



TUGAS AKHIR - ME184834

**Analisis Teknis Penggunaan *Silica Gel* dan *Iron Powder*  
Pada *Storage Fuel Tank* untuk Mengurangi Laju  
Degradasi Biodiesel di Kapal**

Ramzy Chandra Muzaffar  
NRP. 0421154000050

Dosen Pembimbing:  
Ir. Aguk Zuhdi M.Fathallah., M.Eng., Ph.D  
Nur Hidayatul Alami., S.Si., M.Si

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019





SKRIPSI – ME184834

**Analisis Teknis Penggunaan *Silica Gel* dan *Iron Powder* Pada *Storage Fuel Tank* untuk Mengurangi Laju Degradasi Biodiesel di Kapal**

Ramzy Chandra Muzaffar  
NRP 04211540000050

PEMBIMBING I

**Nama : Ir. Aguk Zuhdi M.Fathallah., M.Eng., Ph.D**  
**NIP : 195605191986102001**

PEMBIMBING II

**Nama : Nur Hidayatul Alami., S.Si., M.Si**  
**NIP : 198505012012122001**

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019





THESIS – ME184834

**Technical Analysis of The Application of Silica Gel and Iron Powder  
in Storage Fuel Tank Storage to Reduce Biodiesel Degradation Rate  
on Ship**

Ramzy Chandra Muzaffar  
NRP 04211540000050

Supervisor I

**Name : Ir. Aguk Zuhdi M.Fathallah., M.Eng., Ph.D**  
**NIP : 195605191986102001**

Supervisor II

**Name : Nur Hidayatul Alami., S.Si., M.Si**  
**NIP : 198505012012122001**

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2019



## LEMBAR PENGESAHAN

**Analisis Teknis Penggunaan *Silica Gel* dan *Iron Powder* Pada *Storage Fuel Tank* untuk Mengurangi Laju Degradasi Biodiesel di Kapal**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik  
pada  
Bidang Studi Marine Power Plant  
(MPP)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Ramzy Chandra Muzaffar**

NRP. 0421154000050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D

Nur Hidayatul Alami., S.Si., M.Si



(Signature 1)

(Signature 2)





---

## LEMBAR PENGESAHAN

**Analisis Teknis Penggunaan *Silica Gel* dan *Iron Powder* Pada *Sotrage Fuel Tank* untuk Mengurangi Laju Degradasi Biodiesel di Kapal**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik  
pada  
Bidang Studi Marine Power Plant  
(MPP)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Ramzy Chandra Muzaffar**  
NRP. 0421154000050

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman., ST., MT**

NIP. 197708022008011007



## **Analisis Teknis Penggunaan *Silica Gel* dan *Iron Powder* Pada *Storage Fuel Tank* untuk Mengurangi Laju Degradasi Biodiesel di Kapal**

**Nama Mahasiswa** : Ramzy Chandra Muzaffar  
**NRP** : 0421154000050  
**Departemen** : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng.,  
Ph.D  
**Dosen Pembimbing 2** : Nur Hidayatul Alami, S.Si., M.Si

Biodiesel memiliki stabilitas penyimpanan yang rendah sehingga mudah terdegradasi dalam kondisi penyimpanan. Terdapat 4 penyebab degradasi pada biodiesel dapat terjadi yaitu oksidasi dengan oksigen, hidrolisis oleh air, degradasi pada temperatur tinggi dan aktivitas mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *silica gel* dan serbuk *iron powder* dalam menghambat laju degradasi biodiesel. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan penyimpanan biodiesel selama 8 minggu. Penelitian ini, digunakan pengujian angka asam dan uji TPC (*Total Plate Count*) bakteri sebagai parameter pengukuran laju degradasi biodiesel. Dari penelitian ini, diketahui bahwa penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dapat mengurangi laju degradasi biodiesel dan dapat mengurangi pertumbuhan bakteri. Hal ini dibuktikan dengan penurunan laju degradasi pada tangki dengan komposisi 3,2 g/l *silica gel* dan 2,4 g/l *iron powder* sebesar 46 % dibandingkan dengan tangki 7 (kontrol) . Dalam pengujian jumlah bakteri diketahui bahwa pada tangki dengan komposisi 3,2 g/l *silica gel* dan 2,4 g/l *iron powder*, mengalami penurunan sebesar 99,8%. sedangkan pada tangki 7 terjadi peningkatan jumlah bakteri sebesar 37,6%.

*Kata Kunci* : *Bilangan asam, Iron Powder, Laju degradasi, TPC bakteri, Silica Gel*

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **Technical Analysis of The Application of Silica Gel and Iron Powder in Storage Fuel Tank to Reduce Biodiesel Degradation Rate on Ship**

**Name Of Student** : Ramzy Chandra Muzaffar  
**NRP** : 0421154000050  
**Departement** : Marine Engineering ITS  
**Supervisor 1** : Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, Eng., Ph.D  
**Supervisor** : Nur Hidayatul Alami, S.Si., M.Si

Biodiesel has low storage stability so that it is easily degraded under storage conditions. There are 4 things that can cause degradation in biodiesel namely oxidation with oxygen, hydrolysis by water, degradation at high temperatures and microorganism activity. This study aims to determine the effect of using silica gel and iron powder powder to inhibit the degradation rate of biodiesel. The method used in this study was a trial of biodiesel storage for 8 weeks. In this research, acid number testing and bacterial Total Plate Count (TPC) test will be used as a parameter to measure the degradation rate of biodiesel. From this study, it is known that the use of silica gel and iron powder powder reduces the rate of degradation of biodiesel and can reduce bacterial growth. This is evidenced by the decrease in degrades rate in tanks with a composition of 3.2 g / l silica gel and 2.4 g / l iron powder by 46% compared to tank 7 (control). In testing the number of bacteria it is known that in tanks with a composition of 3.2 g / l silica gel and 2.4 g / l iron powder, a decrease of 99.8%. while in tank 7 there was an increase in the number of bacteria by 37.6%.

*Keywords* : *Acid Value, Degradation Rate, Iron Powder, Silica Gel, TPC Bacteria*

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## Kata Pengantar

Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T berkat limpahan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga skripsi dengan judul “Analisis Teknis Penggunaan *Silica gel* dan *Iron powder* Pada *Storage Fuel Tank* untuk Mngurangi Laju Degradasi Biodiesel di Kapal “ dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang tiada hentinya mendukung penulis serta memberikan doa dan masukan serta dukungan baik secara moral maupun material kepada penulis.
2. Bapak Ir. Agung Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D. serta Ibu Nur Hidayatul Alami ,S.Si, M.Si, yang selalu mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
4. Bapak Ir. Irfan Syarief Arief, ST., MT., selaku dosen wali yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan perkuliahan ini,
5. Kawan seperjuangan dan seangkatan *Salvage'15* yang selalu mendukung mencetak pola pikir terdepan hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan baik dan lancar.
6. Para penghuni kontrakan jahatt, yang selalu setia untuk membangunkan ketika pagi.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari pula bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu perlunya saran dan masukan demi membangun kebaikan dan kemajuan skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya, amin.

Surabaya, Juli 2019

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	v
Bab 1. Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	3
Bab 3. Metode Penelitian.....	15
3.1 Umum.....	15
3.2 Diagram Alir.....	15
3.3 Hipotesis Penelitian.....	24
3.4 Metode Pembuktian Hipotesis.....	25
Bab 4. Hasil dan Analisis Penelitian.....	27
4.1 Hasil Penelitian.....	27
4.2. Analisis Data Bilangan Asam.....	28
4.3. Analisis Data Kelimpahan Bakteri.....	37
4.4. Diskusi.....	39
4.5. Pembuktian Hipotesis.....	40
Bab 5. Penutup.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
Daftar Putaka.....	43
Lampiran.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peningkatan <i>Acid value</i> pada Penyimpanan Biodiesel dari <i>Sun Flower</i> di Suhu 25°C .....	3
Gambar 2.2. Peningkatan Kinematic Viscosity pada Penyimpanan Biodiesel dari <i>Sun Flower</i> di Suhu 25o C.....	4
Gambar 2.3. Lapisan Film yang Terbentuk pada Pipa Bahan Bakar.....	5
Gambar 2.4. Perbandingan Pertumbuhan Mikrobiologi Pada LSD Blends dan ULSD Blends.....	5
Gambar 2.5. Perbandingan Peningkatan <i>Acid Value</i> pada ULSD dan LSD Akibat Akitivitas Mikrobiologi.....	6
Gambar 2.6. Antioksidan Sintetis BHT dan TBHQ.....	7
Gambar 2.7. Pengaruh Penambahan Antioksidan terhadap Peningkatan Bilangan Asam Pada Biodiesel.....	7
Gambar 2.8. Pengaruh Pengkondisian Tangki terhadap peningkatan Bilangan Asam.....	8
Gambar 2.9. Perbandingan Brake Power Output dan BSFC pada <i>Diesel Engine</i> dengan Menggunakan Bahan Bakar B0, B20, B20 + BHA, B20+BHT dan B100.....	9
Gambar 2.10. Perbandingan Emisi NOx dan CO pada <i>Diesel Engine</i> dengan Menggunakan Bahan Bakar B0, B20, B20 + BHA, B20+BHT dan B100.....	10
Gambar 2.11. Grafik Penurunan <i>Flash point</i> pada Biodiesel Blends.....	11
Gambar 2.12. Deposit pada <i>Separator</i> Bahan Bakar.....	12
Gambar 2.13. Reaksi <i>Iron powder</i> terhadap Oksigen.....	13
Gambar 3.1 Flow Chart.....	15
Gambar 3.2 Detail Desain Model Tangki.....	17
Gambar 3.3 Pembuatan Model Tangki.....	18
Gambar 3.4 Model Tangki yang Sudah Jadi.....	18
Gambar 3.5 Penambahan Alkohol Netral pada Sampel.....	19
Gambar 3.6. Proses Titrasi.....	20

Gambar 3.7. Penimbangan Berat Sampel.....	20
Gambar 3.8. Hasil Pengenceran $10^{-3}$ .....	21
Gambar 3.9. Proses Pengujian Bilangan Asam.....	23
Gambar 4.1. Grafik Analisis Data Bilangan Asam.....	29
Gambar 4.2. Grafik <i>Trendline</i> Data Uji Bilangan Asam.....	30
Gambar 4.3. Diagram <i>Box Plot</i> Data Bilangan Asam Tangki 1.....	32
Gambar 4.4. Histogram Data Bilangan Asam pada Tangki 1.....	32
Gambar 4.5. Diagram <i>Box Plot</i> Data Bilangan Asam Tangki 2.....	33
Gambar 4.6. Histogram Data Bilangan Asam pada Tangki 2.....	33
Gambar 4.7. Grafik Data <i>Trendline</i> Bilangan Asam Tanpa <i>outlier</i> .....	34
Gambar 4.8. Grafik Data <i>Trendline</i> Bilangan Asam Tanpa <i>outlier</i> .....	35
Gambar 4.9. Hasil TPC Sampel dari Tangki 7 (kiri), Tangki 2 (kanan).....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan Spesifikasi Diantara RMA, DMA dan Biodiesel.....	10
Tabel 4.1. Data Hasil Uji Bilangan Asam.....	27
Tabel 4.2. Data Hasil Uji TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) Bakteri.....	28
Tabel 4.3. Persentase Peningkatan Bilangan Asam.....	36
Tabel 4.4. Persen Penurunan Laju Degradasi.....	37
Tabel 4.5. Persentase Peningkatan Jumlah Bakteri.....	38
Tabel 4.6 Tabel Pembuktian Hipotesis.....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Terhitung mulai tanggal 1 September 2018 pemerintah Indonesia resmi mencanangkan berlakunya program B20 baik untuk PSO (public service obligation) maupun non-PSO. Pemberlakuan ini berdampak pada sektor maritim yang merupakan salah satu pengguna dari bahan bakar jenis biosolar di Indonesia. Penambahan campuran FAME (*fatty acid metil ester*) pada minyak diesel bukanlah hal baru. Sebelumnya pada produk biosolar milik Pertamina telah dilakukan pencampuran biodiesel sebanyak 10 %. Namun peningkatan campuran kandungan biodiesel hingga 20% tetap menimbulkan polemik.

Umumnya permasalahan yang ditimbulkan pada penggunaan biodiesel disebabkan oleh proses penyimpanan biodiesel yang buruk. Hal tersebut dapat mempercepat proses degradasi biodiesel yang berefek pada peningkatan *acid value*, angka penyabunan, Viskositas dan penurunan iodine (Silviana, 2015). Saat ini, pemerintah berencana untuk meningkatkan kandungan FAME pada biodiesel menjadi 30 % atau B30 pada tahun 2019. Hal tersebut saja menjadi tantangan yang lebih besar bagi para pelaku di *industry maritime* (Husaini, 2019).

Biodiesel terdegradasi dapat meningkatkan emisi NO<sub>x</sub> dari hasil pembakaran. Namun, kandungan oksigen terlarut yang tinggi menyebabkan penggunaan biodiesel terdegradasi dapat menurunkan emisi CO yang dihasilkan (Fattah dkk, 2013). Ketua Umum Indonesian National Shipowners Association (INSA) Carmelita Hartoto mengatakan bahwa perusahaan pelayaran menolak keputusan B20 yang dikeluarkan oleh pemerintah. Hal ini disebabkan oleh 9 alasan yang diantaranya yaitu sifat FAME yang dapat menyebabkan korosi pada seal dan gasket, dapat membentuk gel pada kondisi dingin, meningkatkan penggunaan bahan bakar dan ditengarai rawan digunakan pada mesin kapal (Reily, 2018).

Dari permasalahan diatas diperlukan suatu inovasi untuk mengurangi proses degradasi biodiesel selama penyimpanan. Sehingga pada penelitian ini penulis memberikasikan inovasi penggunaan *iron powder* dan *silica gel* pada *fuel tank* untuk mengurangi degradasi biodiesel pada penggunaan di kapal.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa persen penurunan laju degradasi biodiesel pada penggunaan *silica gel* dan *iron powder* ?
2. Apakah efek penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dapat mengurangi aktivitas mikroorganisme penyebab degradasi pada biodiesel ?
3. Berapa jumlah komposisi penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada *fuel tank* dengan penurunan laju degradasi ?
4. Bagaimana perbandingan performa penggunaan *silica gel* dan *iron powder* apabila dibandingkan dengan penggunaan TBHQ ( *tersier butyl hidroksi quinolin* ) ?

### 1.3 Batasan Masalah

Hal-hal yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada pengaruh penggunaan *silica gel* dan *iron powder* terhadap laju degradasi biodiesel.
2. Parameter yang digunakan untuk mengukur laju degradasi adalah jumlah peningkatan bilangan asam dari biodiesel.
3. Standar pengujian bilangan asam biodiesel mengacu pada SNI 7431:2015.
4. Eksperimen dilakukan pada jenis bahan bakar B20 Pertamina.
5. Material, desain dan ukuran dari tangki pada semua variable dibuat sama.
6. Mikroorganisme yang diamati pada penelitian ini adalah bakteri.
7. Aktivitas mikroorganisme penyebab degradasi pada biodiesel didasarkan pada peningkatan jumlah bakteri yang terdapat pada sampel biodiesel.
8. Metode yang digunakan untuk memonitor jumlah pertumbuhan bakteri pada biodiesel adalah TPC (*Total Plate Count*).

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

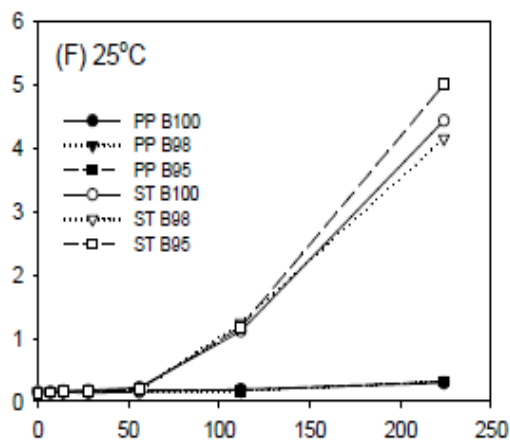
1. Mengetahui persentase penurunan laju degradasi biodiesel pada penggunaan *silica gel* dan *iron powder*.
2. Mengetahui efek penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dalam mengurangi aktivitas mikroorganisme penyebab degradasi pada biodiesel.
3. Mengetahui jumlah komposisi penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada *fuel tank* dengan penurunan laju degradasi.
4. Mengetahui perbandingan performa penggunaan *silica gel* dan *iron powder* apabila dibandingkan dengan penggunaan TBHQ (*Tersier Butyl Hidroksi Quinolin*).

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Degradasi yang terjadi pada biodiesel dapat mengakibatkan perubahan karakteristik dan penurunan kualitas dari biodiesel hingga mempengaruhi performa dan emisi dari mesin diesel. Biodiesel dapat terdegradasi melalui salah satu dari empat mekanisme sebagai berikut :

- (a) Dekomposisi termal akibat temperatur tinggi
- (b) Hidrolisis akibat kontak yang terjadi antara biodiesel dengan uap air baik pada tangki maupun system perpipaan
- (c) Kontaminasi bakteri yang dapat berasal dari partikel di udara maupun dari kandungan air yang terdapat pada bahan bakar, dan
- (d) Autoksidasi yang terjadi akibat biodiesel yang terpapar oleh udara terbuka.

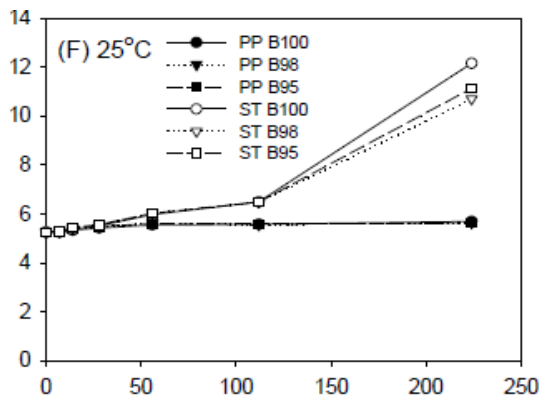
Degradasi pada biodiesel juga dipengaruhi oleh kandungan asam lemak tak jenuh, *impurities* pada biodiesel dan penambahan *antioxidant* pada biodiesel. Selain dapat menurunkan performa mesin dan mempengaruhi emisi yang dihasilkan, biodiesel yang telah terdegradasi juga dapat menyebabkan permasalahan pada *fuel system*. Permasalahan tersebut dapat berupa korosi pada pipa, penyumbatan filter dan pipa oleh gum yang terbentuk dan degradasi *elastomers material*. Pada beberapa kasus, dapat merusak stabilitas oksidasi dari lubricating oil sehingga menyebabkan *wearing* pada komponen mesin (Pullen dkk, 2012).



Gambar 2.1 Peningkatan *Acid value* pada Penyimpanan Biodiesel dari Sun Flower di Suhu 25° C  
(Sumber : Wu dkk, 2011)

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa kondisi penyimpanan dapat mendorong terjadinya degradasi pada biodiesel. Peningkatan temperatur penyimpanan dapat meningkatkan laju degradasi biodiesel dan lama waktu penyimpanan juga berbanding lurus dengan hal tersebut.

Degradasi yang terjadi pada biodiesel dapat diketahui dari peningkatan jumlah *acid value* dari biodiesel seperti dapat dilihat pada Gambar 2.1 dimana terjadi peningkatan *acid value* pada penyimpanan biodiesel dalam kondisi *ambient temperature* selama 250 hari. Peningkatan tersebut disebabkan degradasi pada rantai asam lemak tak jenuh yang menghasilkan produk berupa gliserol dan asam lemak bebas, sehingga meningkatkan nilai *acid value*. Selain peningkatan *acid value*, degradasi pada biodiesel juga dapat diamati dari peningkatan *viscosity* yang dapat diamati pada Gambar 2.2 (Wu dkk, 2011).



Gambar 2.2. Peningkatan Kinematic Viscosity pada Penyimpanan Biodiesel dari Sun Flower di Suhu 25° C  
(Sumber : Wu dkk, 2011)

Salah satu penyebab degradasi biodiesel adalah kontaminasi bakteri pada bahan bakar. Kontaminasi bakteri pada biodiesel dapat terjadi pada proses produksi, proses distribusi hingga tangki bahan bakar yang telah terkontaminasi. Selain itu, kontaminasi dapat terjadi melalui spora bakteri yang masuk melalui *vent pipe* tangki bahan bakar yang dapat Mengkontaminasi bakteri. Pertumbuhan bakteri hanya dapat terjadi apabila kadar air pada biodiesel lebih dari 100 ppm. Air yang mengendap pada dasar tangki merupakan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan bakteri. Aktivitas bakteri tersebut dapat membentuk film (*biological fiber*) pada tangki, pipa dan filter pada sistem bahan bakar seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Selain itu bakteri pendegradasi minyak dapat menghasilkan enzim lipase yang dapat mendegradasi FAME menjadi *fatty acid* dan *methanol* (Siegert, 2013).

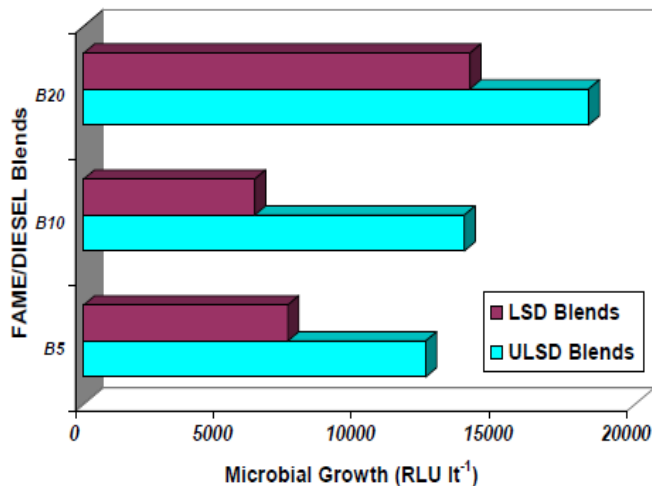
Peningkatan kadar FAME pada biodiesel akan memicu aktivitas bakteri yang lebih tinggi. Efek dari aktivasi mikroba pada biodiesel adalah penurunan stabilitas oksidasi dan peningkatan keasamaan biodiesel. Kandungan sulfur pada biodiesel dapat mengurangi pertumbuhan bakteri atau mikroba pada biodiesel seperti dapat diamati pada Gambar 2.4.





Gambar 2.3 Lapisan Film yang Terbentuk pada Pipa Bahan Bakar  
( sumber : Siegert, 2013)

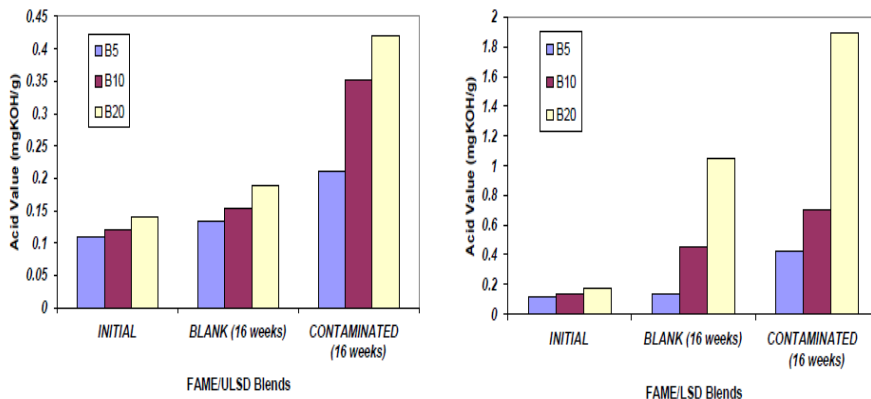
Pada LSD blends dengan kandungan sulfur sebesar  $31 \text{ mg kg}^{-1}$  memiliki tingkat pertumbuhan bakteri yang lebih rendah dibandingkan pada ULSD blends yang memiliki kandungan sulfur sebesar  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ . Jumlah bakteri yang tinggi berkolerasi pada degradasi biodiesel, hal ini ditunjukkan oleh peningkatan *acid value* ,seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.5 dimana LSD blends yang dengankandungan bakteri yang lebih rendah diketahui memiliki bilangan asam yang lebih rendah dibandingkan pada ULSD blends (Dodos dkk,2012).



Gambar 2.4 Perbandingan Pertumbuhan Mikrobiologi Pada LSD Blends dan ULSD Blends  
(Sumber : Dodos dkk, 2012)

Metode yang umum digunakan untuk mengurangi degradasi pada biodiesel adalah dengan penambahan antioksidan sintetis. Antioksidan sintetis terdiri dari

berbagai jenis seperti BHA, BHT, tokoferol, *propylgallate* dan TBHQ. Antioksidan sintesis berbentuk kristal atau serbuk berwarna putih seperti dapat dilihat pada Gambar 2.6. Sifat dari antioksidan sintesis antara lain tidak larut dalam air, namun sangat larut pada minyak dan fenol.



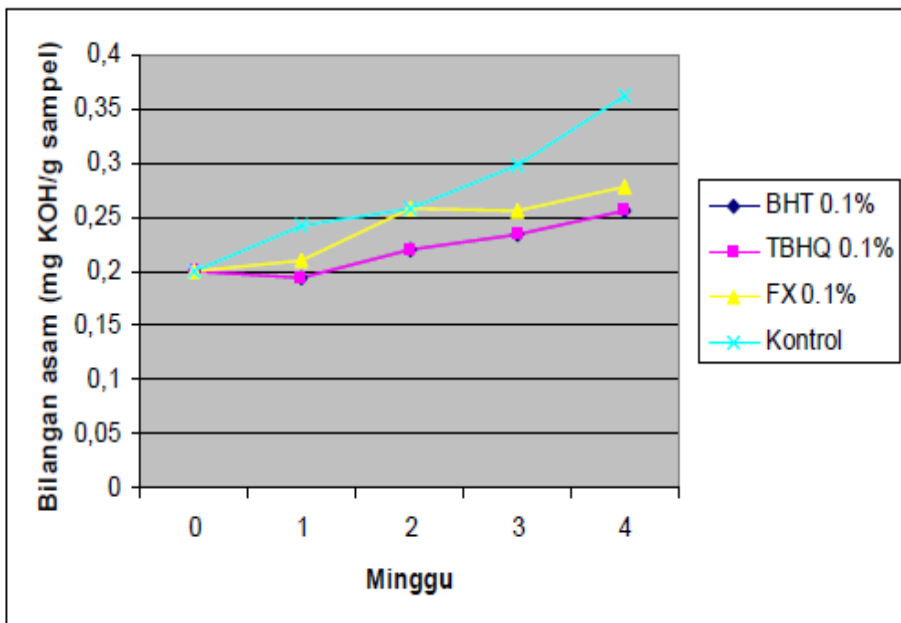
Gambar 2.5 Perbandingan Peningkatan *Acid Value* pada ULSD dan LSD Akibat Akitivitas Mikrobiologi  
(Sumber : Dodos dkk, 2012)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa penambahan antioksidan sintesis berupa TBHQ (*tetra butyl hidroksil quinon*) dan BHT (*butylated hydroxytoluene*) dapat menurunkan laju degradasi biodiesel. Antioksidan berkerja dengan cara bertindak sebagai akseptor sehingga menghambat proses terbentuknya radikal bebas pada proses oksidasi. Walaupun antioksidan dapat menurunkan peningkatan *acid value* dan peroksida, namun pada laju peningkatan viskositas penambahan antioksidan tidak terlalu berarti seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7. Kelemahan penggunaan dari antioksidan sintesis adalah tidak dapat mencegah aktivitas bakteri pada biodiesel. Selain itu, penggunaan antioksidan dalam jumlah lebih dari 0,2% dari jumlah bahan bakar malah akan memicu pembentukan senyawa peroksida (Anggraini, 2007).

Laju degradasi biodiesel dapat dikurangi dengan penyimpanan biodiesel pada tangki tertutup untuk mengurangi kontak dengan oksigen. Selain itu dapat juga dilakukan penyimpanan pada tangki dengan kondisi *nitrogen atmospher* (100% nitrogen). Penyimpanan biodiesel pada kondisi *nitrogen atmosphere* terbukti sama baiknya dengan penggunaan antioksidan BHT dengan konsentrasi 300 ppm dalam menghambat degradasi biodiesel (Waring dkk, 2012).

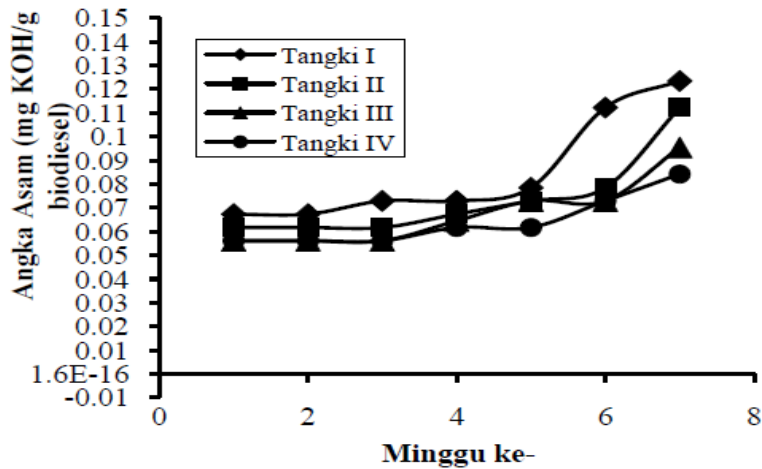


Gambar 2.6 Antioksidan Sintetis BHT dan TBHQ  
( Sumber : Angraini , 2007 )



Gambar 2.7 Pengaruh Penambahan Antioksidan terhadap Peningkatan Bilangan Asam Pada Biodiesel  
( Sumber : Angraini , 2007 )

Berdasarkan Silviani (2015), laju degradasi biodiesel juga dapat dicegah dengan menggunakan material tangki berupa galvanis pada kondisi penyimpanan tertutup. Penurunan laju degradasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8 yang menunjukkan peningkatan bilangan asam sebagai parameter terjadinya degradasi pada biodiesel.



Keterangan :

Tangki I = PVC terbuka

Tangki II = PVC tertutup

Tangki III = Galvanis terbuka

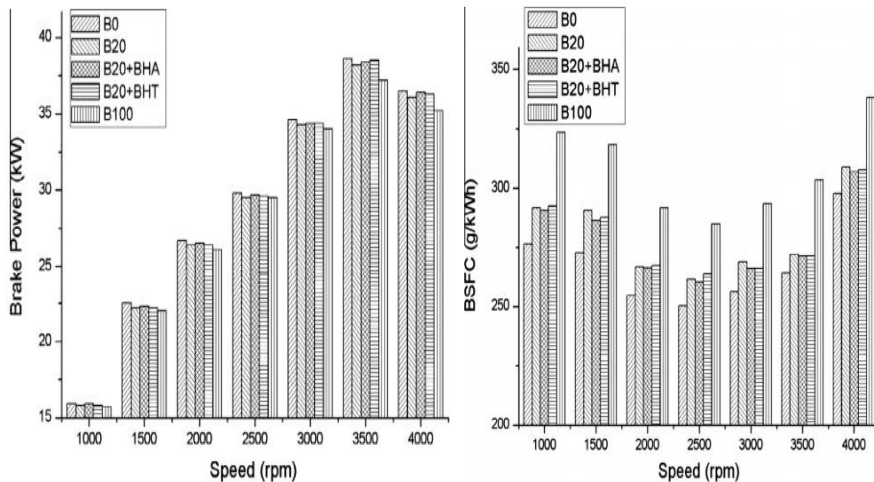
Tangki IV = Galvanis tertutup

Gambar 2.8 Pengaruh Pengondisian Tangki terhadap Peningkatan Bilangan Asam  
(Sumbar : Silviana dkk., 2015)

Pengaruh penggunaan biodiesel yang telah teroksidasi pada mesin diesel telah dibahas pada penelitian sebelumnya. Pada biodiesel yang telah teroksidasi maka akan terjadi peningkatan *acid value* dan kadar *gliserine*. Peningkatan *acid value* yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan *pressure drop* pada filter bahan bakar. Selain itu pula juga dapat menyebabkan korosi beberapa komponen pada sistem injeksi bahan bakar. Kadar gliserol yang tinggi pada bahan bakar akan memicu timbulnya deposit pada ruang bakar. Hal tersebut disebabkan oleh endapan gliserin yang tidak ikut terbakar pada proses *combustion* di ruang bakar, sehingga membentuk deposit (Waynick dkk, 2005).

Degradasi pada biodiesel dapat mempengaruhi performa dari *diesel engine* maupun emisi yang dihasilkannya. Menurut Fattah (2013) diketahui terdapat perbedaan dari performa dan emisi pada penggunaan biodiesel dengan penambahan antioksidan dan tanpa penambahan antioksidan. Antioksidan digunakan untuk meningkatkan stabilitas oksidasi, dimana jenis antioksidan yang digunakan adalah BHA dan BHT. Penelitian itu dilakukan pada mesin 4 cylinder berdaya 42 KW dengan turbocharger. Parameter yang dibandingkan pada penelitian ini yaitu *brake power output*, *brake specific fuel consumption*, *thermal efficiency*, *NO<sub>x</sub> emission*, *CO emission* dan *HC emission*. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.9 dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa biodiesel tanpa penambahan antioksidan memiliki daya output yang lebih rendah sekitar 0,3-0,6 %. Begitupula dengan konsumsi bahan bakar yang lebih besar sekitar

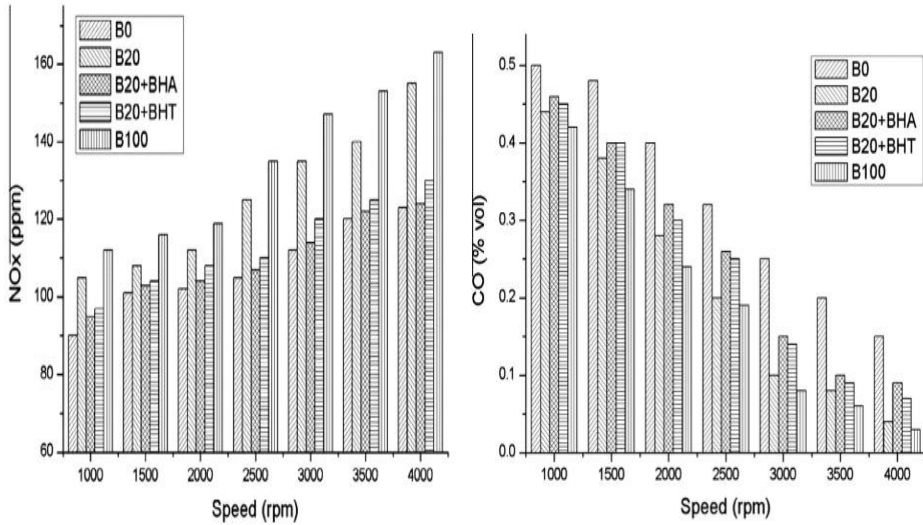
0,64% dari biodiesel dengan antioksidan. Dari segi emisi, dapat ditarik kesimpulan bahwa biodiesel yang terdegradasi akan menghasilkan emisi CO dan HC yang lebih rendah. Hal itu, disebabkan oleh meningkatnya kadar oksigen pada biodiesel, tingginya kadar oksigen tersebut menyebabkan pembakaran pada *engine* lebih sempurna. Sedangkan untuk emisi NO<sub>x</sub> menunjukkan hasil yang berbeda, dimana emisi NO<sub>x</sub> meningkat sebanyak 10 - 12,6 % seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10. Hal tersebut disebabkan oleh oksidasi yang menyebabkan *Cethane Number* dari biodiesel meningkat yang berdampak pada *ignation delay* yang menjadi lebih pendek ( Fattah dkk, 2013).



Gambar 2.9. Perbandingan *Brake Power Output* dan *BSFC* pada Diesel Engine dengan Menggunakan Bahan Bakar B0, B20, B20 + BHA, B20+BHT dan B100 (Sumber : Fattah dkk, 2013)

Jenis bahan bakar yang digunakan di kapal secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu destilate fuel (DMA) dan residual marine fuel (RMA). Pencampuran biodiesel baik pada RMA maupun DMA dapat merubah karakteristik dari bahan bakar. Hal ini dikarenakan sifat yang berbeda dari biodiesel mulai dari *cethane number*, *viscosity*, *heating value* hingga kandungan sulfur yang terkandung, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Penambahan biodiesel pada marine fuel akan peningkatkan *flash point* dari bahan bakar, sehingga akan menaikkan *cethane number* dari bahan bakar. Peningkatan konsentrasi biodiesel pada diesel fuel berbanding lurus dengan peningkatan *flash point*. Peningkatan *flash point* selain dapat membuat pembakaran pada ruang bakar menjadi sempurna juga dapat mengurangi risiko terjadinya kebakaran di kapal. Perubahan properties bahan bakar lainnya yaitu penurunan LHV (low heating value) yang meningkatkan SFC (specific fuel consumption) (Cherng, 2013).



Gambar 2.10 Perbandingan emisi NO<sub>x</sub> dan CO pada diesel engine dengan menggunakan bahan bakar B0, B20, B20 + BHA, B20+BHT dan B100  
(Sumber : Fattah dkk, 2013)

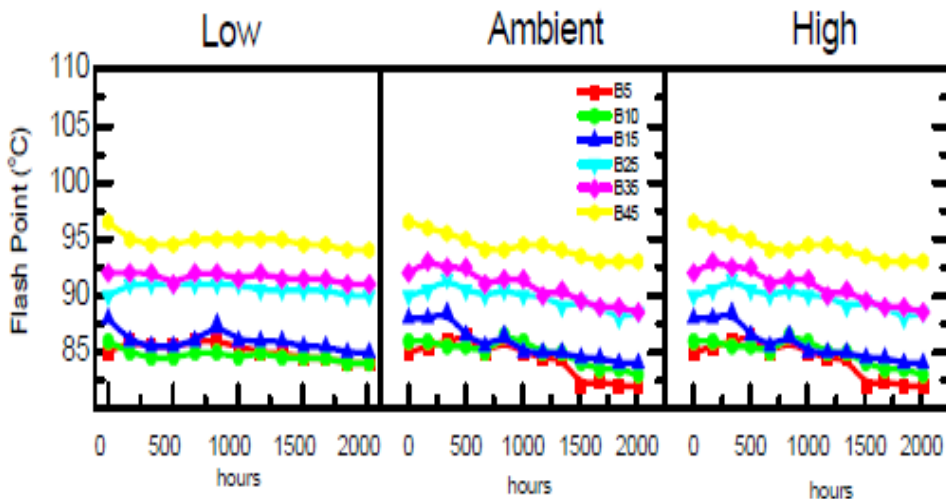
Table 2.1  
Perbedaan Spesifikasi antara RMA, DMA dan Biodiesel

Fuel Parameter	Unit	ISO8217 RMA	ISO8217 DMA	EN-41214 biodiesel
Cetane number, min	-	20	40	51
Sulfur, max	ppm	45.000	15.000	10
Density (at 15°C)	Kg/m <sup>3</sup>	920	890	860 to 900
Flash point, min	°C	60	60	120
Kinematic viscosity (at 40°C)	mm <sup>2</sup> /s	10	2 to 6	3.5 to 5
Heating Value	MJ/kg	40	42	38
Acid Number,max	mg KOH/g	2.5	0.5	0.5

(Sumber : ASTM 16751-11a)

Penyimpanan dalam jangka panjang pada *storage fuel tank* kapal dapat menyebabkan degradasi pada *biodiesel blend*. Penggunaan *heater* dan material

besi pada tangki bahan bakar dapat mempercepat terjadinya degradasi biodiesel. Mengacu pada rules BKI Vol.III tahun 2016, Chapter 10 part.B, diketahui bahwa pada setiap tangki bahan bakar di kapal harus dilengkapi dengan pipa udara (*vent pipe*) yang bertujuan untuk menjaga tekanan didalam tangki tetap sama dengan tekanan atmosphere diluar tangki. Hal tersebut tentu saja menyebabkan kontaminasi oksigen dari udara luar dengan biodiesel pada tangki bahan bakar.



Gambar 2.12 Grafik Penurunan *Flash Point* pada Biodiesel Blends  
(Sumber : Zakaria dkk, 2014)

Degradasi pada kondisi penyimpanan tersebut akan merubah karakteristik dari biodiesel blends seperti meningkatnya viskositas dan tingkat keasaman dari bahan bakar. Selain itu pula terjadi penurunan *flash point* akibat terdegradasinya rantai karbon menjadi lebih pendek hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.12, dimana terjadi penurunan *flash point* pada biodiesel pada saat penyimpanan selama 2000 jam pada *ambient* dan *high temperature*. Penurunan *flash point* ini dapat beresiko apabila terjadi hingga melewati standard yang telah ditetapkan oleh IMO yakni  $>60^{\circ}\text{C}$ . Disamping itu *flash point* yang terlalu rendah dapat memperpendek waktu *ignation delay* sehingga dapat menyebabkan pembakaran pada mesin tidak maksimal dan dapat menimbulkan *knocking* (Zakaria dkk ,2014).

Sifat *hygroscopic* dari biodiesel menyebabkan peningkatan kadar air pada biodiesel. Keberadaan air tersebut dapat memicu reaksi hidrolisi pada FAME sehingga membentuk asam-asam lemak bebas yang dapat menyebabkan korosi pada material besi dan mendegradasi material elastomer. Heating coil pada tangki yang terbuat dari besi, tank coating yang mengandung material zinc dan elastomer serta gasket dan seal yang terbuat dari elastomer akan rusak dalam jangka waktu tertentu akibat keberadaan *free fatty acid* . Keberadaan air pada biodiesel juga

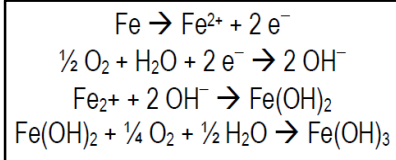
dapat memicu pertumbuhan bakteri pada biodiesel. Aktivitas bakteri dapat membentuk sludge pada tangki, filter, pipa dan purifier unit pada sistem bahan. Pada beberapa kasus juga dapat menyebabkan logging atau penyumbatan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.13 (Monyem dkk, 2001).



Gambar 2.13 Deposit pada *Separator* Bahan Bakar  
(Sumber : Fattah dkk, 2013)

Penggunaan *silica gel* sebagai *desiccant material* sudah banyak dijumpai, pada penyimpanan bahan makanan, barang elektronik, *spare part* automotive, hingga lemari untuk menyimpan buku dan baju. Selain *silica gel* sebenarnya terdapat jenis *desiccant* lain seperti  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KOH}$  dan  $\text{BaO}$ . Kelabihan dari *silica gel* dibandingkan dengan *drying agent* lainnya adalah sifatnya yang tidak menimbulkan kerak ketika bereaksi dengan oksigen. *Silica gel* dapat digunakan lebih dari 12 bulan pada desikator kedap udara. *Silica gel* juga dapat menyerap molekul air hingga lebih dari 10% dari berat sebenarnya. Kemampuan *silica gel* dalam menyerap uap air di udara dapat berbeda-beda bergantung kondisi suhu dan kelembapan udara disikator. Penggunaan *silica gel* paling optimal ketika berada pada kondisi udara dengan kandungan uap air sekitar 0,03 mg/l (Marlina N., 2006). Seperti halnya *silica gel*, *iron powder* juga banyak dipakai pada penyimpanan bahan pangan. *Iron powder* berkerja dengan prinsip oksidasi besi oleh oksigen dengan keberadaan uap air di udara, adapun reaksi kimia yang terjadi seperti ditunjukkan pada Gambar 2. 14. Satu gram dari *iron powder* dapat menyerap 300 ml  $\text{O}_2$ , penggunaan *iron powder* akan lebih efektif pada kondisi kedap udara, dimana kondisi tersebut akan membuat *iron powder* mencapai kondisi jenuh pada waktu yang lebih lama ( Rozana dkk,2013).





Gambar 2.14 Reaksi *Iron Powder* terhadap Oksigen  
(Sumber : Rozana dkk, 2013)

Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada penyimpanan biodiesel di kapal diharapkan dapat mengurangi laju degradasi yang dapat terjadi. Dengan penggunaan *silica gel* pada tangki penyimpanan akan menjaga kondisi udara di dalam tangki tetap kering. Sedangkan penggunaan *iron powder* bertujuan menurunkan kadar oksigen di dalam tangki. Sehingga dari hal tersebut dapat dihindari tiga mekanisme penyebab terjadinya degradasi pada biodiesel yakni hidrolisis air; *auto-oxidation* oleh oksigen; dan aktivitas bakteri.

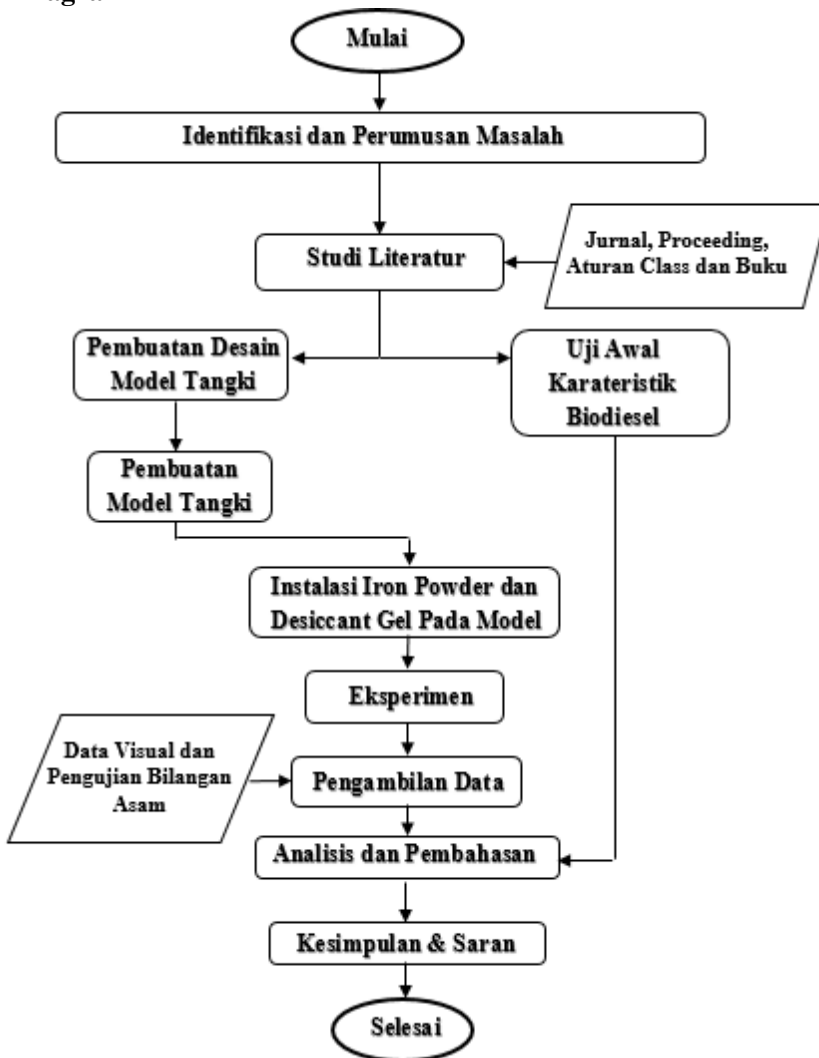
*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Umum

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah dengan metode berbasis permodelan, dimana akan dilakukan eksperimen penyimpanan biodiesel pada tangki model, eksperimen tersebut akan dilakukan selama 8 minggu.

### 3.2 Diagram Alir



Gambar 3.1 Flow Chart

Gambar 3.1 merupakan flowchart dari metodologi dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam pembuatan tugas akhir ini, tentu saja memerlukan proses yang harus terstruktur. Dalam metodologi penelitian ini, akan diuraikan tahap demi tahap yang akan dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini nantinya. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Identifikasi Masalah

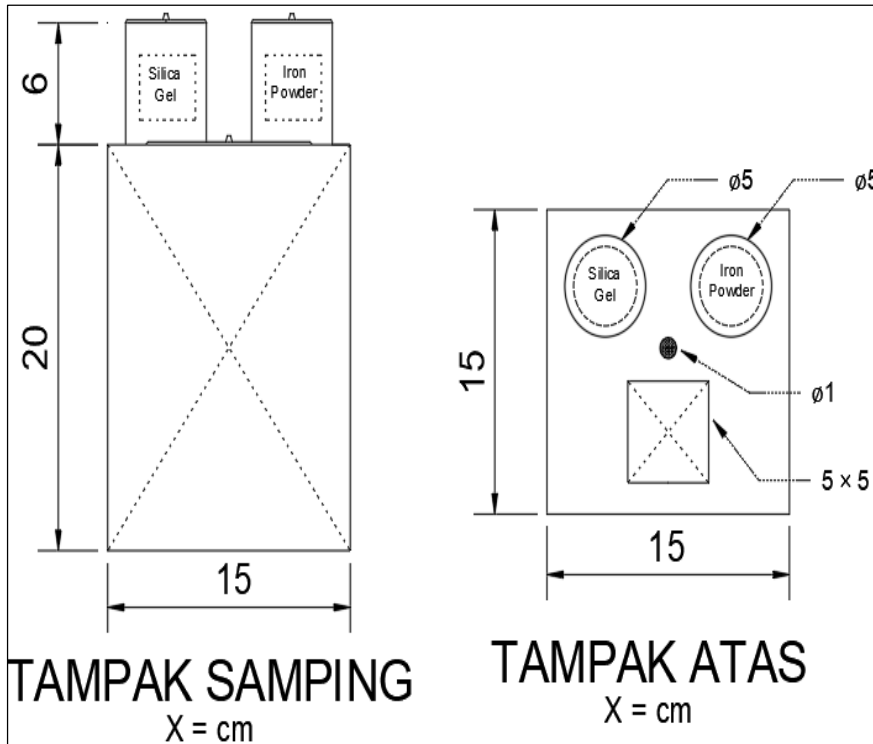
Pada tahap ini dilakukan pencarian solusi dari masalah yang menjadi latar belakang dari penelitian ini. Pada penelitian ini memiliki latar belakang upaya dalam meminimalisir laju degradasi biodiesel yang terjadi pada *fuel storage tank* dikapal. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada tangki bahan bakar untuk mengurangi laju degradasi pada biodiesel merupakan solusi yang penulis tawarkan dalam penelitian ini.

### 3.2.2 Studi Literatur

Setelah suatu permasalahan sudah diketahui, maka selanjutnya adalah studi literatur. Dimana yang harus dilakukan pada tahap ini, adalah mencari referensi permasalahan-permasalahan yang ada berikut solusinya dan juga mempelajari kedua hal tersebut untuk diimplementasikan pada skripsi ini, sehingga jelas apa saja yang harus dilakukan agar permasalahan tersebut dapat terpecahkan. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara membawa paper atau jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dipecahkan.

### 3.2.3 Pembuatan Desain Model Tangki

Model tangki yang akan digunakan dalam penelitian memiliki volume sebesar 4,5 liter dimana nantinya setiap tangki akan diisi dengan biodiesel sebanyak 2,5 liter dari volume tangki. Pada setiap tangki akan dilengkapi sebuah *vent hole* berdiameter 1 cm, selain itu pula disetiap tangki juga terdapat 2 buah tabung buntu berdiameter 5 cm sebagai tempat *silica gel* dan *iron powder* yang akan diinstal pada tangki. Desain model tangki dapat dilihat secara lebih detail pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Detail Desain Model Tangki

### 3.2.4 Pembuatan Model Tangki

Pada penelitian ini akan digunakan model tangki dengan ukuran dan jenis material yang sama. Material yang digunakan pada model tangki menggunakan bahan acrylic yang merupakan material non-logam sehingga dapat mencegah reaksi antara biodiesel dan material tangki. Pada setiap bagian sudut dan siku akan dilapisi oleh aluminium foil, untuk mencegah material lem atau perekat berkontak langsung dengan biodiesel, sehingga menimbulkan reaksi kimia yang dapat mencegah perubahan karakteristik pada biodiesel.



Gambar 3.3. Pembuatan Model Tangki



Gambar 3.4 Model Tangki yang Sudah Jadi

### 3.2.5 Pengujian awal spesimen biodiesel

Pada pengujian spesimen awal bertujuan untuk mengetahui jumlah bilangan asam dan jumlah koloni bakteri pada sampel awal biodiesel sebelum dilakukan eksperimen, data ini nantinya akan digunakan sebagai

acuan maupun pembandingan data-data yang diambil berikutnya, baik data jumlah bilangan asam maupun jumlah koloni bakteri. Metode yang digunakan untuk pengujian bilangan asam dan pengujian jumlah koloni bakteri akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengujian Bilangan Asam

Pengujian bilangan asam pada penelitian ini menggunakan metode titrimetri yang mengikuti standar pengujian SNI 7431-2015. Prosedur pengujian bilangan asam yaitu pertama pelarutan sampel dalam hal ini biodiesel B20 dengan alkohol 95% netral. Setelah ditutup dengan pendingin balik, panaskan sampai mendidih dan digojok kuat-kuat untuk melarutkan asam lemak bebasnya. Setelah dingin, larutan lemak di titrasi dengan larutan baku KOH 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein (pp). Akhiri titrasi apabila terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama 30 detik. Apabila cairan yang di titrasi berwarna gelap maka dapat ditambahkan pelarut yang cukup banyak dan atau penambahan indikator bromotimol biru sampai terbentuk warna biru. Rumus yang digunakan untuk menentukan bilangan asam yaitu ;

$$\text{Bilangan asam} = \frac{VKOH \times NKOH \times 56,1}{\text{Berat sampel (g)}}$$



Gambar 3.5 Penambahan Alkohol Netral pada Sampel



Gambar 3.6 Proses Titrasi



Gambar 3.7 Penimbangan Berat Sampel

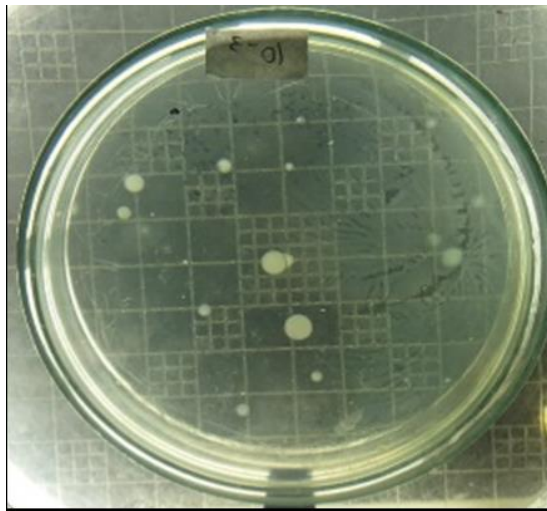
## 2. Pengujian Jumlah Bakteri

Dalam pengujian ini digunakan metode *Total Plate Count* (TPC) pada medium Nutrient Agar (NA) untuk mengetahui kelimpahan bakteri pada sampel uji berupa biodiesel. Prosedur pengujian



kelimpahan bakteri yang pertama yaitu pencampuran 1 mL sampel biodiesel dengan 9 mL aquades steril. Kemudian dilakukan proses homogenisasi dengan menggunakan *vortex*, untuk selanjutnya campuran tersebut disebut  $10^{-1}$ . Dari campuran  $10^{-1}$  tersebut diambil sebanyak 1 mL untuk dicampurkan pada 9 mL aquades steril, kemudian dilakukan proses homogenisasi kembali dan campuran ini disebut  $10^{-2}$ . Proses tersebut terus dilakukan hingga mendapatkan campuran  $10^{-5}$ . Kemudian dari setiap campuran diambil sebanyak 100  $\mu$ L untuk dimasukkan pada medium NA steril, untuk kemudian dilakukan inkubasi selama 24 jam. Setelah itu jumlah koloni bakteri dapat dihitung dengan menggunakan *colony counter*.

$$\text{Jumlah Koloni (cfu/ml)} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \times 10$$



Gambar 3.8 Hasil Pengenceran  $10^{-3}$

### 3.2.6 Eksperimen

Pada penelitian ini dilakukan simulasi penyimpanan biodiesel dalam waktu 8 minggu dengan tujuh macam pengkondisian yang berbeda-beda pada setiap tangki, sebagai berikut :

1. Tangki model dengan pemasangan *silica gel* sebanyak 4 gram/l.
2. Tangki model dengan pemasangan *silica gel* sebanyak 3,2 gram/l dan *iron powder* 2.4 gram/l.
3. Tangki model dengan pemasangan *silica gel* sebanyak 3,2 gram/l dan *iron powder* 3,2 gram/l.

4. Tangki model dengan pemasangan *silca gel* sebanyak 2,4 gram dan *iron powder* 3,2 gram/l.
5. Tangki model dengan pemasangan *iron powder* sebanyak 4 gram/l.
6. Tangki model biasa dengan penambah TBHQ (Tersier Butyl Hidroksi Quinolin ) dengan konsentrasi 0,1 % atau sebanyak 2,12 gram bila mengacu pada jumlah biodiesel yang digunakan.
7. Tangki model tanpa perlakuan (Kontrol)

Pada setiap tangki nantinya akan diisi dengan masing-masing 2,5 liter biodiesel B20. Selama eksperimen berlangsung akan dilakukan penggantian *iron powder* dan *silica gel* setiap dua minggu sekali untuk mengantisipasi kondisi jenuh pada dua material tersebut. Eksperimen ini akan dilakukan pada kondisi udara ruangan terkontrol yakni pada temperatur 28°C dan humidity sebesar 50-60%.

### 3.2.7 Pengambilan Data

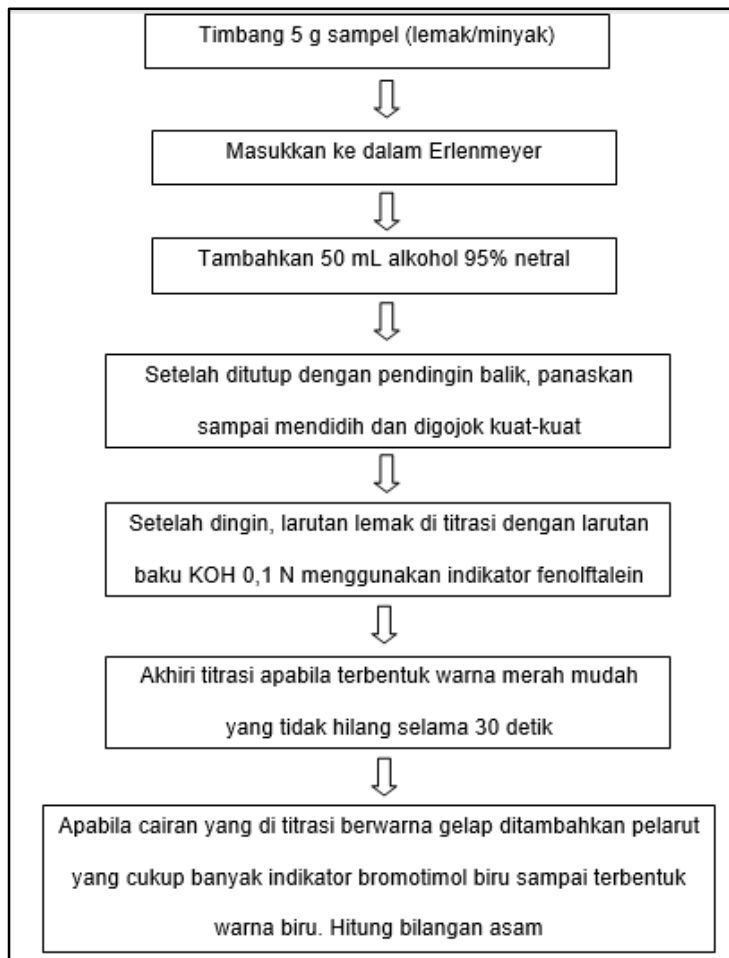
Pengambilan data yang akan dilakukan selama eksperimen didapat melalui 2 jenis pengujian. Jenis pengujian yang pertama yaitu uji bilangan asam, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan bilangan asam yang terjadi pada biodiesel selama simulasi eksperimen, bilangan asam yang merupakan produk dari degradasi biodiesel sehingga dapat menjadi indikator tingkat degradasi pada setiap sampel biodiesel. Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 80 ml pada tiap tangki sebanyak 4 kali yang akan dilakukan setiap 2 minggu, pengujian tersebut mengacu pada standar SNI 7431:2015.

Pengujian kedua yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji kelimpahan bakteri metode yang digunakan pada penujian ini yaitu metode TPC ( *Total Plate Count* ) pada medium NA (nutrient agar). Dari pengujian tersebut dapat diketahui jumlah koloni bakteri yang terdapat pada setiap mL sampel biodiesel. Pengujian ini akan dilakukan hanya pada pra-eksperimen dan pasca eksperimen. Pada penelitian ini tidak menguji sampel dari seluruh tangki, melainkan hanya diujisampel dari tangki 7, yang merupakan tangki *control* dan salah satu diantara tangki nomer 1,2,3,4 dan 5 yang memiliki nilai bilangan asam terendah pada pengujian terakhir.

### 3.2.8 Perhitungan Persentase Peningkatan Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan ukuran jumlah asam lemak campuran asam lemak yang terkandung dalam minyak, bilangan asam dapat dinyatakan dengan satuan mg KOH 0,1 N, yang digunakan untuk menetralkan 1 gram minyak. Pada penelitian ini digunakan parameter untuk menentukan

bilangan asam, peningkatan bilangan asam pada biodiesel dapat didefinisikan sebagai terjadinya proses degradasi pada biodiesel



Gambar 3.9 Proses Pengujian Bilangan Asam

. Semakin tinggi bilangan asam maka semakin tingginya degradasi yang terjadi biodiesel. Dalam pemelihan analisis data, pada penelitian ini akan dihitung persentase peningkatan bilangan asam biodiesel, laju degradasi biodiesel dan rata-rata laju degradasi biodiesel dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Peningkatan Bilangan Asam} = \frac{Ax - A0}{A0} \times 100 \%$$

Dimana,

A<sub>0</sub> = Pengambilan awal data bilangan asam

A<sub>x</sub> = Pengambilan data bilangan asam pada minggu ke-X

$$\% \text{ Penurunan Laju Degradasi} = \frac{A'x - A'7}{A'7} \times 100 \%$$

Dimana,

A'<sub>x</sub> = Bilangan asam tertinggi pada tangki X

A'<sub>7</sub> = Bilangan asam tertinggi pada tangki 7 (kontrol)

### 3.2.9 Analisis Hasil

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan melalui pengujian bilangan asam dan TPC bakteri akan dilakukan analisis kuantitatif. Dari analisis tersebut akan diukur perentase peningkatan bilangan asam pada setiap sampel terhadap nilai bilangan asam awal, serta perbandingan data jumlah bakteri antara sebelum dan setelah eksperimen. Sebelum dilakukan analisis terhadap data yang didapatkan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap data *outlier*/pencilan. Keberadaan *outlier* pada data akan menyebutkan menyulitkan penarikan kesimpulan, sehingga harus dilakukan eliminasi *outlier*/pencilan pada data.

Dalam penelitian ini digunakan metode box plot untuk mengidentifikasi *outlier*/pencilan. Metode whisker and plot atau box plot merupakan metode statistik yang dapat memberikan gambaran ukuran tendensi sentral dan kesimetrisan data pengamatan. Pada metode ini terdapat lima parameter statistik yang bias dibaca yaitu nilai kuartil atas, median, nilai kuartil bawah, nilai maksimum atau observasi terbesar dan *outlier*/pencilan. Pada metode box plot dikenal istilah *IQR* (*interval quartile range*), *IQR* sendiri merupakan selisih antara Kuartil ketiga (Q<sub>3</sub>) dengan Kuartil pertama (Q<sub>1</sub>). *IQR* menggambarkan ukuran penyebaran data, dimana semakin panjang bidang *IQR* menunjukkan data semakin menyebar. Pada metode ini, suatu data akan teridentifikasi sebagai *outlier* apabila terletak lebih dari 1.5 x *IQR*, diukur dari UQ (*upper quartile*) atau LQ (*lower quartile*) (Walpole dkk, 2012). Pada penelitian ini, untuk mempermudah proses identifikasi *outlier* maka digunakan *software SPSS Statistic 2*, dimana dalam software tersebut memiliki fitur identifikasi *outlier* dengan metode box plot.

### 3.3. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini merupakan dugaan terhadap jawaban dari rumusan masalah, yang dibuat berdasarkan kajian teoritis pada tinjauan pustaka. Adapun hipotesa atau dugaan sementara pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada bioiesel akan menurunkan laju degradasi biodiesel, dengan parameter yang digunakan untuk menganalisa laju degradasi biodiesel yakni bilangan asam dari biodiesel.
2. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada bioiesel dapat menurunkan aktivitas mikroorganisme pada biodiesel, yang dapat diketahui dengan data jumlah koloni bakteri dengan metode TPC ( *Total Plate Count* ).
3. Komposisi penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dengan jumlah penurunan laju degradasi tertinggi adalah pada penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada komposisi yang sama.
4. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* pada bioiesel lebih dapat mengurangi laju degradasi biodiesel lebih besar dibandingkan dengan penambahan TBHQ (*tetra butyl hidro quinon*) 0,1 %.

### 3.4. Metode Pembuktian Hipotesis

- Hipotesis 1 : Dilakukan perbandingan antara data bilangan asam dari tangki 1,2,3,4 dan 5 yang menggunakan *silica gel* dan *iron powder* dengan data bilangan asam pada tangki 7 yang merupakan tangki kontrol. Apabila terdapat satu atau lebih data bilangan asam pada tangki 1,2,3,4 dan 5 yang lebih rendah dari tangki yang bertindak sebagai kontrol maka hipotesis ke-1 dapat dinyatakan terbukti.
- Hipotesis 2 : Data uji TPC bakteri sebelum dan setelah eksperimen akan dibandingkan. Adapun untuk data pasca eksperimen terdapat 3 data TPC bakteri yang diambil yaitu tangki yang menggunakan *silica gel* dan *iron powder* dengan nilai bilangan asam terendah, tangki yang menggunakan *silica gel* dan *iron powder* dengan nilai bilangan asam tertinggi dan tangki 7 (control). Dari 3 data tersebut data dengan nilai TPC bakteri terendah akan membuktikan bahwa pada tangki tersebut terdapat aktivitas mikroorganisme yang lebih rendah dari tangki lainnya.
- Hipotesis 3 : Nilai persen penurunan laju degradasi pada tangki 1,2,3,4 dan 5 akan saling dibandingkan. Dimana persen penurunan laju degradasi tertinggi akan menunjukkan jenis perlakuan tangki terbaik mengurangi degradasi biodiesel..
- Hipotesis 4 : Jumlah persen penurunan laju degradasi dari tangki 1,2,3,4 dan 5 yang menggunakan *silica gel* dan *iron powder* akan dibandingkan dengan data bilangan asam pada tangki 6 yang merupakan tangki dengan perlakuan berupa penambahan antioksidan TBHQ sebanyak 0,1 %. Apabila terdapat nilai penurunan laju degradasi

pada tangki 1,2,3,4 dan 5 yang lebih besar dari tangki 6, maka terbukti penggunaan *silica gel* dan *iron powder* lebih baik dalam mencegah degradasi biodiesel dibandingkan dengan penggunaan antioksidan TBHQ sebanyak 0,1 %.

## BAB IV ANALISIS PENELITIAN

Pada Bab ini akan dilakukan analisis mengenai data yang telah didapatkan selama eksperimen dilakukan. Adapun analisis yang dilakukan berupa analisis Grafik peningkatan bilangan asam dan analisis jumlah bakteri pada sampel biodiesel.

### 4.1 Hasil Penelitian

Dari eksperimen yang telah dilakukan dari tanggal 17 April 2019 hingga 14 Juni 2019. Pada eksperimen yang dilakukan digunakan biodiesel B20 yang diperoleh pada tanggal 5 April 2019 dari SPBU pertamina. Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 29 data uji bilangan asam . Data pengujian bilangan asam ditampilkan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Uji Bilangan Asam pada Biodiesel

No	Tank Code	Acid value ( mg KOH/g)				
		Pra-Eksperiment	2 <sup>nd</sup> Week	4 <sup>th</sup> Week	6 <sup>th</sup> Week	8 <sup>th</sup> Week
1	Tank no.1 ( <i>silica gel</i> 4 gr/l)	0,5354	0,82	1,677	0,8377	1,112
2	Tank no.2 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 2,4 gr/l)		0,91	1,401	0,8395	0,833
3	Tank no.3 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)		0,88	1,121	1,1213	0,838
4	Tank no.4 ( <i>silica gel</i> 2,4 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)		0,73	1,367	1,1192	1,674
5	Tank no.5 ( <i>iron powder</i> 4 gr/l)		0,87	1,385	1,1211	1,394
6	Tank no.6 (Antioksidan TBHQ 0,1 %)		0,75	1,118	1,1214	1,120
7	Tank no.7 ( <i>control</i> )		1,01	1,677	1,4612	1,393

Pada pengujian TPC (*Total Plate Count*) bakteri, tidak semua perlakuan tangki dilakukan pengambilan sampel untuk diuji. Hanya diambil 3 sampel untuk dilakukan pengujian yaitu sampel dari tangki 7 yang bertindak sebagai kontrol, 2 sampel lainnya yaitu sampel yang memiliki hasil uji bilangan asam tertinggi dan terendah pada minggu ke-8. Diketahui dari hasil pengujian bilangan asam yang dilakukan pada minggu ke-8, sampel dari tangki no.2 memiliki bilangan asam terendah dan sampel dari tangki no. 4 memiliki bilangan asam tertinggi. Dari pengujian TPC (*Total Plate Count*) yang dilakukan didapatkan data seperti dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Uji TPC (*Total Plate Count*) Bakteri pada bIodiesel

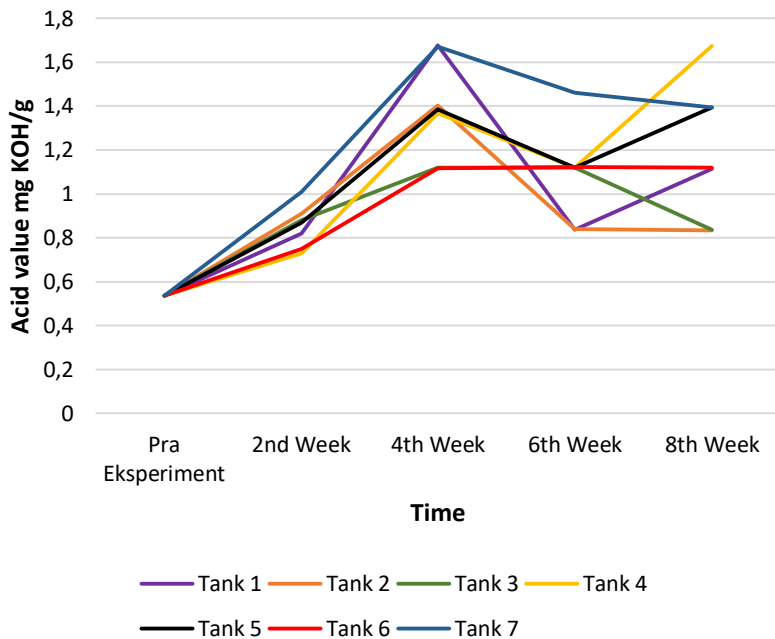
<i>Tank Code</i>	<i>Total Plate Count ( cfu/ml)</i>	
	<i>Before Eksperimen</i>	<i>After Eksperimen</i>
Tank no.2 ( <i>silica gel 3,2 gr/l dan iron powder 2,4 gr/l</i> )	$1,54 \times 10^5$	$2 \times 10^2$
Tank 4 Tank no.4 ( <i>silica gel 2,4 gr/l dan iron powder 3,2 gr/l</i> )		$1,1 \times 10^4$
Tank 7 (control)		$2,12 \times 10^5$

## 4.2 Analisis Data Bilangan Asam

### 4.2.1 Analisis grafik perbandingan Hasil bilangan asam pada tiap perlakuan tangki

Berdasarkan Grafik 4.1 terlihat bahwa pada pengujian di minggu ke-2 hingga ke-4 eksperimen, diketahui terjadi peningkatan bilangan asam pada seluruh perlakuan tangki. Hal tersebut menandakan terjadinya degradasi pada biodiesel yang menyebabkan terlepasnya gugus ester pada rantai lemak sehingga membentuk asam lemak bebas, dan reaksi tersebut berkorelasi dengan lama waktu penyimpanan biodiesel ( Silvana dkk., 2015). Pada minggu ke-4 diketahui tangki dengan bilangan asam tertinggi adalah adalah tangki No.1 yang memiliki bilangan asam sebesar 1,6774 mg KOH/g sampel dan diikuti oleh tangki no.7 yang bertindak selaku kontrol dengan bilangan asam sebesar 1,677 mg KOH/g. Pada pengujian minggu ke-6 terdapat penurunan nilai bilangan asam pada seluruh tangki perlakuan terkecuali pada tangki 3 dan tangki 6. Penurunan yang paling besar terjadi pada tangki 1, dari 1,677 mg KOH/g menjadi 0,8407 mg KOH/g. Sedangkan pada minggu ke-8 eksperimen, terjadi penurunan nilai bilangan asam pada tangki 3, sedangkan penurunan nilai bilangan asam pada tangki 2 sangat kecil sehingga dapat diabaikan.





Keterangan :

Tank 1 : *Silica gel* 4 gr/l

Tank 2 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 2,4 gr/l

Tank 3 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 4 : *Silica gel* 2,4 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 5 : *Iron powder* 4 gr/l

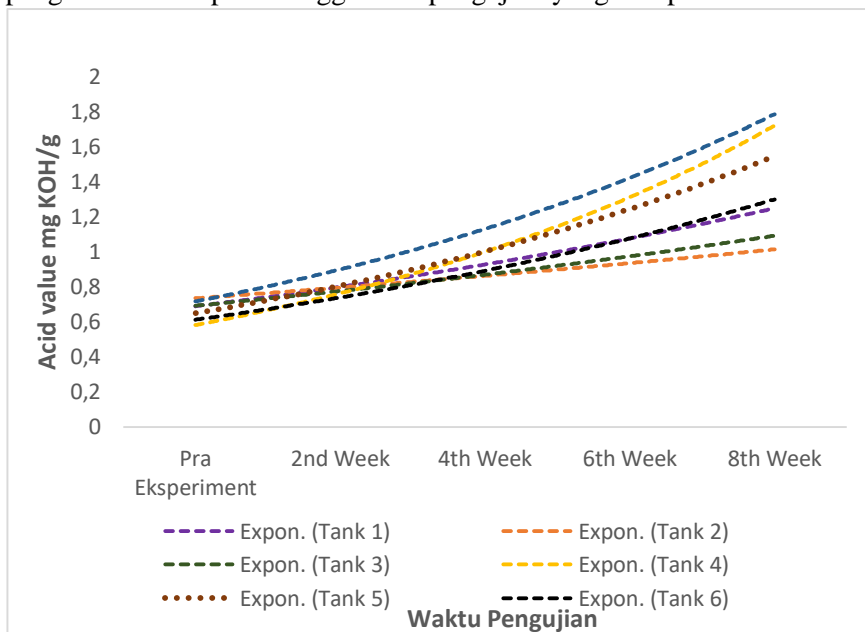
Tank 6 : *Antioxidant TBHQ* 0,1 %

Tank 7 : *Control*

Gambar 4.1 Grafik Analisis Data Bilangan Asam

Penurunan bilangan asam tersebut tidak sesuai dengan dengan teori yang menyatakan bahwa peningkatan bilangan asam pada biodiesel akan berbanding lurus dengan lama waktu penyimpanan, selain itu penurunan bilangan asam hanya dapat terjadi melalui proses *transesterifikasi-esterifikasi* (Pullen dkk, 2012). Penurunan tersebut juga bertolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggraini (2015) dan Silviani (2015), dimana hasil dari dua penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan 2.8, pada Gambar 2.7 tersebut merupakan hasil uji bilangan asam pada biodiesel yang mendapat perlakuan penambahan antioksidan sedangkan pada Gambar 2.8 merupakan hasil uji bilangan asam pada biodiesel dengan perlakuan berupa pengkondisian tangki. Apabila dilihat secara seksama pada hasil kedua penelitian tersebut, tidak menunjukkan penurunan bilangan asam pada setiap data pengujian.

Penurunan bilangan asam yang tampak pada penelitian ini mungkin dapat terjadi dikarenakan pengadukan yang kurang sempurna dalam proses pengambilan sampel. Akibat pengadukan yang kurang sempurna tersebut dapat menyebabkan kondisi biodiesel pada tangki yang kurang homogen. Pada penelitian ini, eksperimen dilakukan dengan menggunakan biodiesel sebanyak 2,5 liter pada setiap tangki dan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 80 ml setiap dua minggu untuk dilakukan pengujian yang bertujuan mengetahui jumlah bilangan asam disetiap tangki pada minggu tersebut. Sampel yang diambil dari tangki harus dapat mewakili kondisi dari keseluruhan biodiesel pada tangki. Mengingat proses degradasi pada biodiesel tidak berlangsung secara bersamaan melainkan partial, sehingga sebelum dilakukan pengambilan sampel biodiesel pada tangki maka harus dipastikan biodiesel di dalam tangki harus dalam kondisi yang benar-benar homogen. Proses homogenisasi yang kurang tepat dapat menyebabkan hasil pengujian tidak akurat dan menyebabkan sampel yang diambil tidak dapat mewakili seluruh kondisi biodiesel di dalam tangki, sehingga dapat muncul pengujian bilangan biodiesel yang lebih rendah dari pada pengujian yang dilakukan sebelumnya. Selain proses homogeneisasi, diperlukan pula ulangan dalam pengambilan sampel sehingga hasil pengujian yang didapat akurat.



Keterangan :

Tank 1 : *Silica gel* 4 gr/l

Tank 2 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 2,4 gr/l

Tank 3 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 4 : *Silica gel* 2,4 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 5 : *Iron powder* 4 gr/l

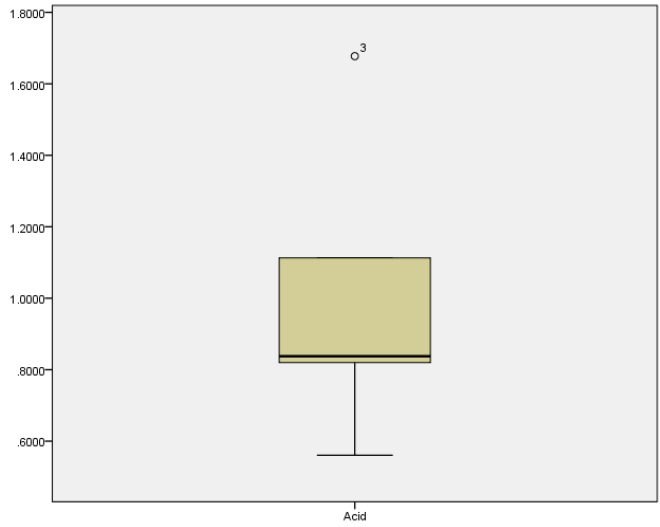
Tank 6 : *Antioxidant* TBHQ 0,1 %

Tank 7 : *Control*

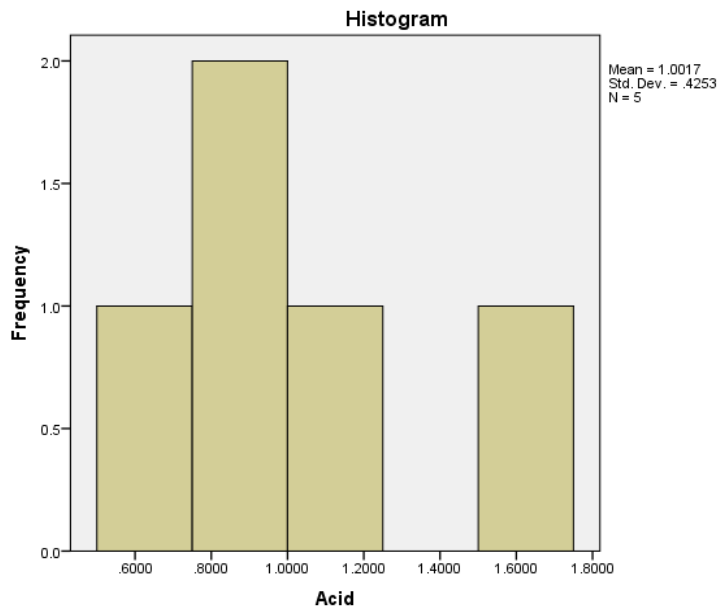
Gambar 4.2 Grafik Trendline Data Uji Bilangan Asam

Walaupun terdapat beberapa penurunan pada beberapa data, secara keseluruhan, ketujuh tangki yang diamati pada penelitian ini mengalami trend kenaikan bilangan asam seperti dapat dilihat pada Gambar 4.2 dimana menunjukkan trendline peningkatan bilangan asam dari masing-masing tangki. Namun, untuk memudahkan analisis data maka akan dilakukan eliminasi pada data-data yang teridentifikasi sebagai *outliers*. Dalam mengidentifikasi outliers pada data-data uji bilangan asam akan digunakan *software SPSS Statistic 22*, sedangkan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi outliers adalah metode box-plot, dengan metode ini data yang memiliki nilai yang melebihi  $1,5 \times IQR$  (inner quartile range) diukur dari UQ (upper quartile) atau nilai yang lebih rendah dari  $1,5 \times IQR$  diukur dari LP (lower quartile) (Tukey, 1977).

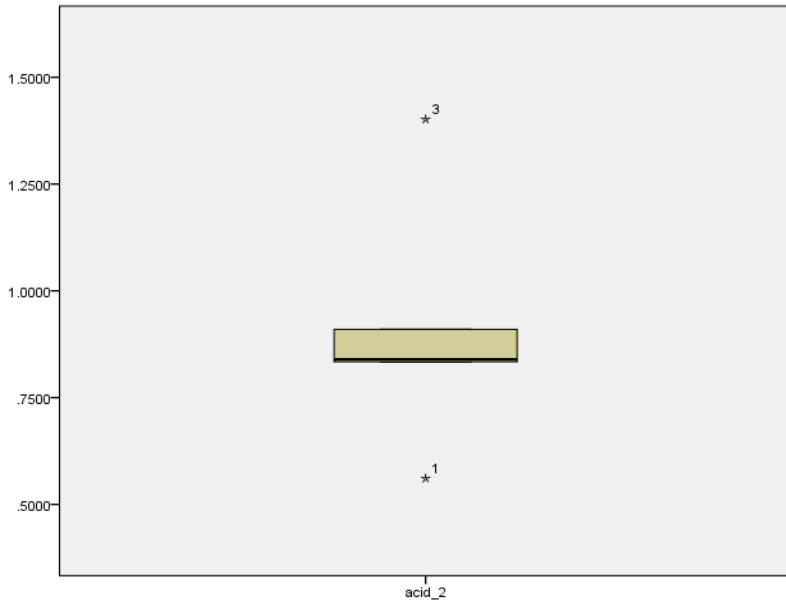
Dari hasil analisis data menggunakan *software SPSS Statistic 22* ditemukan beberapa *outlier* yang ditemukan pada data bilangan asam yang dianalisis. Terdapat dua data yang teridentifikasi sebagai *outlier* yaitu data minggu ke-4 pada tangki 1 dan data minggu ke-4 pada tangki 2. Apabila dapat lihat pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat satu data yang teridentifikasi sebagai *outlier*, dimana data tersebut berada lebih dari nilai  $1,5 \times IQR$  (*inner quartile range*) apabila diukur dari UQ (upper quartile), pada histogram yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 juga menunjukkan bahwa data minggu ke-4 yang bernilai 1,677 berada terlalu jauh dari nilai kuartil atas data tersebut, dimana nilai kuartil atas pada data bilangan asam tangki 1 sebesar 1,395 dan standar deviasi sebesar 0,4252. Sedangkan pada data tangki ke-2 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5 teridentifikasi terdapat 2 buah *outlier*, yakni data minggu 1 dan minggu 3. Sehingga harus dilakukan eliminasi pada salah satu data yang memiliki nilai terjauh dari kuartil atas atau bawah data, dari Gambar 4.6 diketahui memiliki jarak terjauh dari nilai kuartil atas data. Nilai kuartil atas pada data bilangan asam tangki 2 sebesar 1,1557, sedangkan nilai standar deviasi dan standar error berturut-turut sebesar 0,144 dan 0,072.



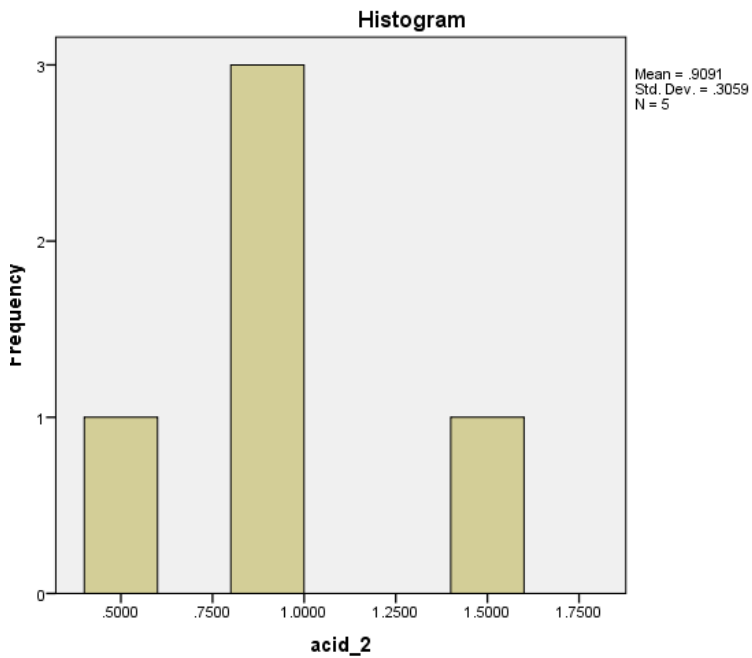
Gambar 4.3 Diagram *Box Plot* Data Bilangan Asam Tangki 1



Gambar 4.4. Histogram Data Bilangan Asam pada Tangki 1



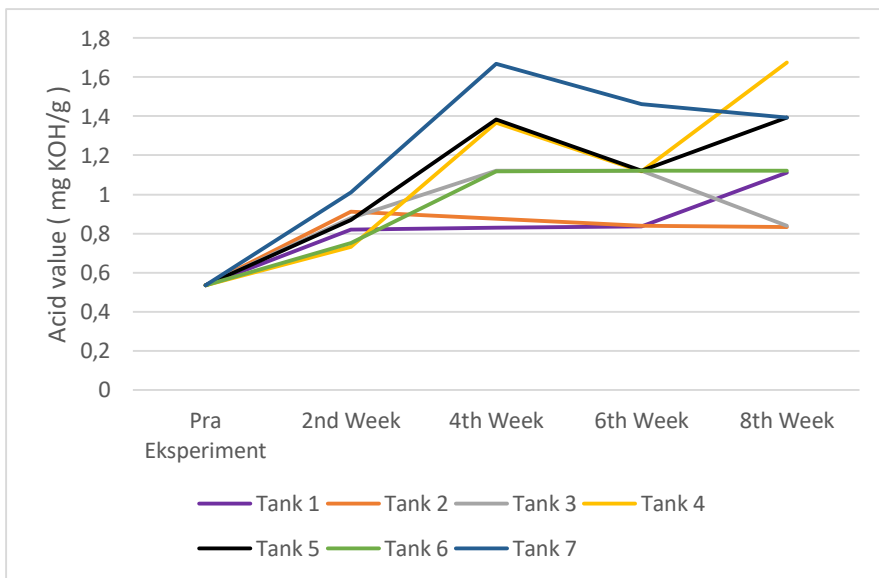
Gambar 4.5 Diagram *Box Plot* Data Bilangan Asam Tangki 2



Gambar 4.6 Histogram Data Bilangan Asam pada Tangki 2

Satelah dilakukan eliminasi pada data yang teridentifikasi sebagai *outlier*, maka dapat dibuat grafik data bilangan asam baru seperti dapat

dilihat pada Gambar 4.7 dan berdasarkan Gambar tersebut dibuat Grafik *trendline* peningkatan bilangan asam seperti dapat dilihat pada Gambar 4.8. Dilihat dari gambar *trendline* data pengujian bilangan asam pada Gambar 4.8, diketahui bahwa tangki 2 merupakan tangki yang menunjukkan trend peningkatan terendah, dimana nilai bilangan asam pada kondisi awal dan akhir relatif sama atau tidak terjadi peningkatan. Tangki 2 sendiri mendapat perlakuan berupa penggunaan *silica gel* sebanyak 3,2 gr/liter biodiesel dan *iron powder* sebanyak 2,4 gr/liter biodiesel. Sedangkan untuk tangki yang memiliki trend peningkatan tertinggi bila mengacu pada Gambar 4.8 adalah tangki 4, dimana trend peningkatan tersebut melebihi trend peningkatan tangki 7 yang merupakan tangki kontrol. Apabila dibandingkan dengan peningkatan bilangan asam pada tangki 6 yang mendapat penambahan antioksidan sebanyak 1 %, maka peningkatan bilangan asam pada tangki 6 masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan trend peningkatan bilangan asam pada tangki 2. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini perlakuan penggunaan *silica gel* sebanyak 3,2 gr/l dan *iron powder* sebanyak 2,4 gr/l pada tangki, lebih efektif dalam mencegah degradasi biodiesel apabila dibandingkan dengan penggunaan antioksidan jenis TBHQ (*tetra butyl hidroksi quinolin*) sebanyak 0,1 % berat biodiesel.



Keterangan :

Tank 1 : *Silica gel* 4 gr/l

Tank 2 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 2,4 gr/l

Tank 3 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 4 : *Silica gel* 2,4 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 5 : *Iron powder* 4 gr/l

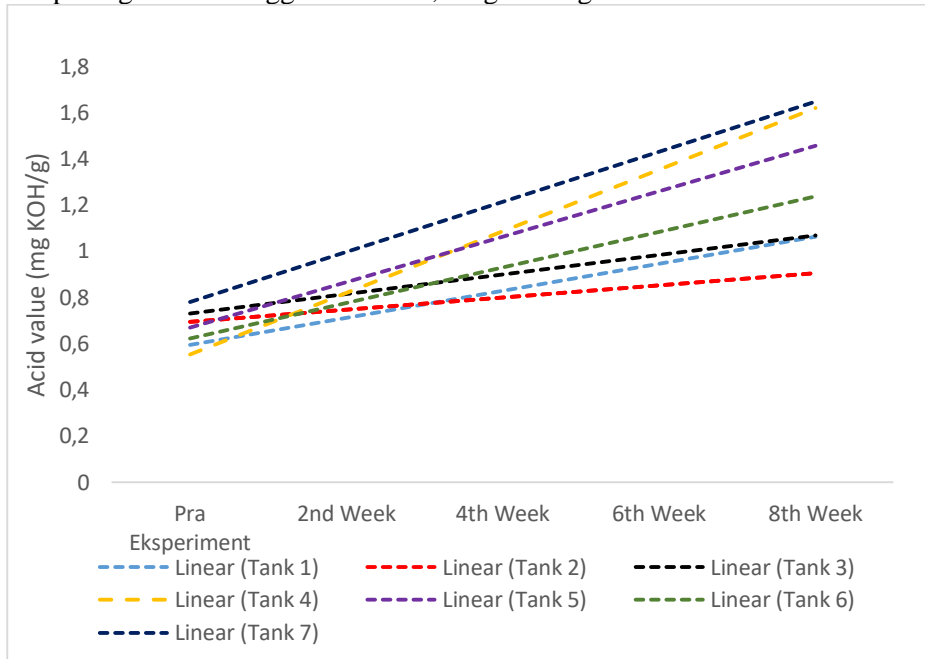
Tank 6 : *Antioxidant* TBHQ 0,1 %

Tank 7 : *Control*

Gambar 4.7 Grafik data trendline bilangan asam tanpa outlier

Hal tersebut dimungkinkan terjadi dikarenakan antioksidan TBHQ dapat menghambat terjadinya oksidasi pada minyak dengan mekanisme pemberian ion hydrogen pada senyawa radikal lipid dan mengubahnya menjadi molekul yang lebih stabil, sehingga proses degradasi pada minyak terhambat (Arum, 2007). Namun, antioksidan memiliki kelemahan tidak dapat mencegah degradasi molekul lipid yang disebabkan oleh bakteri pendegradasi lemak (Coppen, 1983) sedangkan pada tangki 2 digunakan *silica gel* dan *iron powder* yang dapat mengurangi kadar oksigen dan kelembapan air pada tangki sehingga menciptakan lingkungan yang menghambat bakteri untuk tumbuh, selain pula dapat mencegah oksidasi pada biodiesel pada saat yang bersamaan.

Apabila dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8 diketahui bahwa peningkatan bilangan asam pada tangki 1 (*silica gel* 4 gr/l) menunjukkan trend yang cukup baik, dimana hingga minggu kedelapan hanya menunjukkan peningkatan tertinggi dibawah 1,2 mg KOH/gr.



Keterangan :

Tank 1 : *Silica gel* 4 gr/l

Tank 2 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 2,4 gr/l

Tank 3 : *Silica gel* 3,2 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 4 : *Silica gel* 2,4 gr/l dan *iron powder* 3,2 gr/l

Tank 5 : *Iron powder* 4 gr/l

Tank 6 : *Antioxidant* TBHQ 0,1 %

Tank 7 : *Control*

Gambar 4.8 Grafik data trendline bilangan asam tanpa *outlier*

Sedangkan pada tangki 5 yang menggunakan *Iron powder* sebanyak 4 gr/l menunjukkan hasil yang kurang memuaskan, dimana hingga minggu kedelapan mengalami peningkatan lebih dari 1,4 mg KOH/gr. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh jumlah penggunaan *Iron powder* yang kurang, sehingga tidak efektif dalam mencegah terjadinya oksidasi pada biodiesel. Penggunaan *Iron powder* dengan jumlah yang lebih besar kemungkinan akan dapat mencegah oksidasi biodiesel lebih baik.

#### 4.2.2 Perhitungan Persentase Bilangan Asam

Tabel 4.3 Persentase peningkatan bilangan asam

Nomor Tangki	Minggu ke-2	Minggu Ke-4	Minggu Ke-6	Minggu ke-8
Tank no.1 ( <i>silica gel</i> 4 gr/l)	30%	<i>Outlier</i>	31%	59%
Tank no.2 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 2,4 gr/l)	39%	<i>Outlier</i>	32%	31%
Tank no.3 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)	36%	60%	60%	31%
Tank no.4 ( <i>silica gel</i> 2,4 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)	21%	84%	60%	115%
Tank no.5 ( <i>iron powder</i> 4 gr/l)	35%	86%	60%	87%
Tank no.6 (Antioksidan TBHQ 0,1 %)	23%	59%	60%	60%
Tank no.7 ( <i>control</i> )	49%	115%	94%	87%

Peningkatan persentase bilangan asam pada biodiesel berpatokan pada data pra-eksperimen. Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa data nilai bilangan asam pada tangki 7 yang merupakan tangki kontrol mengalami peningkatan hingga 115% dari nilai bilangan asam awal. Pada tangki 2 menunjukkan persentase peningkatan yang rendah yakni hanya 39 %, sedangkan pada tangki 4 memiliki



persentase peningkatan bilangan asam hingga 115% atau relatif sama dengan peningkatan bilangan asam tertinggi pada tangki kontrol. Sedangkan pada tangki lainnya yakni tangki no, 1,3,4 dan 6 menunjukkan persentase peningkatan yang lebih rendah dibandingkan tangki kontrol. Sehingga dapat dikatakan dalam penelitian ini perlakuan pada tangki 1,2,3,5 dan 6 dapat mengurangi laju degradasi pada biodiesel.

#### 4.2.3 Penurunan Laju Degradasi

Penurunan laju degradasi pada masing-masing tangki perlakuan, dihitung dengan membandingkan nilai bilangan asam tertinggi pada setiap tangki perlakuan dengan bilangan asam tertinggi pada kontrol. Adapun persen penurunan bilangan asam pada setiap perlakuan tangki dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Persen Penurunan Laju Degradasi

Tank Code	Highest <i>Acid value</i> (mg KOH/g)	% Decreasing of Degradation Rate
Tank no.1 ( <i>silica gel</i> 4 gr/l)	1,112	34%
Tank no.2 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 2,4 gr/l)	0,91	46%
Tank no.3 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)	1,1213	33%
Tank no.4 ( <i>silica gel</i> 2,4 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)	1,674	0%
Tank no.5 ( <i>iron powder</i> 4 gr/l)	1,394	17%
Tank no.6 (Antioksidan TBHQ 0,1 %)	1,1214	33%

Dilihat dari Tabel 4.4 diketahui bahwa perlakuan paling efektif untuk mengurangi laju degradasi adalah tangki 2 (3,2 g/l *silica gel* dan 2,4 g/l *iron powder*), dimana mengalami penurunan laju degradasi hingga 46 %. Sedangkan pada tangki 1 dan 3 dapat mengurangi laju degradasi dengan persentase yang

relatif sama dengan tangki 6 yang menggunakan antioksidan TBHQ sebanyak 0,1 %.

### 4.3 Analisis Data Kelimpahan Bakteri

Dari hasil uji kelimpahan bakteri yang telah dilakukan, diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah bakteri pada tangki 2 dan tangki 4, dimana 2 tangki tersebut menggunakan perlakuan berupa penggunaan *silica gel* dan *iron powder*. Sedangkan hasil sebaliknya didapatkan pada tangki 7 yang bertindak sebagai kontrol, dimana terjadi kenaikan jumlah bakteri sebesar 37 % dari jumlah awal menjadi  $2,12 \times 10^5$  cfu /ml. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dapat mencegah pertumbuhan bakteri pada biodiesel. Adapun persentase perubahan jumlah bakteri dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Walaupun mendapat perlakuan yang sama berupa penggunaan *silica gel* dan *iron powder*, terdapat perbedaan jumlah bakteri antara tangki 2 dan tangki 4 setelah dilakukan eksperimen.

Tabel 4.5 Persentase peningkatan jumlah bakteri

Tank Code	Percentage of Bacterial Count Change (%)
Tank no.2 ( <i>silica gel</i> 3,2 gr/l dan <i>iron powder</i> 2,4 gr/l)	- 99,8 %
Tank 4 Tank no.4 ( <i>silica gel</i> 2,4 gr/l dan <i>iron powder</i> 3,2 gr/l)	- 92,8 %
Tank 7 ( <i>control</i> )	37,6 %

Perbedaan jumlah bakteri tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi *silica gel* dan *iron powder* yang digunakan pada kedua tangki tersebut, dimana pada tangki 2 menggunakan komposisi 3,2 gram/l *silica gel* dan 2,4 gram/l *iron powder* sedangkan pada tangki 4 dengan menggunakan komposisi 2,4 gram/l *silica gel* dan 3,2 gram/l *iron powder*. Dilihat dari komposisi diatas pada tangki 2 lebih banyak digunakan *silica gel* jika dibandingkan dengan *iron powder*, sebaliknya pada tangki 4 *iron powder* lebih banyak digunakan dari pada *silica gel*. Perbedaan komposisi tersebut yang mungkin saja menyebabkan penurunan jumlah bakteri yang lebih tinggi pada tangki 2 dibandingkan pada tangki 4.

Pada dasarnya pertumbuhan dari bakteri pendegradasi *hydro-carbon* ditunjang oleh keberadaan oksigen dan air pada biodiesel. Bakteri pendegradasi minyak membutuhkan jumlah kadar air pada minyak sebesar 30-90 % untuk dapat tumbuh, ketiadaan atau kadar air yang rendah akan berdampak langsung terhadap perkembangan pada pertumbuhan bakteri pendegradasi minyak (Al-

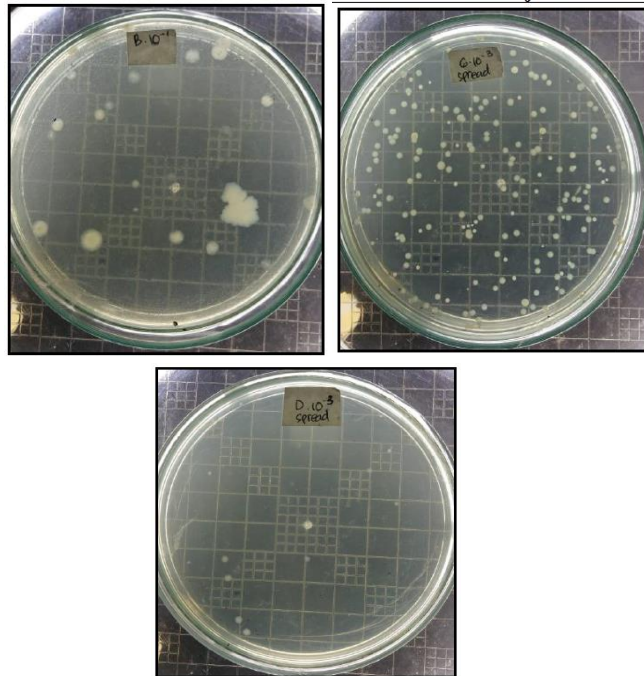
Hawash dkk, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, pada kondisi kadar oksigen rendah dapat mengurangi laju pertumbuhan bakteri bahkan mencegah tumbuhnya bakteri pendegradasi minyak yang pada umumnya bersifat aerob. Bakteri aerob merupakan bakteri yang membutuhkan oksigen dalam proses metabolismenya (Grishchenkov dkk, 2000).

Berdasarkan teori diatas dapat dipahami bahwa penggunaan *silica gel* dapat mencegah pertumbuhan bakteri pendegradasi biodiesel. Dimana semakin tinggi jumlah *silica gel* yang digunakan akan semakin baik dalam mencegah pertumbuhan bakteri. Hal tersebut dibuktikan dengan uji TPC (*Total Plate Count*) pada tangki 2 dan tangki 4, dimana pada tangki 2 penggunaan *Silica gel* yang lebih banyak menunjukkan penurunan jumlah bakteri yang lebih besar dibandingkan pada tangki 4. Sementara penggunaan *iron powder* kurang menunjukkan performa yang cukup baik, terbukti dilihat dari penurunan bakteri pada tangki 4 yang lebih kecil dibandingkan pada tangki 2. Hal ini mungkin disebabkan oleh jumlah penggunaan *iron powder* pada jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah optimal yang dapat mencegah pertumbuhan bakteri pendegradasi minyak.

#### 4.4 Diskusi

Dari hasil uji bilangan asam seperti pada Gambar 4.7 terjadi peningkatan bilangan asam yang cukup tinggi. Pada tangki kontrol seperti diketahui memiliki bilangan dengan nilai awal sebesar 0,5606 mg KOH/g mengalami peningkatan terbesar menjadi 1,677 mg KOH/g yang diukur pada minggu ke-4. Sedangkan apabila dibandingkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anggraini (2007), dimana pada penelitian tersebut juga dilakukan pengukuran bilangan asam sebagai efek dari degradasi biodiesel. Pada penelitian tersebut diketahui, biodiesel yang mendapat perlakuan kontrol mengalami peningkatan bilangan asam dari 0,2 mg KOH/gr menjadi 0,36 mg KOH/gr, seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Peningkatan bilangan asam yang tinggi tersebut mungkin diakibatkan oleh aktivitas biodegradasi yang tinggi pada biodiesel. Mengingat pada hasil uji kelimpahan bakteri awal didapatkan jumlah sebesar  $1,54 \times 10^5$  cfu/ml, dimana nilai tersebut cukup tinggi pada biodiesel. Dasar dari hal tersebut adalah penelitian yang dilakukan oleh Dodos (2012) yang mengukur jumlah pertumbuhan bakteri pada biodiesel B20 jenis ULSD (*ultra low sulphur diesel*) yang mengalami peningkatan menjadi sebesar  $10^5$ - $10^6$  cfu/liter pada minggu ke-16 masa inkubasi. Besar nilai tersebut membuktikan bahwa jumlah kelimpahan bakteri pada sampel awal biodiesel yang digunakan pada penelitian ini cukup tinggi. Hal itu mungkin dapat diakibatkan oleh kontaminasi bakteri pada saat produksi atau distribusi dari biodiesel.



Gambar 4.9 Hasil TPC sampel dari tangki 7 (kiri), tangki 2 (kanan) Dan tangki 4 (bawah)

#### 4.5 Pembuktian Hipotesis

Tabel 4.6 Tabel Pembuktian Hipotesis

No	Hipotesis	1	0
1	Penggunaan <i>silica gel</i> dan <i>iron powder</i> pada bioiesel akan menurunkan laju degradasi biodiesel, dengan parameter yang digunakan untuk menganalisa laju degradasi biodiesel yakni bilangan asam dari biodiesel.	√	
2	Penggunaan <i>silica gel</i> dan <i>iron powder</i> pada biodiesel dapat menurunkan aktivitas mikroorganisme pada biodiesel, yang dapat diketahui dengan data jumlah koloni bakteri dengan metode TPC ( <i>Total Plate Count</i> ).	√	
3	Komposisi penggunaan <i>silica gel</i> dan <i>iron powder</i> dengan jumlah penurunan laju degradasi tertinggi adalah pada penggunaan <i>silica gel</i> dan <i>iron powder</i> pada komposisi yang sama.		√

4	Penggunaan <i>silica gel</i> dan <i>iron powder</i> pada bioiesel lebih dapat mengurangi laju degradasi biodiesel lebih besar dibandingkan dengan penambahan TBHQ ( <i>tetra butyl hidro quinon</i> ) 0,1 %.	√	
---	--	---	--

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Persentase penurunan laju degradasi biodiesel pada tangki 1 (4 g/l *silica gel*) tangki 2 (3,2 g/l *silica gel* dan 2,4 g/l *iron powder*), tangki 3 (3,2 g/l *silica gel* dan 3,2 g/l *iron powder*), tangki 4 (2,4 g/l *silica gel* dan 3,2 g/l *iron powder*) dan tangki 5 (4 g/l *iron powder*) berturut-turut sebanyak 34 %, 46 %, 33%, 0% dan 17%.
2. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dapat menurunkan jumlah bakteri pendegradasi minyak pada biodiesel. Hal itu dibuktikan dengan penurunan jumlah bakteri tangki 2 dan 4 masing-masing sebanyak 99,8 % untuk dan 92,8 % . Sedangkan pada tangki kontrol diketahui mengalami kenaikan jumlah bakteri sebanyak 36,7 %.
3. Komposisi penggunaan *silica gel* dan *iron powder* yang paling efektif dalam mengurangi laju degradasi biodiesel adalah pada tangki 2. Hal tersebut dapat dibuktikan peningkatan bilangan asam terbesar tercatat hanya 39% dan penurunan laju degradasi hingga 46 % dibandingkan dengan tangki kontrol.
4. Penggunaan *silica gel* dan *iron powder* dengan komposisi 3,2 g/l *silica gel* dan 2,4 g/l *iron powder* dapat mengurangi laju degradasi biodiesel lebih baik dibandingkan penggunaan antioksidan TBHQ 0,1%. Hal ini dibuktikan dengan penurunan laju degradasi pada tangki 2 sebesar 46 %, sedangkan pada tangki 6 (antioksidan TBHQ 0,1%) hanya mengalami penurunan laju degradasi sebesar 33% .

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dalam proses pengambilan sampel dilakukan proses homogenisasi dengan sempurna. Selain itu penggunaan ulangan dalam proses pengujian bilangan asam diperlukan untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat dan mewakili keseluruhan kondisi biodiesel dalam tangki. Disamping itu diperlukan yang mempertimbangkan kondisi jenuh dari *silica gel* dan *iron power*, serta memperhitungkan pengaruh dari diameter *vent hole/vent pipe* yang digunakan pada tangki biodiesel.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hawash, A B, Maytham, A D, Shue, L , Ahmad, A, Hayder, A A, Xiaoyu, Z & Fuying, M (2018). *Principles of Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons in The Environment*. College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China.
- Angraini, A (2007). *PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI ANTIOKSIDAN TERHADAP KETAHANAN OKSIDASI BIODIESEL DARI JARAK PAGAR (Jatropha Curcas, L.)*. Skripsi, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Ardani, F (2018), “Bongkar Dampak Biodiesel B20, Risiko Ditanggung Konsumen”, dilihat pada 11 Februari 2019
- Chreng, Y L (2013). *Effects of Biodiesel Blend on Marine Fuel Characteristics for Marine Vessels*. Department of Marine Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 202, Taiwan.
- Coppen, P P (1983). The Use of *Antioxidants*. Di dalam Allen, J. C. dan R. J. Hamilton (eds.). *Rancidity in Foods*. Applied Science Publisher, London.
- Dodos, G S, Zannikos, Fanouris, E, Loinos, S, Konstantakos, T(2012). *Effects of Microbiological Contamination In The Quality of Biodiesel Fuels*. Laboratory of Fuel Technology and Lubricants School of Chemical Engineering National Technical University of Athens, Greece.
- Fattah, I M R, Masjuki, H H, Kalam, M A, Mofijur, M & Abedin, M J (2013). *Effect of Antioxidant on The Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fueled With Palm Biodiesel Blends*. Centre for Energy Sciences, Faculty of Engineering, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia.
- Husaini, Azis (2019), “Tingkatkan pemanfaatan biodiesel, pemerintah siapkan Road Test B30”, [industri.kontan.co.id/news/](http://industri.kontan.co.id/news/), dilihat pada 04 Juni 2019.
- Reily, Michael (2018), “INSA Berkukuh Kendala Penggunaan B20 pada Angkutan Kapal Sesuai Fakta”, [katadata.co.id/berita/](http://katadata.co.id/berita/), dilihat pada 05 Januari 2019.
- Grishchenkov, V, Townsend, R, McDonald, T, Autenrieth ,R, Bonner, J & Boronin, A (2000). *Degradation of petroleum hydrocarbons by facultative anaerobic bacteria under aerobic and anaerobic conditions*. *Process Biochem.* 35 (9), 889–896.
- Laoli, N ( 2019), “Implementasi B30 akan kerek penyaluran biodiesel sebesar 45% jadi 9 juta kilo liter” dilihat pada 05 Februari 2019.
- Monyem, A (1998). *"The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions "*. Retrospective Theses and Dissertations. 11950.

- Marlina, N (2006). “MASA PEMAKAIAN SILIKA GEL SEBAGAI DESIKAN PADA PENENTUAN KADAR AIR”. Balai Penelitian Ternak Po . Box 221, Bogor.
- Pullen, J & Seed, K (2012). “An overview of biodiesel oxidation stability”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Rozana ( 2013). “APLIKASI PENYERAP OKSIGEN (OXYGEN SCAVANGERS) DALAM TEKNOLOGI PENGEMASAN”. Review Jurnal SEKOLAH PASCASARJANA INSTITUT PERTANIAN BOGOR BOGOR.
- Siegert, W (2013). “Microbial Contamination in Diesel Fuel – Are New Problems Arising from Biodiesel Blends ?”. Schülke & Mayr GmbH, Robert Koch Straße 2, 22851 Norderstedt, Germany.
- Silviana & Luqman, B (2015). “EFEK PENYIMPANAN BIODIESEL BERDASARKAN STUDI KAJIAN DEGRADASI BIODIESEL CPO”. Reaktor, Vol. 15 No. 3, April 2015, Hal. 148-153.
- Tukey, J W (1977).”Exploration Data analysis”, Readings : MA Addison Wesley.
- Walpole, R E, Meyers, R H, Meyers S L, Keying, Y. (2012). “Probabilty and Statistics for Enginers and Statistics”, 9th edition:Prentice Hall
- WÄRING, J & KRISTER, S (2012). “Characterisation of Chemical Decomposition of Biodiesel with a Focus on B10, B30 and B100 Blends”. Bachelor of Science Thesis Department of Chemical and Biological Engineering CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden.
- Waynick, J A (2005). “Characterization of biodiesel oxidation and oxidation products”.Subcontractor report, National Renewable Energy Laboratory,SwRIs Project No.08-10721,2005.
- Wu, Y P, Lin, Y & Ye, J Y (2011). “The Effect of Storage Condition on Biodiesel”. Department of Chemical and Materials Engineering, National Ilan University Taiwan.
- Zakaria, H, Amir, K, Muhammad, F S, Norrizal, M & Manshoor B (2014). “Effect of storage temperature and storage duration on biodiesel properties and characteristics”. Trans Tech Publications, Switzerland. Applied Mechanics and Materials Vols. 465-466 (2014) pp 316-321.

# Lampiran I

## Hasil Uji TPC Bakteri

### a. Hasil Uji TPC Bakteri Pra-eksperimen

#### Lampiran

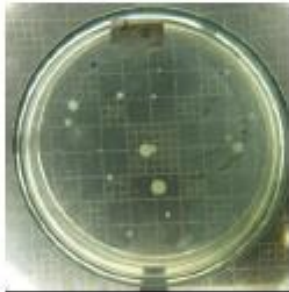
#### 1. Deskripsi Sampel

- Nama : Biodiesel
- Bentuk : Cair
- Kemasan : Botol Kaca
- Diterima : April 2019
- Jenis Analisa : Uji Kelimpahan Bakteri

#### 2. Metode Uji

- Dalam pengujian ini digunakan metode *Total Plate Count* (TPC) pada medium *Nutrient Agar* (NA) untuk mengetahui kelimpahan bakteri pada sampel uji, yakni biodiesel.
- Uji Kelimpahan Bakteri
  - Disiapkan medium NA steril dalam cawan petri.
  - Disiapkan 9 mL aquades dalam tabung reaksi yang telah disterilkan.
  - Disiapkan sampel biodiesel.
  - Diambil 1 mL sampel biodiesel, lalu dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril.
  - Dihomogenkan dengan *wortex* dan selanjutnya di sebut dengan pengenceran  $10^{-1}$ .
  - Diambil 1 mL dari pengenceran  $10^{-1}$ , lalu dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril.
  - Dihomogenkan dan selanjutnya di sebut pengenceran  $10^{-2}$ , dilakukan berulang sampai pengenceran  $10^{-5}$ .
  - Diambil 100  $\mu$ L dari pengenceran  $10^{-5}$  dan dimasukkan ke dalam medium NA steril.
  - Diratakan dengan metode *spread*, digunakan *dry glass* steril.
  - Diinkubasi di suhu ruang selama 24 jam.
  - Dihitung banyaknya koloni bakteri yang terbentuk dengan *colony counter*.

#### 3. Hasil Uji

No.	Jenis Uji	Hasil Uji	Keterangan
1.	TPC		Terdapat kelimpahan bakteri sebanyak $1,54 \times 10^5$ CFU/mL.

Gambar 1. Hasil TPC pengenceran  $10^{-5}$ .

## Lampiran

### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan kelimpahan bakteri pada medium biodiesel sebanyak  $1,54 \times 10^5$  CFU/mL.

## b. Hasil Uji TPC Bakteri Pasca Eksperimen

### Lampiran


#### 1. Deskripsi Sampel

- Nama : Biodiesel
- Bentuk : Cair
- Kemasan : Botol Kaca
- Diterima : Juni 2019
- Jenis Analisa : Uji Kelimpahan Bakteri

#### 2. Metode Uji

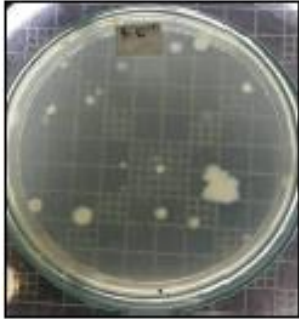
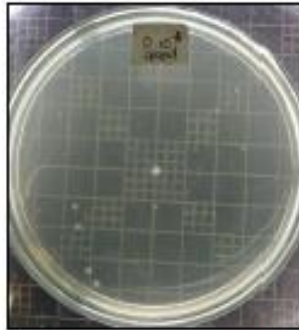
- Dalam pengujian ini digunakan metode *Total Plate Count* (TPC) pada medium *Nutrient Agar* (NA) untuk mengetahui kelimpahan bakteri pada sampel uji, yakni biodiesel.
- Uji Kelimpahan Bakteri
  - Disiapkan medium NA steril dalam cawan petri.
  - Disiapkan 9 mL aquades dalam tabung reaksi yang telah disterilkan.
  - Disiapkan sampel biodiesel.
  - Diambil 1 mL sampel biodiesel, lalu dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril.
  - Dihomogenkan dengan *vortex* dan selanjutnya di sebut dengan pengenceran  $10^{-1}$ .
  - Diambil 1 mL dari pengenceran  $10^{-1}$ , lalu dimasukkan ke dalam 9 mL aquades steril.
  - Dihomogenkan dan selanjutnya di sebut pengenceran  $10^{-2}$ .
  - Diambil 100  $\mu$ L dari pengenceran  $10^{-1}$  dan dimasukkan ke dalam medium NA steril.
  - Diratakan dengan metode *spread*, digunakan *dry galsti* steril.
  - Diinkubasi pada inkubator suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24 jam.
  - Dihitung banyaknya koloni bakteri yang terbentuk dengan *colony counter*.

#### 3. Hasil Uji

No.	Sampel	Hasil Uji	Keterangan
1.	G (Kontrol)		Terdapat kelimpahan bakteri sebanyak $2,12 \times 10^5$ CFU/mL.

Gambar 1. Hasil TPC sampel G pada pengenceran  $10^{-2}$ .

## Lampiran

2.	B (Silica)	 <p data-bbox="467 618 768 668">Gambar 2. Hasil TPC sampel B pada pengenceran <math>10^{-4}</math>.</p>	Terdapat kelimpahan bakteri sebanyak $2,0 \times 10^5$ CFU/ mL.
3.	D (Iron)	 <p data-bbox="467 1030 768 1079">Gambar 3. Hasil TPC sampel D pada pengenceran <math>10^{-4}</math>.</p>	Terdapat kelimpahan bakteri sebanyak $1,1 \times 10^5$ CFU/ mL.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan kelimpahan bakteri tertinggi pada sampel G (control) sebanyak  $2,12 \times 10^5$  CFU/ mL, sedangkan kelimpahan bakteri terendah terdapat pada sampel B (silica) sebanyak  $2,0 \times 10^5$  CFU/mL.

## Lampiran II Hasil Uji Bilangan Asam

### a. Uji Bilangan Asam Pra-Eksperimen



**LABORATORIUM TAKI**  
(Teknologi Air dan Konsultasi Industri)  
Departemen Teknik Kimia FTI - ITS  
Kampus ITS, Keputih - Sukolilo, Surabaya, Telp. 031-5922935  
Fax. 031-5922935, E-mail : lab.taki@chem-eng.its.ac.id

---

**KETERANGAN HASIL ANALISA**  
No.51/LTAKI/V/2019

Terima dari : **Ramzi**  
                  : Siskal ITS  
Jenis contoh : Bahan bakar  
Kode contoh  : 1  
Uji             : Total Acid Number (TAN)  
Diterima tgl. : 28 Mei 2019

Kode Contoh	Hasil analisa TAN (mg KOH/g)	Metode analisa
1	0,5354	Titrimetri

Keterangan :  
▪ Hasil analisa tersebut diatas berdasarkan contoh yang kami terima

Surabaya, 28 Mei 2019



**Sri Nurkhamidah, ST, MS, Ph.D**  
Kepala Laboratorium TAKI

b. Uji Bilangan Asam Minggu Ke-2

**LAPORAN HASIL PENGUJIAN**

Nama Pemilik : Ramzy Chandra M  
 Alamat Pemilik : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
 Nama Contoh : **Larutan** Tanggal Terima : 30 Apr 2019  
 Deskripsi : Bentuk : ~~Padat~~/Cair/Gas Tanggal Pengujian : 06 Mei 2019  
 Contoh Volume : - Tanggal Selesai Pengujian : 09 Mei 2019  
 Kemasan : Plastik Jumlah Contoh : 05  
 Kode Contoh : **EI-286**

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi & Lingkungan – LPPM ITS.

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Sampel 2A	Bilangan Asam	0,82	mg KOH/gr	SNI 7431:2015
2	Sampel 2B		0,91		
3	Sampel 2C		0,88		
4	Sampel 2D		0,73		
5	Sampel 2E		0,87		
6	Sampel 2F		0,75		
7	Sampel 2G		1,01		

Suhu : 24,5 °C  
 Humidity : 52%  
 Analisis : VYA  
 Sampling : dilakukan oleh Pelanggan

Catatan:

1. Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga.
3. Laporan hasil pengujian hanya boleh diperbanyak secara utuh.

Kepala Laboratorium  
 Energi dan Lingkungan

Koordinator Teknis

Dr. Ir. Susianto, DEA  
 NIP. 19620820 198903 1 004

Vita Yuliana, S.Si  
 NIP. 1990201822404

c. Uji Bilangan Asam Minggu Ke-4



**LABORATORIUM TAKI**  
(Teknologi Air dan Konsultasi Industri)  
Departemen Teknik Kimia FTI - ITS  
Kampus ITS, Keputih - Sukolilo, Surabaya, Telp. 031-5922935  
Fax. 031-5922935, E-mail : lab.taki@chem-eng.its.ac.id

**KETERANGAN HASIL ANALISA**

No. 35/L.TAKI/V/2019

Terima dari : **Ramzy Chandra**  
Siskal ITS  
Jenis contoh : Bahan bakar  
Kode contoh : A-G  
Uji : Total Acid Number (TAN)  
Diterima tanggal : 15 Mei 2019

Kode Contoh	Hasil analisa TAN (mg KOH/g)	Metode analisa
A	1,6774	Titrimetri
B	1,4014	
C	1,1211	
D	1,3677	
E	1,3850	
F	1,1180	
G	1,6770	

Keterangan :  
\* Hasil analisa tersebut diatas berdasarkan contoh yang kami terima

Sarabaya, 23 Mei 2019



**Siti Nurkhamidah, ST,MS,Ph.D**  
Kepala Laboratorium TAKI



d. Uji Bilangan Asam Minggu Ke-6



**LABORATORIUM TAKI**  
(Teknologi Air dan Konsultasi Industri)  
Departemen Teknik Kimia FTI - ITS

Kampus ITS, Keputih - Sukolilo, Surabaya, Telp. 031-5922935  
Fax. 031-5922935, E-mail : lab.taki@chem-eng.its.ac.id

**KETERANGAN HASIL ANALISA**

No.47/LTAKI/V/2019

Terima dari : Ramzi  
Siskal ITS  
Jenis contoh : Bahan bakar  
Kode contoh : 3A-3G  
Uji : Total Acid Number (TAN)  
Diterima tgl. : 27 Mei 2019

Kode Contoh	Hasil analisa TAN (mg KOH/g)	Metode analisa
3A	0,8377	Titrimetri
3B	0,8395	
3C	1,1213	
3D	1,1192	
3E	1,1211	
3F	1,1214	
3G	0,8407	

Keterangan :  
▪ Hasil analisa tersebut diatas berdasarkan contoh yang kami terima



Siti Nurkhamidah, ST, MS, Ph.D  
Kepala Laboratorium TAKI

e. Uji Bilangan Asam Minggu Ke-8



**LABORATORIUM TAKI**  
(Teknologi Air dan Konsultasi Industri)  
Departemen Teknik Kimia FTI - ITS

Kampus ITS, Keputih - Sukolilo, Surabaya, Telp. 031-5922935  
Fax. 031-5922935, E-mail : lab.taki@chem-eng.its.ac.id

**KETERANGAN HASIL ANALISA**

No.16/LTAKI/VI/2019

Terima dari : **Ramzi**  
Siska ITS  
Jenis contoh : Bahan bakar  
Kode contoh : 3A-3G  
Uji : Total Acid Number (TAN)  
Diterima tgl. : 14 Juni 2019

Kode Contoh	Hasil analisa TAN (mg KOH/g)	Metode analisa
4A	1,1127	Titrimetri
4B	0,8339	
4C	0,8380	
4D	1,6743	
4E	1,3940	
4F	1,1206	
4G	1.3936	

Keterangan :  
▪ Hasil analisa tersebut diatas berdasarkan contoh yang kami terima



Siti Nurkhamidah, ST, MS, Ph.D  
Kepala Laboratorium TAKI

### Lampiran III. Persiapan Pra-Eksperimen

#### a. Pembuatan Tangki









b. Instalasi *Silica gel* dan *Iron powder*







c. Penyimpanan Tangki



d. Penambahan TBHQ





## Lampiran IV Pengambilan Sampel





## Lampiran V Alat dan Bahan

### A. Tangki Biodiesel



### B. Biodiesel B20



### C. Antioksidan TBHQ



### D. Silica gel



E. *Iron powder*



F. *Double Tape*





### G. Gelas Takar



### H. Timbangan



## Lampiran VI Proses Pegujian Bilangan Asam



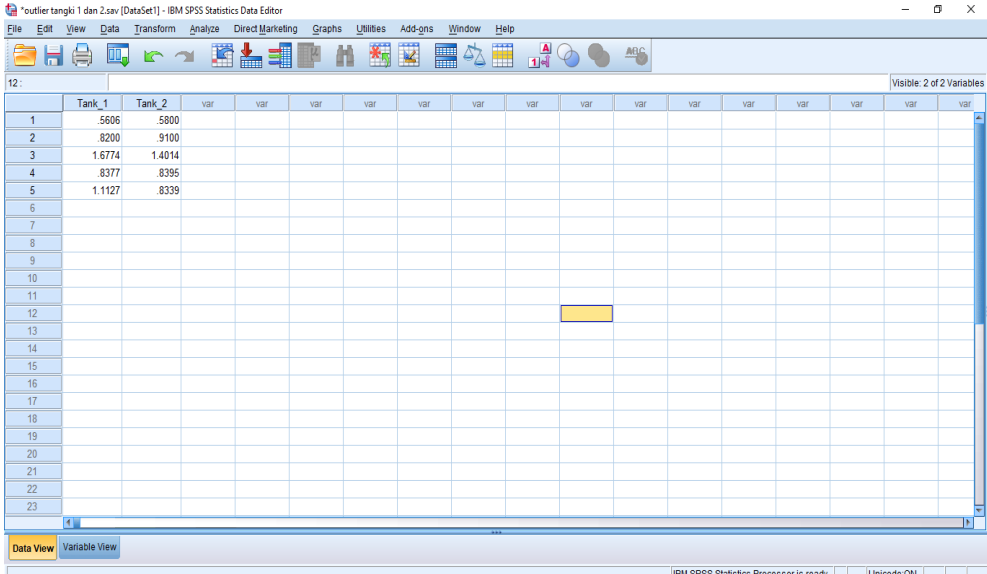




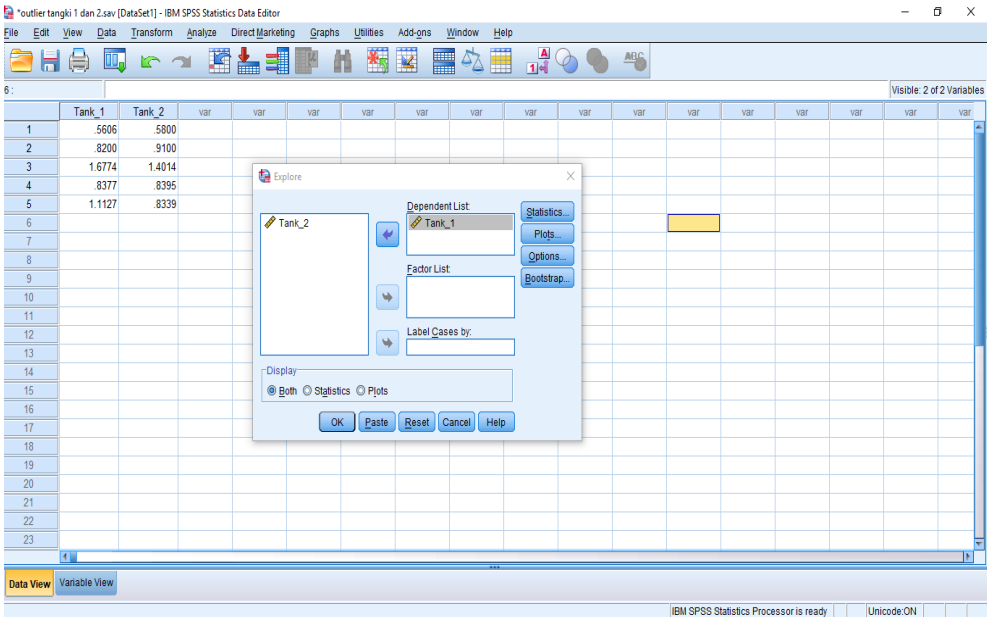
# Lampiran VI

## Proses Pegujian Bilangan Asam

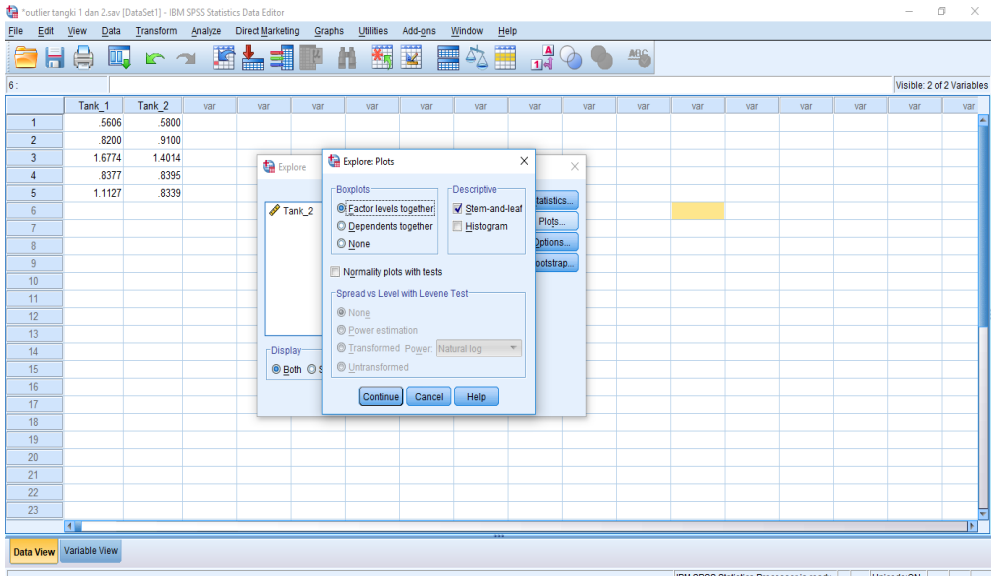
### 1. Penginputan Data



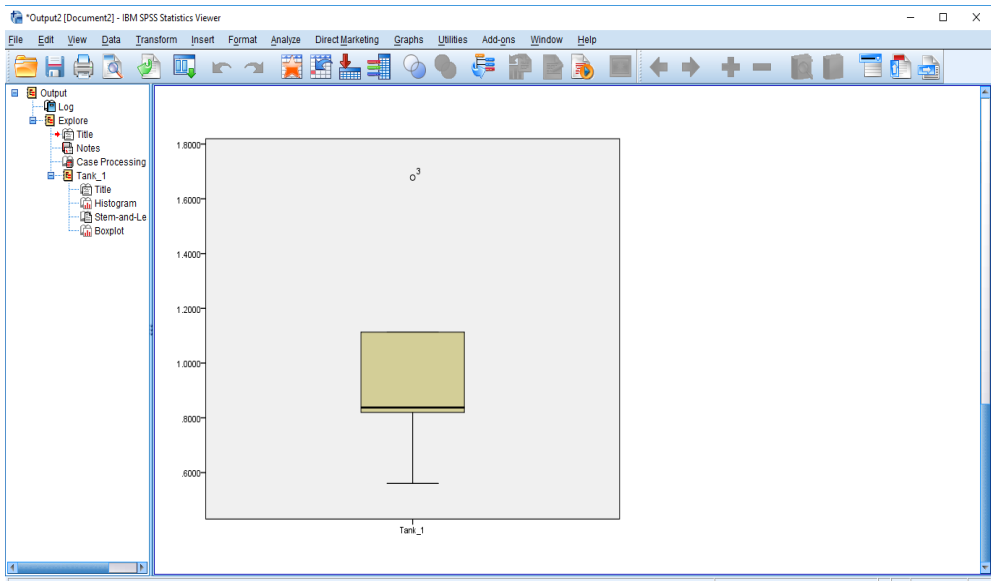
### 2. Pemelihan data yang akan di analisis

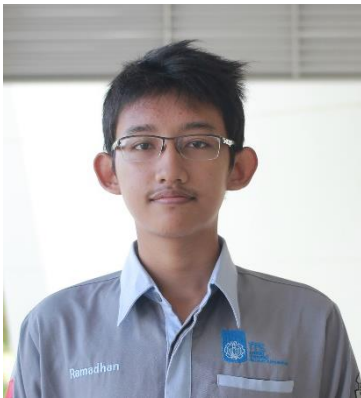


### 3. Pemilihan metode unuk mengidentifikasi outlier



### 4. Hasil analisis





Penulis, Ramzy Chandra muzaffar lahir di Jakarta pada 05 Januari 1998. Anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Katong Pujadi Sholeh dan Farihah ini bertempat tinggal di Cikarang Barat Bekasi Jawa Barat. Setelah lulus dari MAN 1 Karangasem Bali pada tahun 2015, penulis melanjutkan studinya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan konsentrasi Teknik Sistem Perkapalan.

Di tahun keempat, penulis mengambil salah satu bidang studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan yaitu Marine Power Plant (MPP). Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti serangkaian studi dan juga aktif dalam berorganisasi. Selama berkuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis aktif ikut dalam beberapa organisasi yaitu menjadi *Middle* Komisi B FSLDK Jamaah Masjid Manarul Ilmi (JMMI) ITS dan menjadi Anggota Divisi *Design and Body Solar Boat Team* ITS. Selain mengikuti organisasi kampus, penulis pernah mengikuti kerja praktek di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dan PT. Biro Klasifikasi Cabang Semarang. Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis tak luput dari kekurangan. Untuk kritik, saran dan pertanyaan mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui e-mail [chandra15@mhs.ne.its.ac.id](mailto:chandra15@mhs.ne.its.ac.id).