengingat sifatnya yang tak terbarukan. Hal ini mendorong diciptakannya biodiesel sebagai salah satu inovasi sumber energi yang dapat diperbaharui. Biodiesel dapat digunakan sebagai alternatif pengganti dan substitusi solar karena memiliki sifat fisik dan kimia yang hampir sama. Penggunaan biodiesel ini sudah digerakkan sejak lama namun belum disosialisasikan secara maksimal sehingga minat masyarakat masih sangat rendah.

Konsumsi biodiesel tiap tahun terus meningkat seiring digalakkannya B100 yang artinya biodiesel akan sepenuhnya menggantikan bahan bakar solar. Selain didukung oleh beberapa alasan positif, kebijakan ini juga akan berdampak negatif apabila tidak ditangani secara keseluruhan. Peningkatan konsumsi biodiesel secara otomatis akan meningkatkan limbah gliserol yang merupakan hasil samping produksinya. Limbah gliserol apabila dibuang begitu saja akan berdampak buruk pada lingkungan karena masih mengandung banyak zat kimia sisa produksi biodiesel. Gliserol ini perlu diolah lagi selain untuk menjaga lingkungan tetapi juga untuk meningkatkan nilai tambahnya.

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yaitu sebagian besar masyarakatnya bermata pencaharian sebagai petani. Hal ini mendukung diciptakannya berbagai inovasi baru untuk

meningkatkan hasil pertanian lokal. Salah satu inovasinya yaitu diproduksinya pupuk anorganik dari limbah gliserol hasil transesterifikasi biodiesel. Penelitian ini akan membahas tentang produksi pupuk kalium fosfat (K_3PO_4) yang dihasilkan dari tiga jenis minyak nabati diantaranya minyak sawit, minyak jelantah, dan minyak jarak

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. MINYAK

Menurut Suhardjo (1988), minyak dan lemak memiliki beberapa perbedaan seperti wujudnya pada suhu ruang dan komponen minyak yang terkandung. Minyak berwujud cair pada suhu ruang dan komponen minyaknya terdiri dari gliserida asam lemak tak jenuh sedangkan lemak berwujud padat pada suhu ruang dan komponen lemaknya terdiri gliserida asam lemak jenuh.

Beberapa komponen terbesar trigliserida yang terkandung dalam minyak sawit diantaranya adalah, palmito-diolein, oleo dipalmitin, dan oleo-palmitostearine (Herman & Khairat, 2004). Minyak ini biasanya digunakan untuk menggoreng bahan pangan dan telah melewati tahap pemurnian sehingga penampakan dari minyak ini bewarna kuning jernih.

Berbeda dengan minyak jelantah yang berasal dari minyak sawit namun telah melewati tahap penggorengan berulang – ulang sehingga warnanya telah berubah menjadi cokelat kehitaman. Menurut Hariska, dkk (2012), minyak jelantah telah mengalami kerusakan nilai gizi, mengurangi kualitas tekstur dan rasa makanan dan bersifat karsinogenik bila dikonsumsi secara berlebihan.

Minyak jarak adalah salah satu jenis minyak yang tidak dapat dijadikan sebagai minyak untuk bahan pangan karena mengandung asam lemak esensial yang sangat rendah serta bersifat toksik dimana apabila dikonsumsi akan menimbulkan adanya aktivitas pencacah pada pencernaan. Minyak ini bersifat lebih polar daripada minyak lainnya karena adanya gugus hidroksil pada asam risinoleat yang merupakan asam lemak tertinggi yang terkandung dalam minyak jarak yaitu sekitar 86% (Ketaren, 2008).

2.2. BIODIESEL

Biodiesel merupakan alternatif bahan bakar solar yang dapat dibuat dari berbagai jenis minyak nabati melalui proses esterifikasi - transesterifikasi maupun transesterifikasi saja dengan bantuan katalis dan alkohol. Proses yang dilalui dapat ditentukan dari kadar asam lemak bebas (FFA) minyak yang digunakan. Esterifikasi dilakukan apabila kadar FFA $>2\%$ serta menggunakan katalis asam lalu dapat dilanjutkan dengan proses transesterifikasi. Esterifikasi dilakukan untuk mengurangi kadar asam lemak bebas dalam minyak sehingga proses transesterifikasi selanjutnya dapat berjalan lebih efektif (Joelianingsih dkk. 2006). Transesterifikasi saja dapat langsung dilakukan apabila kadar FFA $<2\%$ dan menggunakan katalis basa. Contoh katalis basa yang biasa dipakai adalah NaOH dan KOH. Proses transesterifikasi dengan metanol akan menghasilkan metil ester dan gliserol.

2.3. GLISEROL

Gliserol merupakan senyawa yang berwarna bening dan cair, tidak beraroma, toksisitas rendah dan memiliki rasa yang manis. Gliserol ini juga termasuk golongan alkohol sehingga kepolarannya juga tinggi. Selain bersifat polar, gliserol juga bersifat higroskopis dan humektan (Romano dan Sorichetti, 2011).

Gliserol dapat dihasilkan dari beberapa proses seperti transesterifikasi, saponifikasi, dan hidrolisis minyak dan lemak. Menurut Mostafa et al., (2013), gliserol dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang lebih bernilai tinggi seperti bahan tambahan dalam makanan, kebutuhan farmasi.

2.4. PUPUK KALIAM FOSFAT

Pupuk merupakan unsur hara tambahan yang diberikan kepada tanaman untuk meningkatkan tumbuh kembangnya. Pupuk dapat dibedakan menjadi 2 bagian berdasarkan bahan pembuatnya yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik berasal dari makhluk hidup sedangkan anorganik berasal dari bahan yang tidak alami, buatan manusia, dan biasanya akan memberikan efek samping pada

tanah disekitar tanaman tersebut (Sharma & Mitra, 1991).

Pupuk kalium fosfat merupakan salah satu pupuk anorganik yang mengandung makronutrien kalium (K) dan fosfor (P). Unsur kalium berfungsi untuk memperkuat jaringan tubuh tanaman, meningkatkan protein tanaman, dan meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit tanaman. Kekurangan unsur ini akan menyebabkan terhambatnya fotosintesis, pertumbuhannya melambat, permukaan bawah daun menguning, dan rontoknya bakal bunga dan buah (Gunadi, 2009). Unsur fosfor berfungsi untuk merangsang perkembangan akar dan mempercepat pembungaan. Kekurangan unsur ini akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan serta berubahnya warna daun menjadi keunguan dan kecoklatan (Winarso, 2005).

2.5. SPEKTROFOTOMETER

Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk analisa metode kuantitatif yaitu yang pengukurannya berdasarkan kuantitas radiasi yang dikeluarkan atau diserap oleh molekul analit. Alat ini berfungsi untuk mengukur energi relatif bila energi tersebut direfleksikan atau diemisikan dalam fungsi dari panjang gelombangnya (SM Khopkar, 1990).

Spektrofotometer UV-Vis disebut juga spektrofotometer sinar tampak dimana alat ini berfungsi untuk pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day & Underwood, 1993). Alat ini digunakan untuk mengukur kadar fosfor. Konsentrasi analit diukur dengan mengukur adsorben pada panjang gelombang yang ditentukan (Rohman & Sumantri, 2002).

Spektrofotometer serapan atom (SSA) digunakan untuk pengukuran secara kuantitatif yaitu berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang yang tertentu oleh suatu atom logam dalam keadaan bebas yang ingin diteliti. Umumnya digunakan untuk menganalisis unsur logam berdasarkan pada

penyerapan energi sinar oleh atom – atom netral dalam wujud gas, maka dari itu diperlukan kalor dalam penggunaannya (Skoog, 2000). Alat ini digunakan untuk mengukur kadar logam kalium dalam pupuk kalium.

3. METODOLOGI

3.1. ALAT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), Spektrofotometer UV-Vis, *Magnetic Hot Plate Stirrer*, buret, statif, neraca analitik, spatula, penyaring vakum, corong buchner, kertas saring whatman no.42, corong pisah, botol kaca dan alat – alat gelas lainnya (Pyrex).

3.2. BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 jenis minyak nabati yaitu minyak sawit, minyak jelantah, dan minyak jarak. Beberapa bahan penunjang lainnya yang akan dipakai dalam penelitian ini diantaranya metanol, KOH, NaOH, indikator phenolphthalein, aseton, asam fosfat, etanol, HNO₃, HClO₄ dan akuades.

3.3. PROSEDUR PENELITIAN

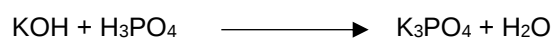
Biodiesel dapat diproduksi dengan metode esterifikasi atau transesterifikasi. Metode ini dipilih berdasarkan nilai FFA sampel yang digunakan. Ketiga jenis minyak yang digunakan memiliki nilai FFA <2% maka dapat langsung masuk ke tahap transesterifikasi, tetapi bila nilai FFA >2% maka harus melewati tahap esterifikasi terlebih dahulu lalu transesterifikasi kemudian. Transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol.

Trigliserida + Metanol $\longrightarrow$ Metil ester + Gliserol

Minyak sebanyak 1 kg dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C kemudian ditambahkan KOH 1% dan metanol dengan perbandingan mol metanol : minyak adalah 6 : 1. Campuran ini kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 65°C selama 1 jam dengan kecepatan 500 rpm. Campuran ini kemudian didinginkan beberapa saat pada suhu ruang kemudian dipindahkan ke dalam corong pisah selama 2

jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan paling bawah disebut gliserol dengan warna yang lebih gelap dan viskositas lebih tinggi, sedangkan lapisan teratas disebut dengan biodiesel. Gliserol ini kemudian dipisahkan dari biodiesel untuk selanjutnya diolah menjadi produk yang lebih bernilai tambah.

Gliserol hasil transesterifikasi bersifat kasar karena masih mengandung sisa katalis, alkohol, dan trigliserida yang tidak bereaksi. Gliserol ini selain dapat dimurnikan, tetapi juga dapat dikonversikan menjadi pupuk kalium fosfat (K_3PO_4). Proses pembuatan pupuk ini dimulai dengan mereaksikan gliserol dengan asam fosfat 6%(v/v) sehingga terjadi reaksi netralisasi antara sisa katalis KOH dengan asam fosfat membentuk garam kalium fosfat dan air.



Hasil netralisasi setelah didiamkan beberapa saat akan membentuk 3 lapisan yang dimulai dari lapisan teratas yaitu asam lemak, lapisan tengah yang berwarna lebih bening yaitu gliserol murni, dan lapisan bawah yang merupakan endapan kalium fosfat. Endapan ini kemudian dipisahkan dari cairan di atasnya, untuk selanjutnya masuk ke tahap pemurnian. Endapan ini ditimbang kemudian ditambahkan etanol dengan perbandingan 1:3. Campuran ini diaduk selama 15 menit untuk melarutkan sisa gliserol dan pengotor yang tersisa dalam endapan garam. Garam kemudian disaring dengan penyaring vakum menggunakan kertas saring whatmann 41. Garam yang terbentuk kemudian dioven pada suhu 60°C selama 1 jam kemudian ditimbang.

Ketiga jenis pupuk kalium fosfat yang dihasilkan kemudian dianalisis kadar air, kadar asam bebas sebagai H_3PO_4 , kadar kalium, dan kadar fosfor nya untuk mengetahui pupuk mana yang memiliki karakteristik yang terbaik. Kadar kalium akan diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (AAS), sedangkan kadar fosfor dihitung dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tiap jenis minyak akan diukur kadar FFA nya untuk menentukan proses yang akan dipilih untuk menghasilkan biodiesel. Data kadar FFA tiap sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kadar FFA

No	Sampel	Kadar FFA (%)
1	Jelantah	0,711
2	Sawit	0,257
3	Jarak	1,491

Tabel 1 menunjukkan bahwa ketiga jenis minyak memiliki kadar FFA <2% sehingga proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan transesterifikasi. Biodiesel dan gliserol yang dihasilkan dari proses transesterifikasi kemudian akan diukur pH nya untuk mengetahui kebasaannya. Data pengukuran pH biodiesel dan gliserol dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Data Pengukuran pH Biodiesel Tiap Sampel Minyak

No	Sampel	pH Biodiesel
1	Jelantah	11.42
2	Sawit	10.72
3	Jarak	10.85

Tabel 3. Data Pengukuran pH Gliserol Tiap Sampel Minyak

No	Sampel	pH Gliserol
1	Jelantah	11.84
2	Sawit	10.82
3	Jarak	11.55

Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa pH gliserol lebih tinggi dibandingkan pH biodiesel yang berarti sisa KOH lebih banyak tertinggal pada gliserolnya. Nilai pH yang tinggi berarti sisa KOH lebih banyak maka untuk menetralkannya dibutuhkan asam yang lebih banyak. Semakin banyak KOH dan asam yang bereaksi, semakin banyak pula garam yang terbentuk. Nilai pH gliserol jelantah dan jarak memiliki nilai yang

paling tinggi dan tidak terpaut jauh, sehingga kedua minyak ini berkemungkinan menghasilkan garam yang lebih banyak dibandingkan dari minyak sawit.

Yield garam kalium fosfat dapat dihitung dengan perbandingan antara garam yang diperoleh dengan jumlah gliserol dan perbandingan garam dengan jumlah minyak yang digunakan. Data *yield* terbentuknya garam kalium fosfat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Yield Gliserol dan Garam Pupuk Kalium Fosfat

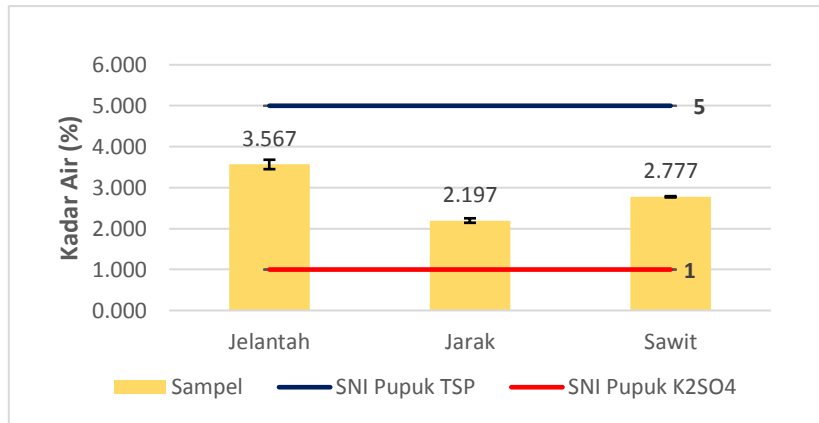
Jenis Minyak	Bahan Baku (g)	<i>Yield</i> Gliserol Kasar (%)	<i>Yield</i> Pupuk dari gliserol (%)	<i>Yield</i> Pupuk dari Minyak (%)
Minyak Sawit	3200.453	18.809	5.394	1.015
Minyak Jelantah	3198.504	21.123	6.088	1.286
Minyak Jarak	3199.593	16.380	7.428	1.217

Pupuk kalium fosfat yang dihasilkan harus dianalisis untuk melihat kandungan mineral yang ada dalam pupuk apakah mencukupi dengan standar pupuk yang telah dibuat. Kandungan mineral yang diuji berupa unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tumbuhan yaitu kalium dan fosfor. Selain kandungan mineral, perlu juga mengukur kadar air dari masing – masing pupuk untuk perhitungan kadar kalium, serta perlunya perhitungan kadar asam bebas untuk melihat kadar asam fosfat yang tersisa pada pupuk. Tingginya kadar asam pada pupuk akan berakibat buruk pada tanah di sekitar tanaman karena akan menyebabkan keringnya permukaan tanah sehingga menyulitkan tanaman dalam penyerapan unsur hara dalam tanah.

Berikut pada Gambar 1. akan disajikan kadar air untuk tiap jenis minyak nabati yang digunakan. Kadar air masing – masing pupuk dihitung dengan menggunakan metode Karl

Fischer. Metode ini menggunakan metode titrasi dan dianggap lebih spesifik dibandingkan dengan metode gravimetri. Metode ini hanya akan mengukur kadar air yang tersisa pada bahan tanpa menghitung sisa larutan lainnya. Kadar air tertinggi terkandung pada pupuk dari jelantah sebesar 3.57%, kemudian diikuti oleh sawit dan jarak dengan masing – masing sebesar 2.78% dan 2.2%. Kadar air ini masih tergolong aman bila dilihat dari SNI 02-0086-2005 untuk pupuk fosfor TSP dengan batas 5%.

Hasil Analisa one-way Anova kadar air dan uji lanjutnya disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 2. Kadar air ketiga jenis pupuk menghasilkan data yang berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Hasil uji one-way ANOVA dengan taraf kepercayaan 5% dimana $p < 0,05$ dan nilai $F_{hitung} > F_{critical}$ yang berarti adanya pengaruh dan adanya perbedaan signifikan jenis minyak dengan kadar air yang dihasilkan.



Gambar 1. Kadar Kalium Pupuk K_3PO_4 dari Ketiga Jenis Minyak

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.8374	2	1.4187	257.9454545	0.00000152	5.14325285
Within Groups (galat)	0.033	6	0.0055			
Total	2.8704	8			**	

Gambar 2. Hasil Analisa One Way ANOVA Kadar Air Karl Fischer

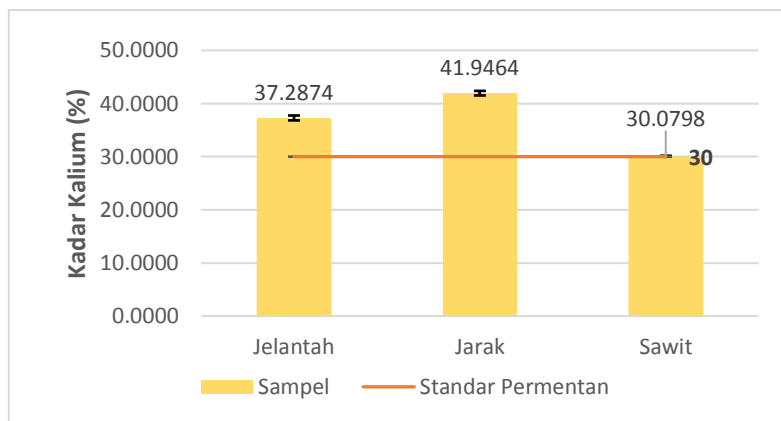
Tabel 5. Tabel Uji Lanjut Duncan Kadar Air Karl Fischer

P	2	3	4
Nilai jarak, R(3,6,0.05)	3.46	3.586	3.649
$\sqrt{(KTG/r)}$	0.043	0.043	0.043
DMRT 5%	0.148	0.154	0.156

Analisis selanjutnya yang dilakukan adalah analisis kadar kalium dalam bentuk K_2O yang disajikan pada Gambar 3. Kadar kalium pupuk tertinggi dicapai oleh pupuk dari minyak jarak dengan kadar 41.946% kemudian diikuti oleh pupuk dari jelantah dan sawit masing – masing sebesar 37.288% dan 30.080%. Kadar kalium ini diukur dengan menggunakan metode AAS (Spektrofotometer Serapan Atom) dengan panjang gelombang 766 nm. Kadar kalium yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian (Nomor: 43/Permentan/SR.140/8/2011) adalah minimal 30% untuk jenis pupuk hara makro padat. Hal

ini menunjukkan bahwa ketiga jenis pupuk di atas sudah memenuhi standar yang ditetapkan.

Hasil Analisa one-way Anova kadar kalium dan uji lanjutnya disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 4. Kadar kalium ketiga jenis pupuk menghasilkan data yang berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Hasil uji one-way ANOVA dengan taraf kepercayaan 5% dimana $p < 0,05$ dan nilai $F_{hitung} > F_{critical}$ yang berarti adanya pengaruh dan adanya perbedaan signifikan jenis minyak dengan kadar kalium yang dihasilkan.



Gambar 3. Kadar Kalium Pupuk K₃PO₄ dari Ketiga Jenis Minyak

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	142.981089	2	71.4905445	528.083067	0.000150743	9.552094
Within Groups (galat)	0.406132381	3	0.13537746			
Total	143.3872214	5			**	

Gambar 3. Hasil Analisa One Way ANOVA Kadar Kalium Pupuk K₃PO₄

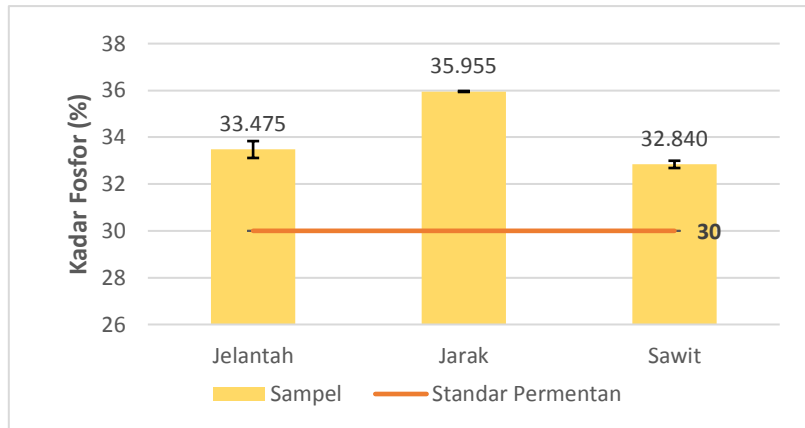
Tabel 6. Tabel Uji Lanjut Kadar Kalium Pupuk K₃PO₄

P	2	3
Nilai jarak, R(3,6,0.05)	4.501	4.516
v(KTG/r)	0.260	0.260
DMRT 5%	1.171	1.175

Selain kalium, mineral lainnya yang diuji adalah kadar fosfor dalam bentuk P₂O₅ yang hasilnya disajikan pada Gambar 5. Kadar fosfor pupuk tertinggi juga dicapai oleh pupuk dari minyak jarak dengan kadar 35.955% kemudian diikuti oleh pupuk dari jelantah dan sawit masing – masing sebesar 33.475% dan 32.840%. Kadar fosfor ini diukur dengan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400 nm. Kadar fosfor yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian (Nomor: 43/Permentan/SR.140/8/2011) adalah minimal 30% untuk jenis pupuk hara makro padat. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis pupuk di

atas sudah memenuhi standar minimal yang ditetapkan.

Hasil Analisa one-way Anova kadar fosfor dan uji lanjutnya disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 6. Kadar fosfor ketiga jenis pupuk menghasilkan data yang berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Hasil uji one-way ANOVA dengan taraf kepercayaan 5% dimana $p < 0,05$ dan nilai $F_{hitung} > F_{critical}$ berarti adanya pengaruh dan adanya perbedaan signifikan jenis minyak dengan kadar fosfor yang dihasilkan.



Gambar 4. Kadar Fosfor Pupuk K_3PO_4 dari Ketiga Jenis Minyak

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	10.8379	2	5.41895	105.0862961	0.001669494	9.5520945
Within Groups	0.1547	3	0.05157			
Total	10.9926	5			**	

Gambar 5. Hasil Analisa One Way ANOVA Kadar Fosfor Pupuk K_3PO_4

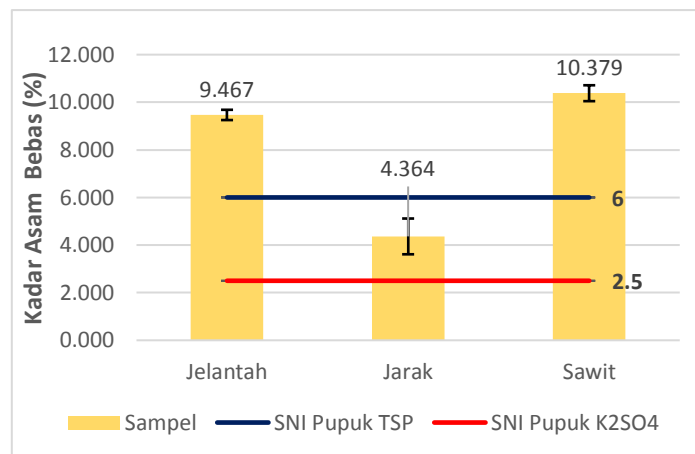
Tabel 7. Tabel Uji Lanjut Kadar Fosfor Pupuk K_3PO_4

P	2	3	4
Nilai jarak, R(3,6,0.05)	4.501	4.516	4.516
v(KTG/r)	0.161	0.161	0.161
DMRT 5%	0.723	0.725	0.725

Analisis selanjutnya yang dilakukan adalah analisis kadar asam bebas yang hasilnya disajikan pada Gambar 7. Kadar asam bebas sebagai H_3PO_4 pupuk tertinggi dicapai oleh pupuk dari minyak sawit dengan kadar 10.401% kemudian diikuti oleh pupuk dari jelantah dan jarak masing – masing sebesar 9.467% dan 4.364%. Kadar fosfor ini diukur dengan menggunakan metode titrasi. Kadar asam yang ideal bila dilihat dari jenis pupuk anorganik fosfat seperti pupuk tripel fosfat (TSP) dalam SNI 02-0086-2005 adalah maksimal 6%. Hal ini menunjukkan bahwa hanya pupuk jarak yang memenuhi standar yang berlaku. Berbeda apabila dilihat dari jenis pupuk anorganik kalium seperti pupuk kalium sulfat dalam SNI 02-2809-

2005 yang menetapkan batas kadar air maksimal pupuk adalah 2.5%. Hal ini menunjukkan ketiga jenis pupuk di atas belum memenuhi standar yang ditetapkan.

Hasil Analisa one-way Anova kadar asam bebas dan uji lanjutnya disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 8. Kadar asam bebas ketiga jenis pupuk menghasilkan data yang berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Hasil uji one-way ANOVA dengan taraf kepercayaan 5% dimana $p < 0,05$ dan nilai Fhitung > Fcritical berarti adanya pengaruh dan adanya perbedaan signifikan jenis minyak dengan kadar asam.



Gambar 6. Kadar Asam Bebas Pupuk K₃PO₄ dari Tiga Jenis Minyak

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	63.06048834	2	31.53024	130.8933006	0.0000112	5.143253
Within Groups (galat)	1.445310526	6	0.240885			
Total	64.50579886	8			**	

Gambar 7. Hasil Analisa One Way ANOVA Kadar Asam Bebas Pupuk K₃PO₄

Tabel 8. Tabel Uji Lanjut Kadar Asam Bebas Pupuk K₃PO₄

P	2	3
Nilai jarak, R(3,6,0.05)	3.460	3.586
v(KTG/r)	0.283	0.283
DMRT 5%	0.980	1.016

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. SIMPULAN

- Seluruh jenis minyak bahan baku menunjukkan pengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia pupuk kalium fosfat yang dihasilkan kecuali pada kadar asam bebas antara minyak jelantah dan sawit.
- Karakteristik pupuk yang paling mendekati standar yang berlaku diperoleh dari minyak jarak yaitu dengan tekstur halus berbentuk serbuk, berwarna putih bersih dan dengan hasil analisis kadar air sebesar 2,20%, kadar asam bebas sebesar 4,36%, kadar kalium sebesar 41,95%

dan kadar fosfor sebesar 35,96%. Rendemen yang dihasilkan juga paling tinggi yaitu sebesar 7,43%, karena semakin tinggi kadar asam lemak bebas maka semakin banyak katalis KOH yang dibutuhkan untuk transesterifikasi sehingga gliserol yang dihasilkan semakin basa. Semakin basa sifat gliserol maka dibutuhkan asam fosfat yang semakin banyak untuk menetralkannya, dan semakin banyak pula pupuk garam kalium fosfat yang terbentuk.

5.2. SARAN

- Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai cara penanganan kadar asam yang berlebih pada pupuk

agar tidak merusak struktur tanah dan mengoptimalkan daya serap nutrisi oleh akar tanaman.

6. DAFTAR PUSTAKA

Day, R., & Underwood, A. (1993). *Analisa Ilmu Kuantitatif*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

Gunadi, N. (2009). *Kalium Fosfat dan Kalium Klorida Sebagai Sumber Pupuk Kalium pada Tanaman Bawang Merah*. J. Hort, 19, 174-185.

Herman, S., & Khairat. (2004). *Kinetika Reaksi Hidrolisis Minyak Sawit dengan Katalisator Asam Klorida*. Jurnal Natur Indonesia, 6 (2), 118-121.

Joelianingsih, Armansyah, H. T., Hisrohi, N., Yasuyuki, S., & Kamaruddin, A. (2006). *Perkembangan Proses Pembuatan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN)*. Jurnal Keteknikan Pertanian, 20, 205-216.

Ketaren, S. (2008). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Khopkar, S. M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

N. A. Mostafa, Ashraf Maher, & Wael Abdelmoez. (2013). *Production of Mono-, Di-, and Triglycerides from Waste Fatty Acids Through Esterification with Glycerol Advances in Bioscience and Biotechnology*. 4, 900-907

Rohman, A., & Sumantri. (2002). *Analisis Makanan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Romano, S. D., & Sorichetti, P. A. (2011). *Dielectric Spectroscopy in Biodiesel Production and Characterization*. London: Springer-Verlag.

Sharma, A. R., & B. N. Mitra. (1991). *Effect of different rates of application of organic and nitrogen fertilizers in a rice-based cropping system*. The journal of Agricultural Science, 117, 313-318

Skoog, D. A., D. M. West, F. J. Holler, & Crouch. (2000). *Analytical Chemistry - An Introduction*. Saunders College Publishing, 7th ed

Suhardjo. (1998). *Perencanaan Pangan dan Gizi*. Bogor: Bumi Aksara.

Winarso, S. (2005). *Kesuburan Tanah*. Gava Media. Yogyakarta.