

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan ini dilakukan setelah proses pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah sesuai dengan prosedur dan dilakukan uji parameter. Parameter yang dilakukan yaitu viskositas, densitas, kadar air, angka asam, titik nyala dan yield

4.1 FFA Minyak Jelantah

Bahan baku yang digunakan adalah Minyak Jelantah yang diperoleh dari hasil penggorengan pedagang gorengan sempol. Minyak Jelantah ini memiliki % FFA kurang dari 5%, sehingga bisa langsung dilakukan proses transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Berikut adalah hasil analisa minyak goreng bekas:

Table 4. Hasil analisa sifat Fisika-Kimia Minyak Jelantah

Karakteristik Fisika – Kimia	Hasil Analisa
Warna	Kuning kecoklatan
Bau	Menyengat khas Minyak goreng bekas
Kadar FFA	2,538%

Tabel 4. dapat diketahui bahwa kadar FFA dalam Minyak Jelantah sebesar 2,538%. Selanjutnya proses transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan katalis basa heterogen yaitu abu tandan kosong kelapa sawit.

4.2 Densitas

Densitas (massa jenis) menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Densitas terkait dengan viskositas. Jika biodiesel mempunyai densitas melebihi ketentuan dari standar SNI akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Standar SNI untuk densitas biodiesel adalah 850-890 kg/m³ pada suhu 40°C (Hasanatan, 2012). Nilai densitas yang dihasilkan berkisar pada 883,25 – 895,50 kg/ m³. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 5 menunjukkan bahwa penambahan abu tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap nilai Densitas (massa jenis) biodiesel dari Minyak

Jelantah yang dihasilkan. Rata-rata nilai densitas Biodiesel dari Minyak Jelantah dapat dilihat pada Tabel 5.

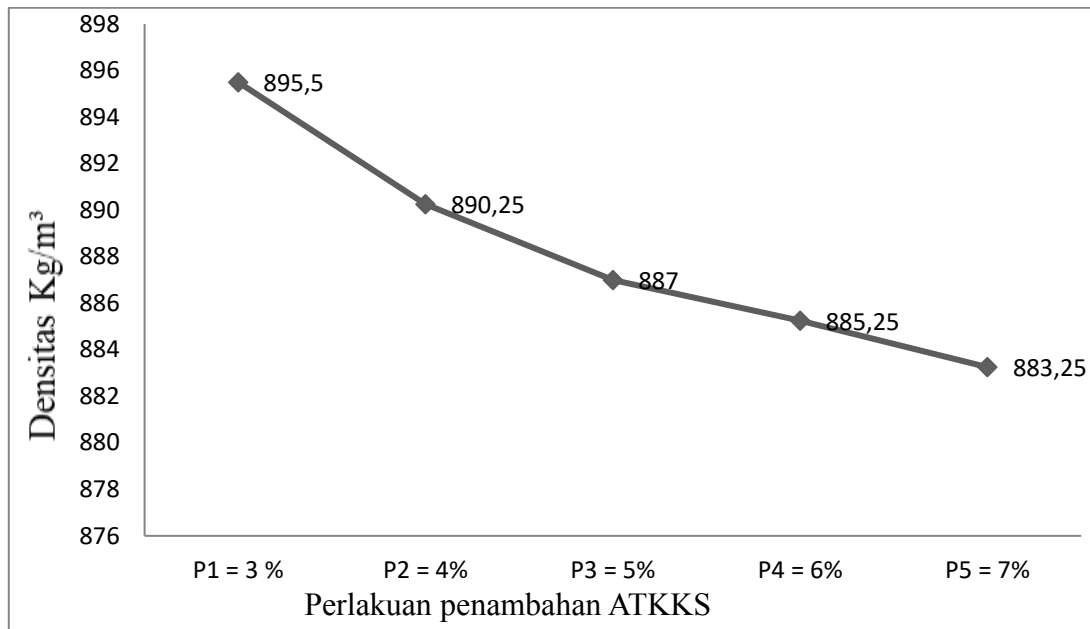
Tabel 5. Nilai Rata-Rata Densitas (Kg/m³) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

Penambahan Abu Tandan kosong Kelapa Sawit (ATKKS)	Densitas Kg/m ³
P1 = 3 %	895,50 d
P2 = 4%	890,25 c
P3 = 5%	887,00 b
P4 = 6%	885,75 a
P5 = 7%	883,25 a

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 1% berdasarkan Uji DNMRT

Berdasarkan Tabel 5. Menunjukkan bahwa penambahan katalis ATKKS pada pembuatan biodiesel menyebabkan turunnya nilai densitas. Pada perlakuan 3% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 4,5,6 dan 7 %, perlakuan 4% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,5,6 dan 7%, perlakuan 5% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,4,6 dan 7%, perlakuan 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 7% namun berbeda nyata dengan perlakuan 3,4 dan 5%. Densitas tertinggi terdapat pada perlakuan 3% dengan densitas yang diperoleh 895,50 kg/m³ dan nilai densitas terendah terdapat pada perlakuan 7% dengan nilai densitas yang diperoleh yaitu 883,25 kg/ m³. densitas biodiesel diuji pada suhu 40°C. Densitas yang dihasilkan pada perlakuan 5,6 dan 7% sudah memenuhi standar mutu biodiesel (SNI 7182-2006). Hal ini diduga karena pada penambahan abu tandan kosong sawit lebih sedikit pada perlakuan 3 dan 4% densitas meningkat dikarenakan minyak yang belum terpecah secara sempurna akibat katalis yang sedikit, sehingga katalis abu tandan kosong kelapa sawit yang seharusnya mempercepat reaksi menjadi tidak efisien karna katalis yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan 5,6 dan 7%. Pada proses transesterifikasi menyebabkan rantai rantai asam lemak dalam Minyak Jelantah akan terpecah menjadi rantai metil ester yang lebih pendek sehingga densitaspun akan menurun seiring penambahan abu tandan kosong kelapa sawit dan menurunnya berat molekul (Abbas dan Endang 2012). Densitas yang rendah disebabkan oleh

semakin meningkatnya intensitas pemecahan pada gugus lemak, sehingga menghasilkan fraksi ringan dari rantai karbon (biodiesel) serta fraksi beratnya berupa gliserol pada reaksi transesterifikasi (Faizal, 2013). Grafik nilai Densitas biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata Densitas (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

4.3 Viskositas kinematik

Viskositas kinematik adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dalam dari sebuah bahan cairan untuk mengalir atau ukuran tahanan geser dari bahan cair. Viskositas kinematik juga merupakan salah satu karakteristik bahan bakar diesel yang sangat penting karena akan mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel (Riyanti, 2012). Viskositas biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai dan komposisi asam lemak, posisi, dan jumlah ikatan rangkap (derajat ketidakjenuhan) dalam biodiesel serta metanol yang digunakan untuk proses transesterifikasi (Faizal, 2013). Bahan bakar diesel yang terlalu rendah viskositasnya akan memberikan pelumasan yang buruk dan cenderung mengakibatkan kebocoran pada pompa. Sebaliknya, viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan asap kotor

karena bahan bakar lambat mengalir dan lebih sulit teratomisasi (Triana, 2006). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 6 menunjukkan bahwa pengaruh penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS) terhadap mutu Biodiesel berpengaruh nyata terhadap Viskositas yang dihasilkan. Nilai hasil Viskositas dapat dilihat pada Tabel 6.

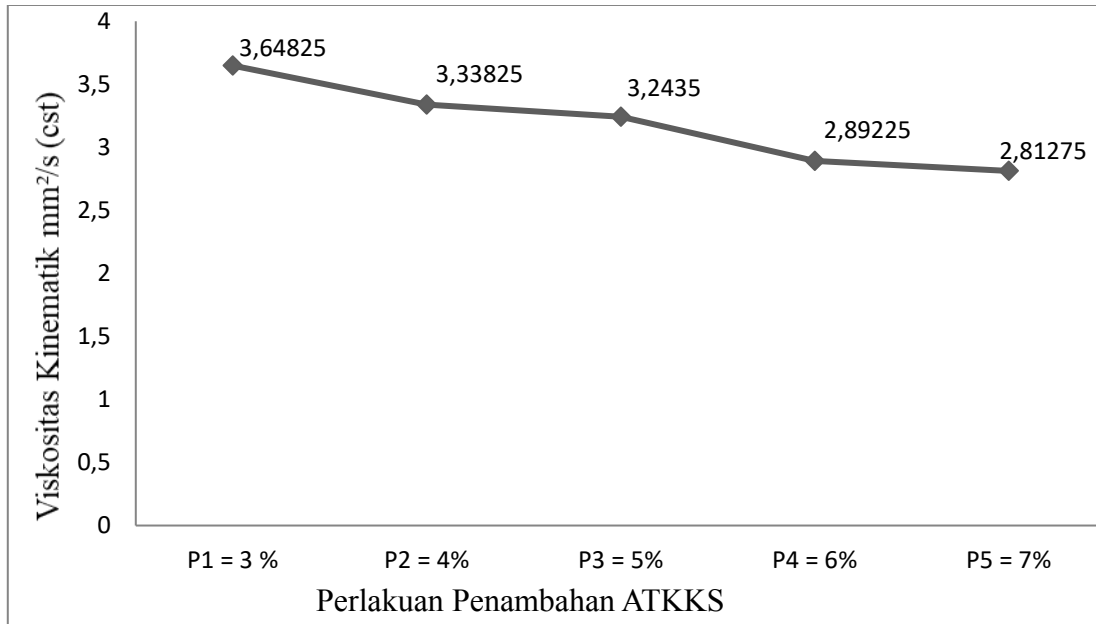
Tabel 6. Nilai Rata-Rata Viskositas Kinematik mm²/s (cSt) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

Penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS)	Viskositas Kinematik mm ² /s (cSt)
P1 = 3 %	3,64825 c
P2 = 4%	3,33825 b
P3 = 5%	3,24350 b
P4 = 6%	2,89225 a
P5 = 7%	2,81275 a

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 1% berdasarkan Uji DNMR

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa pada perlakuan konsentrasi abu tandan kosong kelapa sawit 3% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 4,5,6 dan 7%. Perlakuan 4% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,6 dan 7%. perlakuan 5% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,6, dan 7%. Perlakuan 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 7% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,4 dan 5%. perlakuan 7% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,4 dan 5%. Nilai rata- rata Viskositas Biodiesel dari Minyak Jelantah berkisar antara 2,81275 - 3,64825 mm²/s Hal ini diduga karena proses transesterifikasi menyebabkan rantai rantai asam lemak dalam Minyak Jelantah bereaksi dengan methanol dan katalis abu tandan kosong kelapa sawit akan terpecah menjadi rantai metil ester yang lebih pendek dan gliserol. Sehingga rantai gugus lemak semakin besar dan menyebabkan nilai viskositas yang diperoleh rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Retno (2008) semakin banyak jumlah katalis ATKKS yang digunakan pada pembuatan biodiesel, maka semakin rendah viskositas dari produk biodiesel yang dihasilkan. Viskositas yang dihasilkan tidak terlalu kental.

Standar SNI Viskositas Kinematik Biodiesel yaitu 2,3-6,0 mm²/s. Grafik nilai Viskositas Biodiesel dari Minyak Jelantah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai rata-rata Viskositas Kinematik mm²/s (cst) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

4.4 Kadar Air

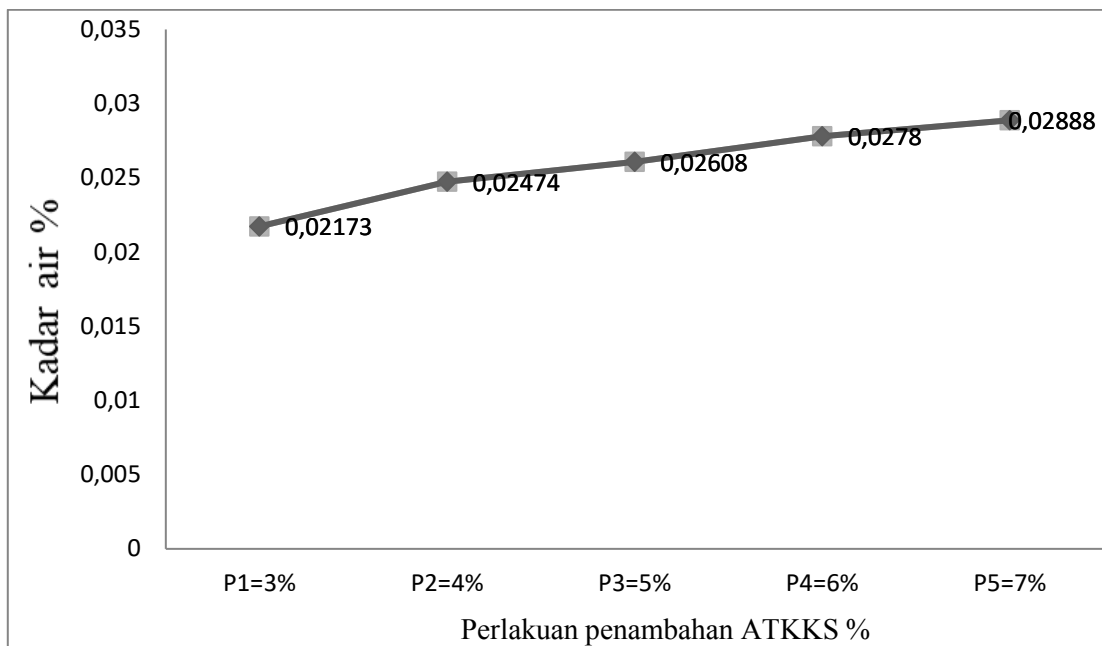
Kadar air merupakan kandungan senyawa air yang terdapat pada suatu benda. Menurut Prasetyo (2019), kadar air menunjukkan presentase air yang terkandung dalam bahan bakar. Analisis kadar air dilakukan sampai diperoleh berat konstan pada saat penguapan air menggunakan oven. kadar air merupakan metode uji laboratorium kimia yang sangat penting dalam industri untuk menentukan kualitas dan ketahanan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 7. menunjukkan bahwa penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air biodiesel dari Minyak Jelantah yang dihasilkan. Rata-rata nilai kadar air biodiesel dari Minyak Jelantah pada penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rata-Rata Kadar Air (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

Penambahan abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS)	Kadar air
P1=3%	0,02173 a
P2=4%	0,02474 b
P3=5%	0,02608 c
P4=6%	0,02780 d
P5=7%	0,02888 e

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 1% berdasarkan Uji DNMRT

Berdasarkan Tabel 7. Diketahui bahwa nilai kadar air pada perlakuan penambahan ATKKS 3% berbeda nyata dengan perlakuan 4,5,6 dan 7%. Perlakuan 4% berbeda nyata dengan perlakuan 3,5, 6 dan 7%. Perlakuan 5% berbeda nyata dengan 4,6,7dan 3%, Perlakuan 6% berbeda nyata dengan perlakuan 3,4,5 dan 7%, Perlakuan 7% berbeda nyata dengan perlakuan 3,4,5 dan 6%. Nilai rata- rata kadar air Biodiesel dari Minyak Jelantah yaitu 0,2173 -0,02888 %. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh pada Tabel 7, kadar air Biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan Standar SNI yaitu 0,05%. Hal ini diduga pada saat reaksi transesterifikasi terbentuk emulsi dan saponifikasi. Kadar air biodiesel selain dipengaruhi oleh banyaknya kadar air pada bahan baku juga dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada abu tandan kosong karena semakin banyak penambahan abu tandan kosong maka kadar air semakin meningkat. Kadar air yang ada pada biodiesel mampu menghidrolisis trigliserida menjadi digliserida dan akhirnya terbentuk asam lemak bebas menurut Abdullah dkk. (2010). Biodiesel yang telah dihasilkan telah memenuhi standar SNI 7182: 2012 biodiesel. Grafik nilai Kadar Air Biodiesel dari Minyak Jelantah pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Rata-Rata Kadar air (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

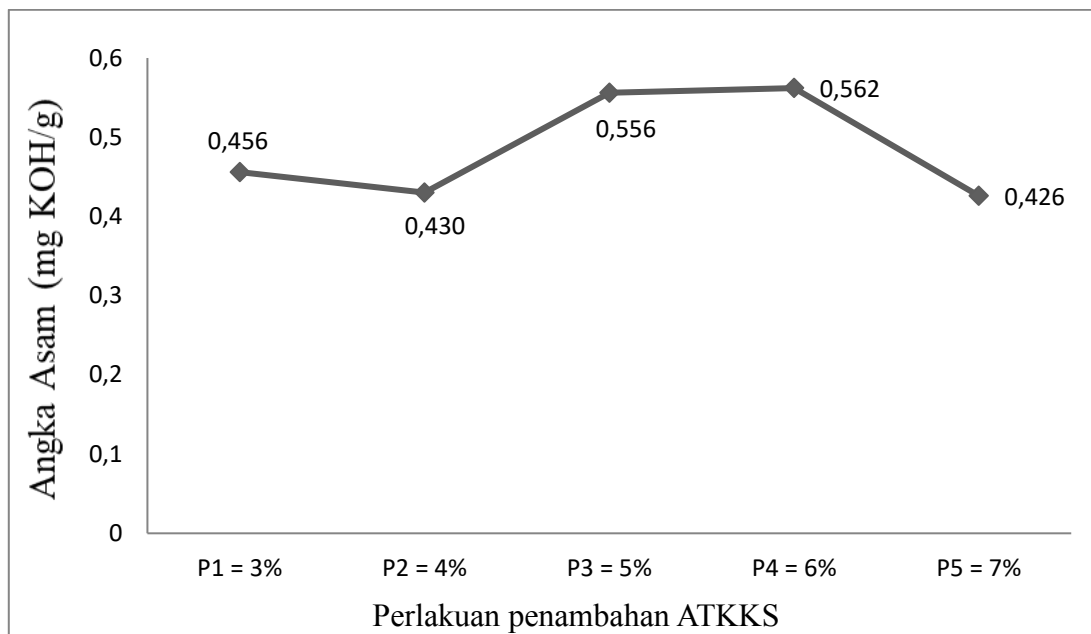
4.5 Angka Asam

Bilangan asam merupakan salah satu indikator yang sangat penting pada biodiesel. Salah satu proses yang terjadi ketika reaksi transesterifikasi adalah pengikatan asam lemak bebas dengan basa sebagai katalisator reaksi sehingga membentuk sabun. Indikator yang dapat menunjukkan telah terbentuknya sabun adalah menurunnya nilai asam lemak bebas. Hasil analisis angka asam biodiesel didapatkan bahwa semakin kecil angka asam maka akan semakin baik kualitas dari biodiesel. Angka asam berhubungan dengan PH dari masing-masing produk biodiesel. Semakin besar PH terutama berkisar antara 6 hingga 7 maka semakin kecil angka asam serta semakin baik metil ester yang dihasilkan (Faizal, 2013). Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa penambahan ATKKS tidak berpengaruh nyata terhadap nilai Angka Asam biodiesel dari Minyak Jelantah yang dihasilkan. Rata-rata nilai Angka Asam dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Rata- Rata Angka Asam (mg KOH/g) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

Penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS)	Angka Asam mg KOH/g
P1 = 3%	0,456
P2 = 4%	0,430
P3 = 5%	0,556
P4 = 6%	0,562
P5 = 7%	0,426

Berdasarkan Tabel 8. Diketahui bahwa nilai Angka Asam yang diperoleh berkisar antara 0,426–0,562 mg KOH/g. Nilai Angka Asam yang diperoleh menunjukkan bahwa semua perlakuan telah memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu maksimum 0,8 mg KOH/g. Nilai Angka Asam tertinggi terdapat pada konsentrasi 5 dan 6% yaitu 0,556 dan 0,562 mg KOH/g. Hal ini diduga karena masih tingginya asam lemak bebas yang ada pada Minyak Jelantah bereaksi dengan katalis abu tandan kosong kelapa sawit membentuk saponifikasi. sedangkan nilai angka asam terendah terdapat pada konsentrasi 4% yaitu 0,430 mg KOH/g. rendahnya jumlah asam lemak bebas akan mengurangi resiko terjadinya proses oksidasi selama penyimpanan metil ester. Hal itu diduga senyawa peroksida memecah asam lemak yang masih utuh, sehingga menghasilkan asam lemak bebas rantai pendek yang lebih banyak. Mekanisme reaksi oksidasi yang membentuk senyawa peroksida dan asam lemak bebas. Angka asam metil ester yang rendah menjamin agar tidak terjadinya penyumbatan pada injektor mesin diesel akibat dari timbulnya kerak atau jelaga. Kerak merupakan hasil samping dari proses korosif yang terjadi antara asam lemak bebas dengan besi Katoren (1986) Grafik Angka Asam Biodiesel dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Nilai Rata- Rata Angka Asam (mg KOH/g) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

4.6 Yield

Yield Biodiesel adalah perbandingan antara mol biodiesel yang dihasilkan dengan mol minyak goreng yang direaksikan. Semakin besar minyak yang terkonversi menjadi biodiesel, berarti biodiesel yang dihasilkan semakin banyak sehingga yield biodiesel juga meningkat (Aziz, 2011)

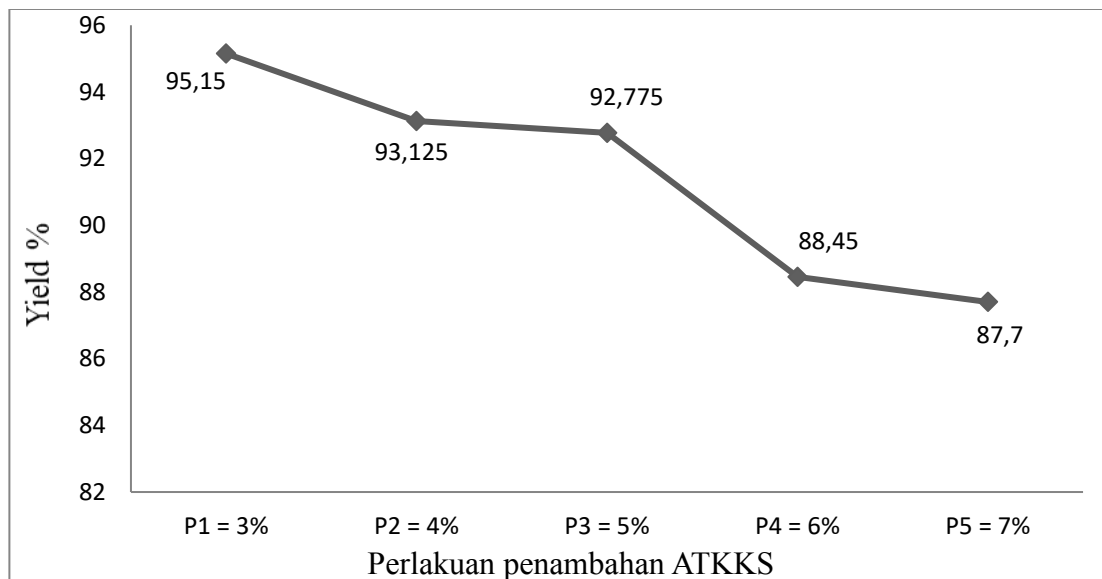
Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 9. menunjukan bahwa konsentrasi ATKKS berpengaruh sangat nyata terhadap biodiesel dari Minyak Jelantah. Nilai rata-rata Yield Biodiesel dari Minyak Jelantah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rata-Rata Yield (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan berbagai penambahan ATKKS

Penambahan abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS)	Yield %
P1 = 3%	95,15 c
P2 = 4%	93,125 b
P3 = 5%	92,775 b
P4 = 6%	88,450 a
P5 = 7%	87,700 a

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 1% berdasarkan uji DNMRT

Berdasarkan Tabel 9. Diketahui bahwa pada perlakuan konsentrasi ATKKS 3% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 4,5,6 dan 7%. Perlakuan 4% tidak berbeda nyata dengan Perlakuan 5% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,6 dan 7%. Perlakuan 5% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4% namun berbeda sangat nyata dengan 3,6 dan 7%. Perlakuan 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 7% namun berbeda sangat nyata dengan 3,4 dan 5%. Perlakuan 7% tidak berbeda nyata dengan Perlakuan 6% namun berbeda sangat nyata dengan 3,4 dan 5%. Nilai rata-rata yield Biodiesel berkisar antara 87,7 – 95,15%. Hal ini diduga karena proses transesterifikasi yang menyebabkan rantai rantai asam lemak dalam Minyak Jelantah bereaksi dengan methanol dan katalis abu tandan kosong kelapa sawit menghasilkan metil ester dan gliserol. Menurut (Suirta, 2009) Asam lemak bebas sisa bereaksi dengan katalis abu tandan kosong kelapa sawit dan membentuk saponifikasi sehingga metil ester yang dihasilkan semakin kecil dan menurunnya nilai yield biodiesel. Ini ditandai dengan terbentuknya emulsi pada biodiesel. Grafik nilai yield biodiesel dari Minyak Jelantah dari berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Nilai Rata-Rata Yield (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

4.7 Titik nyala (*Flash Point*)

Flash point merupakan titik nyala dari suatu bahan bakar pada suhu terendah dimana bahan bakar menghasilkan uap dan bercampur dengan udara dan membentuk campuran yang dapat menyala atau terbakar. (Misbachudin, 2017).

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa perlakuan ATKKS berpengaruh sangat nyata terhadap titik nyala biodiesel dari Minyak Jelantah yang dihasilkan. Rata-rata nilai titik nyala biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS disajikan pada Tabel 10.

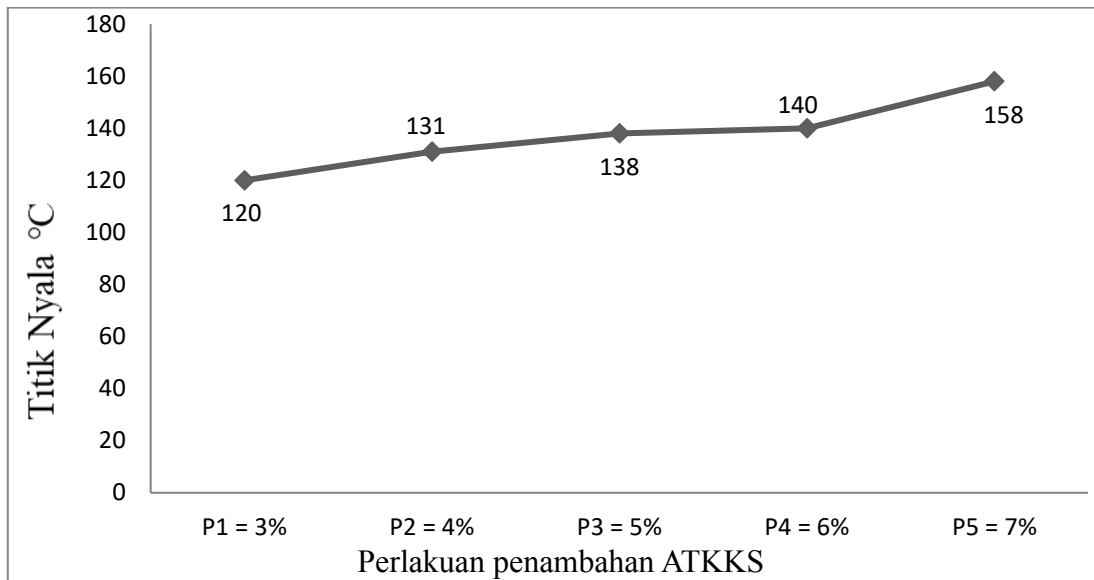
Tabel 10. Nilai Rata-Rata Titik nyala (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

Penambahan Abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS)	Titik Nyala °C
P1 = 3%	120 a
P2 = 4%	131 b
P3 = 5%	138 b
P4 = 6%	140 b
P5 = 7%	158 c

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 1% berdasarkan Uji DN MRT

Berdasarkan Tabel 10. Diketahui bahwa pada perlakuan penambahan ATKKS 3% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 4,5,6 dan 7% . Perlakuan 4% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5% dan 6% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3% dan 7%. Perlakuan 5% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4% dan 6% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3% dan 7%. Perlakuan 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4% dan 5% namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3% dan 7%. Perlakuan 7% berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3,4,5 dan 6%. Nilai rata-rata Titik nyala (*flash point*) biodiesel dari Minyak Jelantah berkisar 120 -158°C. Hal ini sesuai dengan SNI standar mutu biodiesel yaitu minimal 100 °C. Semakin besar jumlah katalis abu tandan kosong kelapa sawit maka konversi metil ester (biodiesel) akan semakin banyak. Hal ini menyebabkan titik nyala biodiesel akan semakin tinggi karena kandungan fraksi ringan (residu alkohol) semakin rendah, sehingga semakin tinggi temperatur yang dibutuhkan untuk biodiesel

bisa menyala. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena minyak tidak mudah terbakar pada temperatur ruang (Mittelbach dan Remschmidt, 2006). Grafik Nilai Titik nyala (*flash point*) Biodiesel dari Minyak Jelantah dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Rata-Rata Titik nyala (%) Biodiesel dari Minyak Jelantah pada berbagai penambahan ATKKS

4.8 Perlakuan Terbaik

Tujuannya untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang menghasilkan nilai terbaik dari seluruh variabel yang di amati. Skor nilai yang diberikan memiliki selang 1-5 (terburuk - terbaik). Bobot yang dihitung hanya parameter yang berpengaruh nyata yaitu Densitas, Viskositas, Kadar air, Yield dan Titik Nyala. Perhitungan penentuan terbaik Biodiesel dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil perhitungan Perlakuan Terbaik

P ATKKS	Densitas	Viskositas	Kadar air	Yield	Titik nyala	Total
P1 = 3%	1	1	5	5	1	13
P2 = 4%	2	2	4	4	2	14
P3 = 5%	3	3	3	3	3	15
P4 = 6%	4	4	2	2	4	16
P5 = 7%	5	5	1	1	5	17

Tabel 11. Menunjukkan bahwa Konsentrasi ATKKS 7% merupakan perlakuan terbaik dan perlakuan terendah yaitu pada perlakuan 3%.