



SKRIPSI - TK 141581

**PENGARUH KADAR AIR TERHADAP
STABILITAS EMULSI MINYAK SOLAR -AIR
DALAM TANGKI BERPENGADUK**

Oleh :

DEA PURI ANINDITA

NRP 0221 1440 000 024

WILDAN MUQORROBIN

NRP 0221 1440 000 075

Dosen Pembimbing

Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng.

Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018



FINAL PROJECT – TK 141581

**THE EFFECT OF WATER CONTENT TOWARD
STABILITY OF WATER – DIESEL FUEL
EMULSION IN THE MIXER TANK**

By:

Dea Puri Anindita

NRP. 0221 1440 000 024

Wildan Muqorrobin

NRP. 0221 1440 000 075

Advisor

Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng.

NIP. 19761229 200912 1 001

Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng.

NIP. 19520916 198003 1 002

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SKRIPSI – TK 141581

**PENGARUH KADAR AIR TERHADAP STABILITAS
EMULSI MINYAK SOLAR -AIR DALAM TANGKI
BERPENGADUK**

Oleh:

Dea Puri Anindita

NRP. 0221 1440 000 024

Wildan Muqorrobin

NRP. 0221 1440 000 075

Dosen Pembimbing

Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng.

NIP. 19761229 200912 1 001

Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng.

NIP. 19520916 198003 1 002

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KADAR AIR TERHADAP STABILITAS EMULSI MINYAK SOLAR – AIR DALAM TANGKI BERPENGADUK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi S-1
Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Dea Puri Anindita

0221144000024

Wildan Muqorrobin

0221144000075

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng.
(Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng.
(Pembimbing II)
3. Dr. Siti Machmudah, S. T., M.Eng.
(Penguji I)
4. Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc.Eng.
(Penguji II)



PENGARUH KADAR AIR TERHADAP EMULSI MINYAK SOLAR-AIR DALAM TANGKI BERPENGADUK

**Nama : Dea Puri Anindita (02211440000024)
Wildan Muqorrobin (02211440000075)**
Departemen : Teknik Kimia FTI – ITS
**Pembimbing : Dr. Tantular Nurtono S.T., M.Eng
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng**

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh kadar air dan suhu operasi terhadap kestabilan emulsi minyak solar – air. Variabel penelitian ini adalah kadar air (10, 20, 30, 40, 50%) serta suhu operasi yang digunakan (30, 40, 50, 60⁰C). Lima tahapan dilakukan dalam penelitian ini yaitu persiapan bahan, persiapan alat, proses pre-treatment, proses pembuatan emulsi dan karakterisasi emulsi minyak solar-air. Proses pre-treatment dimulai dengan surfaktan ditambahkan sebanyak 1% yang berupa 45,5% *lecitin* dan 54,5% *tween80* ke dalam minyak solar, kemudian diaduk dalam tangki dengan kecepatan 1900 rpm menggunakan *impeller* jenis *disk turbine* dan suhu operasi diatur sesuai variabel selama 15 menit. Air (*aquabidest*) sesuai variabel disiapkan dengan dilarutkan CMC sebanyak 0,5% air ke dalamnya. Dilanjutkan dengan proses pembuatan emulsi, air dicampur secara bertahap tetes demi tetes ke dalam tangki berpengaduk menggunakan *peristaltic pump* dengan kecepatan 2 ml/mnt. Setelah air habis, proses emulsifikasi tetap berlangsung selama 20 menit pengadukan dengan suhu operasi sesuai variabel. Karakterisasi emulsi minyak solar-air antara lain pengukuran densitas, pengukuran viskositas, stabilitas emulsi seperti pengamatan visual, mengukur tinggi lapisan di tabung uji

stabilitas, mengukur *droplet size*, dan pengukuran rasio absorbansi. Hasil dari karakterisasi emulsi solar-air didapatkan bahwa semakin banyak penambahan kadar air maka kestabilan emulsi minyak solar – air akan semakin menurun dan semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin stabil emulsi yang dihasilkan. Dalam penelitian ini hasil yang memberikan kestabilan emulsi paling optimal yaitu pada penambahan air sebanyak 10% dengan suhu 60⁰C.

Kata kunci : emulsi, emulsifikasi, kadar air, kestabilan, rasio absorbansi, suhu

THE EFFECT OF WATER CONTENT TOWARD STABILITY OF WATER – DIESEL FUEL EMULTION IN THE MIXER TANK

**Nama : Dea Puri Anindita (02211440000024)
Wildan Muqorrobin (02211440000075)**
Departemen : Teknik Kimia FTI – ITS
**Pembimbing : Dr. Tantular Nurtono S.T., M.Eng
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng**

ABSTRACT

The objective of this research is to study the correlation between water content addition and operation temperature used in regard to the diesel-water emulsion stability. Variables used in this research were (10%, 20%, 30%, 40%, and 50%) of water content while (30°C, 40°C, 50°C, and 60°C) were used as operation temperature variables. There are five steps conducted in this research; material preparation, instrument preparation, pre-treatment process, forming emulsion process, and diesel-water emulsion characterization. Pre-treatment process begin with the addition of 1% surfactant that consist of 45,5% lecitin and 54,5% tween80 into diesel oil, in advance it was stirred in a vessel with 1900 rpm stirring speed using disk turbine impeller and operation temperature adjusted in accordance to variable for 15 minutes. Water (aquabidest) required for the variables was prepared with the dilution of 0.5% CMC into it. Followed by the emulsion preparation, drops of water added into the stirring vessel using peristaltic pump with 2 ml/m flow rate. Emulsification process continued for 20 minutes after the water completely drained out with stirring speed and operation temperature set accordance to variable. The characterization of diesel-water oil are as follow; density measurement, viscosity measurement, stability of

emulsion such as visual observation, layer height in test tube, droplet size calculation and absorbance ratio calculation. The characterization of diesel-water oil obtained in this research show emulsion of diesel-water oil stability decreased as the more water content added whereas emulsion stability increase as higher temperature used. This research concludes that 10% of water content with 60°C operation temperature gave the most optimal emulsion stability.

Key Words : Absorbance, Emulsion, Emulsification, Stability, Temperature

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi kami yang berjudul :

“ Pengaruh Kadar Air terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Solar-Air dalam Tangki Berpengaduk “

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program Strata-1 di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua serta saudara-saudara kami, atas doa, bimbingan, perhatian, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng selaku Pembimbing dan Kepala Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran, Departemen Teknik Kimia FTI-ITS, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
3. Bapak Dr. Tantular Nurtono, S.T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran, Departemen Teknik Kimia FTI-ITS, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
4. Mas Joko Suryadi S.Si selaku ketua tim Emulsi Minyak Solar-Air atas segala kerja sama, dukungan, dan bimbingannya
5. Seluruh civitas akademika Departemen Teknik Kimia FTI-ITS yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.

6. Keluarga besar Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), khususnya teman-teman di Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran Departemen Teknik Kimia FTI-ITS atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.

Kami menyadari laporan skripsi ini tidak lepas dari berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya. Akhirnya laporan skripsi ini dapat memberikan sumbangan bagi pembaca.

Surabaya, 8 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proses Pembakaran	5
2.2 Bahan Penyusun Polutan	7
2.3 Emulsi	9
2.4 Teori Terjadinya Emulsi	11
2.5 Surfaktan	14
2.6 Minyak Solar	21
2.7 Air	22
2.8 Penstabil CMC (<i>Carboxy Methyl Cellulose</i>)	23
2.9 <i>Homogenizer</i>	23
2.10 <i>Disk Turbine</i>	24
2.11 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Bahan	26
3.2 Peralatan	27
3.3 Prosedur Percobaan	29
3.4 Karakterisasi Emulsi Minyak Solar-Air	30
3.5 <i>Flow Chart</i>	32

BAB IV PEMBAHASAN	34
4.1 Pengaruh Suhu Terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Solar – Air	36
4.2 Pengaruh Komposisi Air dan Minyak Solar Terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Solar – Air	45
4.3 Perbandingan Hasil Emulsi Minyak Solar - Air dengan Penelitian Terdahulu	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	xi
DAFTAR NOTASI	xii
APPENDIKS	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pembakaran Mesin Diesel	7
Gambar 2.2	Jenis – Jenis Emulsi	10
Gambar 2.3	Molekul Surfaktan	15
Gambar 2.4	Skala Fungsi Surfaktan Berdasarkan HLB	18
Gambar 3.1	Susunan Peralatan Proses Emulsifikasi	28
Gambar 3.2	Geometri dan Dimensi Tangki Emulsifikasi	28
Gambar 3.3	Tabung Uji Stabilitas Emulsi	30
Gambar 3.4	<i>Flow Chart</i> Pembuatan Emulsi Minyak Solar – Air.....	33
Gambar 4.1	Hasil Emulsi dalam Berbagai Variabel Suhu Untuk Kadar Air 20%	37
Gambar 4.2	Hasil Emulsi Dalam Tabung Uji	37
Gambar 4.3	Grafik Hubungan antara Waktu vs % Emulsi Minyak Solar – Air.....	39
Gambar 4.4	Grafik Hubungan antara Waktu vs Densitas.....	40
Gambar 4.5	Grafik Hubungan antara Waktu vs Viskositas.....	41
Gambar 4.6	Grafik Hubungan antara Waktu vs Rasio Turbiditas	44
Gambar 4.7	Hasil Emulsi dalam Berbagai Variabel Kadar Air Untuk suhu 30 ⁰ C	46
Gambar 4.8	Grafik Hubungan antara Waktu vs % Emulsi Minyak Solar – Air.....	48
Gambar 4.9	Grafik Hubungan antara Waktu vs Densitas	49
Gambar 4.10	Grafik Hubungan antara Waktu vs Viskositas.....	50
Gambar 4.11	Grafik Hubungan antara Waktu vs Rasio Turbiditas	53
Gambar 4.12	Hasil Uji FTIR Lapisan Atas.....	57
Gambar 4.13	Hasil Uji FTIR Lapisan Tengah.....	57
Gambar 4.14	Hasil Uji FTIR Lapisan Bawah.....	58
Gambar 4.15	Hasil Uji FTIR (a) <i>Lecitin</i> dan (b) Tween 80	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penentuan Angka HLB (Davies, 1949).....	19
Tabel 3.1	Alat yang Digunakan.....	27
Tabel 4.1	Hasil Pengamatan Ketinggian % Emulsi Menggunakan Tabung Uji Untuk Variabel Suhu dan Kadar Air 20%	38
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran <i>Droplet Size</i>	43
Tabel 4.3	Hasil Pengamatan Ketinggian % Emulsi Menggunakan Tabung Uji Untuk Variabel Kadar Air dan Suhu 30 ⁰ C.....	47
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran <i>Droplet Size</i>	52
Tabel 4.5	Perbandingan Hasil Pengamatan Visual Emulsi Minyak Solar-Air Dengan Penelitian Terdahulu	55

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sumber energi merupakan sumber utama bagi kehidupan makhluk hidup yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber baik sumber energi yang dapat terbarukan (*renewable energy*) maupun yang tak terbarukan (*unrenewable energy*). Salah satu hasil perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah motor diesel yang saat ini banyak diaplikasikan sebagai sumber penggerak pada sarana transportasi baik darat maupun laut juga sumber tenaga pada proses di industri. Mesin diesel adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalan dan membakar bahan bakar dan udara yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi (Tatsuo Takaishi dkk). Mesin diesel mulai digunakan untuk kapal dan kapal selam, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya. Pada tahun 1930-an, mesin diesel mulai digunakan untuk mobil. Sejak saat itu, penggunaan mesin diesel terus meningkat dan menurut *British Society of Motor Manufacturing and Traders*, 50% dari mobil baru yang terjual di Uni Eropa adalah mobil bermesin diesel, bahkan di Perancis mencapai 70%. (Thomas, Donald E., 1987).

Meningkatnya permintaan motor diesel sebagai sarana transportasi atau sumber tenaga industri secara tidak langsung akan memunculkan permasalahan dalam penyediaan sumber energi untuk pembakaran. Di Indonesia, jumlah kendaraan yang menggunakan motor diesel mencapai 3.000.000 unit, dengan rincian 2.100.000 unit digunakan pada sarana transportasi darat dan 900.000 unit digunakan untuk sektor transportasi air.

Penggunaan motor diesel pada dunia industri mencapai 1.200.000 unit. Sementara, pemenuhan kebutuhan terhadap konsumsi bahan bakar cair khususnya motor diesel sepenuhnya ditopang dari sumber energi bahan bakar fosil yaitu solar yang bersifat tidak terbarukan. Selain ketersediaan bahan bakar fosil sebagai sumber utama bahan bakar solar semakin menipis, polusi akibat emisi gas buang hasil pembakaran motor diesel mempunyai dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Emisi tersebut terdiri dari partikulat-partikulat, residu karbon, karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO₂), sulfur oksida (SO_x), dan nitrogen oksida (NO_x), yang masing-masing mempunyai dampak berbeda bagi perusakan kesehatan manusia dan lingkungan

Permasalahan tersebut perlu diatasi dengan dengan mensubstitusikan penggunaan bahan bakar motor diesel dengan bahan bakar campuran air dan solar yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar solar dan mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, penggunaan campuran bahan bakar air dan solar mampu mengurangi emisi NO_x karena terjadinya proses ledakan mikro (*microexplosion*) dalam proses pembakaran. Ledakan mikro ini terjadi karena perbedaan titik didih antara kedua fluida.

Telah dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Kecepatan *Impeller* terhadap Emulsi Minyak Solar-Air dalam Tangki Berpengaduk”. Penelitian ini menunjukkan pengaruh variabel kecepatan pengaduk dalam pembuatan emulsi minyak solar-air. Hasil dari penilitian sebelumnya membuktikan bahwa semakin cepat kecepatan *impeller* maka emulsi yang dihasilkan semakin stabil. Kecepatan *impeller* merupakan salah satu parameter dalam pemuatan emulsi yang stabil, selain itu kualitas dan stabilitas emulsi minyak solar-air juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lainnya yaitu, tipe surfaktan, jumlah surfaktan, rasio minyak solar / air, bahan penstabil, suhu operasi, dan metode penambahan air. Penelitian ini akan lebih fokus pada

pengaruh kadar air dalam pembuatan emulsi minyak solar-air yang stabil.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian sebelumnya meneliti tentang pengaruh kecepatan impeller terhadap pembuatan emulsi minyak solar-air yang baik. Diperlukan juga Analisa pengaruh faktor lain yang mempengaruhi pembuatan emulsi minyak solar-air yang salah satunya adalah faktor kadar air dan suhu.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah disini diperlukan agar persoalan lebih terpusat dan terarah. Dalam hal ini batasan-batasan yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah solar dex (produksi pertamina), air (*aquabidest*), dan surfaktan.
2. Percobaan dilakukan dengan variabel kadar air dan suhu melalui proses emulsifikasi menggunakan pengadukan
3. Percobaan dilakukan di laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran Teknik Kimia ITS.
4. Menentukan kadar air paling optimum pada kestabilan emulsi minyak solar-air.
5. Pengujian hasil proses emulsi solar-air dengan penambahan surfaktan dilakukan menggunakan metode pengukuran densitas, viskositas, rasio turbiditas, stabilitas emulsi dan mengukur *droplet size*.
6. Tidak dilakukan pengamatan hasil emulsi di mesin diesel.
7. Tidak diperhitungkan pengamatan kadar NOx yang dihasilkan.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian antara lain :

1. Menentukan pengaruh kadar air untuk emulsi minyak solar-air.
2. Membuat bahan bakar dari minyak solar-air dengan metode

- emulsi.
3. Mempelajari pengaruh komposisi solar,air, suhu dalam pembentukan emulsi dengan cara menguji densitas, viskositas, visualisasi stabilitas emulsi, dan rasio turbiditas dari hasil emulsi minyak solar-air

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kadar air yang optimal, menghasilkan emulsi minyak solar-air yang lebih stabil, sehingga dapat digunakan untuk mensubstitusi penggunaan solar murni sebagai bahan bakar. Selanjutnya diharapkan bisa mengurangi kandungan NO_x pada hasil pembakaran di mesin diesel dan juga sebagai pengetahuan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pembakaran

Bahan bakar adalah suatu material yang dapat menghasilkan panas melalui proses pembakaran. Proses pembakaran pada dasarnya adalah proses oksidasi bahan bakar dengan oksigen. Proses pembakaran dapat terjadi bila konsentrasi antara uap bahan bakar dan oksigen terpenuhi, dan terdapat energi panas yang cukup.

Tujuan dari pembakaran yang sempurna adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tingkat konsumsi bahan bakar ekonomis dan berkurangnya kepekatan asap hitam gas buang karena pada pembakaran sempurna campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya dalam waktu dan kondisi yang tepat. Kualitas bahan bakar perlu diperhatikan sesuai dengan karakteristiknya sehingga homogenitas campuran bahan bakar dengan udara dapat terjadi secara sempurna agar terjadi pembakaran yang sempurna. Viskositas bahan bakar adalah salah satu karakteristik bahan bakar yang sangat menentukan kesempurnaan proses pembakaran. Viskositas yang tinggi menyebabkan aliran solar terlalu lambat. Tingginya viskositas menyebabkan beban pada pompa injeksi menjadi lebih besar dan pengkabutan saat injeksi kurang sempurna sehingga bahan bakar sulit terbakar. Pembakaran merupakan reaksi kimia yang bersifat eksotermis dari unsur-unsur yang ada di dalam bahan bakar dengan oksigen serta menghasilkan panas. Proses pembakaran memerlukan udara, namun jumlah udara yang dibutuhkan tidak diberikan dalam jumlah yang tepat secara stoikiometri, namun dilebihkan. Hal ini bertujuan supaya pembakaran berlangsung sempurna.

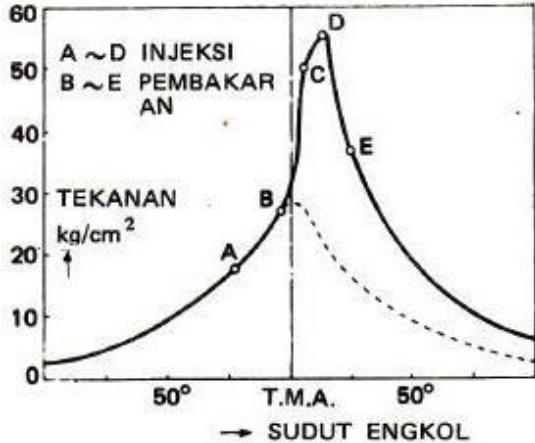
Bahan bakar gas akan terbakar pada keadaan normal jika terdapat udara yang cukup. Hampir 79% udara (tanpa adanya oksigen) merupakan nitrogen, dan sisanya merupakan elemen

lainnya. Nitrogen dianggap sebagai pengencer yang menurunkan suhu yang harus ada untuk mencapai oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran.

Nitrogen mengurangi efisiensi pembakaran dengan cara menyerap panas dari pembakaran bahan bakar dan pengenceran gas buang. Nitrogen juga mengurangi transfer panas pada permukaan alat penukar panas, juga meningkatkan volum hasil samping pembakaran. Nitrogen ini juga dapat bergabung dengan oksigen (terutama pada suhu nyala yang tinggi) untuk menghasilkan oksida nitrogen (NO_x), yang merupakan pencemar beracun.

Pada fenomena pembakaran yang terkontrol secara difusi akan muncul, apabila *mixing* lemah, aliran dan difusi berjalan lambat serta reaksi kimia berjalan cepat. Pada saat bahan bakar dipanaskan, butiran-butiran kecil air (yang diselubungi minyak dengan titik didih yang lebih tinggi) akan cepat menguap dan berekspansi, memecah droplet bahan bakar yang menyelubunginya menjadi droplet yang lebih kecil dan lebih banyak. Proses ini disebut dengan *microexplosion* atau atomisasi sekunder yang menghasilkan droplet bahan bakar yang sangat halus yang dapat menguap dan terbakar lebih cepat dan sempurna dari pada droplet bahan bakar yang besar yang dihasilkan dari atomisasi mekanis (Sarjono, 2009).

Menurut Arismunandar (2002) proses pembakaran pada motor diesel dibagi menjadi 4 periode seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Proses Pembakaran Mesin Diesel
(Arismunandar, 2002)

2.2 Bahan Penyusun Polutan

Pengendalian emisi polutan merupakan faktor utama dalam perancangan sistem pembakaran sekarang ini. Efek yang ditimbulkan oleh emisi gas buang dari mesin meliputi perubahan sifat atmosfer, merusak tumbuh tumbuhan dan material serta meningkatnya penyakit dan kematian pada manusia (Bedford, 2000).

Kendaraan menghasilkan dua macam bentuk racun, yang terlihat oleh mata dan yang tak terlihat oleh mata. Racun yang terlihat oleh mata adalah PM (*Particulate Matter*) yaitu jelaga, asap hitam, tar, dan hidrokarbon yang tak terbakar. Racun yang tidak terlihat oleh mata adalah NO_x , CO, dan hidrokarbon.

Jika suhu dalam ruang bakar terlalu rendah maka jumlah PM akan meningkat dan jika suhu terlalu tinggi maka NO_x yang akan meningkat. Dalam mesin diesel, formasi unsur NO_x sangat dipengaruhi oleh peningkatan suhu dalam ruang bakar. Maka dari itu, penting dilakukan untuk menjaga temperature ruang bakar pada posisi tertentu.

2.2.1 Oksida Nitrogen (NO_x)

Oksida Nitrogen (NO_x) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam (Sayuti, 2012). NO_x dihasilkan dari reaksi antara oksigen dan nitrogen pada proses nyala atau dapat juga dihasilkan dari kilatan petir (*Thermal NO_x*). Selain itu NO_x juga dapat dihasilkan dari pembakaran yang mengandung karbon aktif dan konversi nitrogen yang terdapat dalam bahan bakar menjadi NO_x seperti batu bara, minyak dan sebagainya (Alfiah, 2009). Di dalam mesin diesel, NO_x akan banyak diproduksi dalam periode pembakaran cepat akibat terjadinya beban termal lokal dan juga temperatur yang sangat tinggi. Rendahnya tingkat NO_x di udara dapat mengiritasi mata, hidung, tenggorokan, dan paru-paru.

Selain NO_x juga terbentuk SO_x yang merupakan produk alami dari proses pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur. Produk pembakaran ini sebagian besar akan berbentuk SO₂ dan sebagian kecil adalah SO₃. Di dalam atmosfer SO₂ akan berubah lanjut menjadi SO₃.

2.2.2 Karbon Monoksida

Karbon monoksida adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau, yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar. Emisi CO dari motor bakar ditentukan terutama oleh equivalen rasio bahan bakar udara. Namun karena mesin diesel selalu dioperasikan pada daerah miskin campuran udara bahan bakar maka konsentrasi CO relatif rendah. Gas CO merupakan hasil oksidasi karbon dan apabila jumlah udara mencukupi akan terjadi oksidasi lanjut menjadi CO₂.

2.2.3 Hidrokarbon (HC)

Emisi hidrokarbon (HC) merupakan konsekuensi dari

pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar hidrokarbon. Emisi HC bisa berbentuk bahan bakar yang belum terbakar atau dalam bentuk yang sudah terurai dan mempunyai nilai minimum pada daerah campuran kurus.

2.2.4 Particulate Matter

Particulate Matter (PM) adalah partikel tersuspensi yang merupakan campuran partikel solid dan droplet cair. Partikel asap cenderung sangat kecil dengan ukuran hampir sama dengan panjang gelombang cahaya yang terlihat atau 0,4-0,7 mm. Partikel asap tersebut hampir sama dengan fraksi partikel PM 2,5 sehingga dapat menyebar dalam cahaya dan mengganggu jarak pandang. Partikel halus dapat terinhalasi ke dalam paru sehingga lebih berisiko mengganggu kesehatan dibandingkan partikel lebih besar (Amman, 2008).

2.3 Emulsi

Emulsi adalah suatu sistem yang tidak stabil secara termodinamika yang mengandung paling sedikit dua fase cair yang tidak bercampur, satu diantaranya didispersikan sebagai globul dalam fase cair lain. Sistem ini dibuat stabil dengan bantuan suatu zat pengemulsi atau emulgator (Martin, 1993). Zat pengemulsi (emulgator) merupakan komponen yang paling penting agar memperoleh emulsi yang stabil (Anief, 1996).

Salah satu fase cair dalam suatu emulsi terutama bersifat polar (contoh : air), sedangkan lainnya relative nonpolar (contoh : minyak).

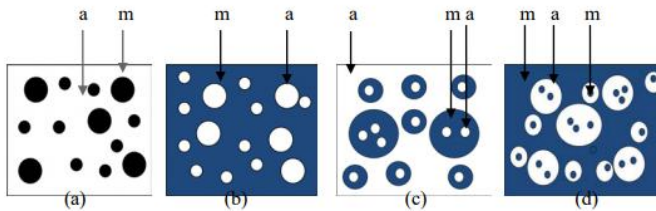
2.3.1 Jenis Emulsi

Berdasarkan jenisnya, emulsi dibagi dalam empat golongan, yaitu :

- a. Sistem emulsi minyak dalam air (M/A) adalah sistem dengan fasa terdispersinya (fasa diskontinyu) adalah minyak dan fasa pendispersinya (fasa kontinyu) adalah air. Fase minyak akan didispersikan sebagai bola-bola ke seluruh fase kontinyu air.
- b. Sebaliknya, emulsi air dalam minyak (A/M) adalah

emulsi dengan air sebagai fasa terdispersi dan minyak sebagai fasa pendispersinya.

- c. Emulsi minyak dalam air dalam minyak (M/A/M)
Selain dua tipe emulsi yang telah disebutkan sebelumnya, ada suatu sistem emulsi yang lebih kompleks yang dikenal dengan emulsi ganda, dapat dibuat dengan mencampurkan suatu pengemulsi M/A dengan fase air dalam suatu mixer dan perlahan-lahan menambahkan fase minyak untuk membentuk suatu emulsi minyak dalam air (Martin, et al., 1993).
- d. Emulsi air dalam minyak dalam air (A/M/A)
Dapat dibuat dengan mencampurkan suatu pengemulsi A/M dengan suatu fase minyak dalam suatu mixer dan perlahan-lahan menambahkan fase air untuk membentuk suatu emulsi air dalam minyak.



Gambar 2.2 Jenis-Jenis Emulsi

Stabilitas dari emulsi dipengaruhi secara langsung oleh teknik emulsi, waktu emulsi, fraksi volume air (sebagai fase terdispersi), viskositas fase kontinyu (solar), kecepatan putar (atau frekuensi ultrasonic), dan konsentrasi surfaktan (Chen, 2005).

Adapun macam-macam emulgator yang digunakan adalah:

- a. Emulgator alam (tumbuhan, hewan, tanah mineral) : diperoleh dari alam tanpa melalui proses). Contoh : Gom arap, tragacanth, agar-agar, chondrus, pectin, metil selulosa, kuning telur, adep lanae, magnesium,

aluminium silikat, veegum, bentonit.

- b. Emulgator buatan : dibuat secara sintetiks. Contoh : Sabun; Tween 20, 40, 60, 80; Span 20, 40, 80 (Tamzil *et al.*, 2009).

2.3.2 Metode Untuk Membedakan Antara Emulsi M/A dan Emulsi A/M

1. Penampakan visual

- Emulsi A/M biasanya berwarna putih keruh
- Emulsi M/A berwarna lebih gelap dan menunjukkan tekstur minyak (Gita, 2016)

2. Metode Dilusi

Meneteskan emulsi dalam permukaan air

- Emulsi M/A jika penyebarannya sempurna
- Emulsi A/M jika tidak terjadi perubahan dan tetesan emulsi tadi mengapung di permukaan air

3. Metode Pewarnaan

Sejumlah kecil zat warna yang larut dalam air, seperti metilen biru atau *brilliant blue* FCF bisa ditaburkan pada permukaan suspensi. Jika air merupakan fase luar, yakni jika emulsi tersebut bertipe M/A, zat warna tersebut akan melarut didalamnya dan berdifusi merata ke seluruh bagian dari air tersebut. Jika emulsi bertipe A/M, partikel-partikel zat warna akan tinggal Bergerombol pada permukaan (Martin, et al., 1993).

4. Metode Pengenceran Fase

Jika emulsi tersebut bercampur sempurna dengan air, maka ia termasuk bertipe M/A dan apabila tidak dapat diencerkan adalah tipe A/M (Anief, 1994).

2.4 Teori Terjadinya Emulsi

Untuk mengetahui proses terbentuknya emulsi dikenal 4 macam teori, yang melihat proses terjadinya emulsi dari sudut pandang yang berbeda-beda. Teori tersebut ialah :

2.4.1. Teori tegangan permukaan (*Surface Tension*)

Molekul memiliki daya tarik menarik antara molekul yang sejenis yang disebut dengan daya kohesi. Selain itu molekul juga memiliki daya tarik menarik antara molekul yang tidak sejenis yang disebut dengan daya adhesi. Daya kohesi suatu zat selalu sama, sehingga pada permukaan suatu zat cair akan terjadi perbedaan tegangan karena tidak adanya keseimbangan daya kohesi. Tegangan yang terjadi pada permukaan tersebut dinamakan tegangan permukaan. Dengan cara yang sama dapat dijelaskan terjadinya perbedaan tegangan bidang batas dua cairan yang tidak dapat bercampur. Tegangan yang terjadi antara dua cairan tersebut dinamakan tegangan bidang batas.

Semakin tinggi perbedaan tegangan yang terjadi pada bidang mengakibatkan antara kedua zat cair itu semakin susah untuk bercampur. Tegangan yang terjadi pada air akan bertambah dengan penambahan garam-garam anorganik atau senyawa-senyawa elektrolit, tetapi akan berkurang dengan penambahan senyawa organik tertentu antara lain sabun.

Didalam teori ini dikatakan bahwa penambahan emulgator akan menurunkan dan menghilangkan tegangan permukaan yang terjadi pada bidang batas sehingga antara kedua zat cair tersebut akan mudah bercampur.

2.4.2. Teori orientasi bentuk baji (*Oriented Wedge*)

Setiap molekul emulgator dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

- a) Kelompok hidrofilik, yakni bagian dari emulgator yang suka pada air.
- b) Kelompok lipofilik, yakni bagian yang suka pada minyak.

2.4.3. Teori Interparsial Film

Teori ini mengatakan bahwa emulgator akan diserap pada batas antara air dan minyak, sehingga terbentuk lapisan film yang akan membungkus partikel fase dispers. Dengan terbungkusnya partikel tersebut maka usaha antara partikel yang sejenis untuk bergabung menjadi terhalang. Dengan kata lain fase dispersi

menjadi stabil.

Untuk memberikan stabilitas maksimum pada emulsi, syarat emulgator yang dipakai adalah :

- a) Dapat membentuk lapisan film yang kuat tapi lunak.
- b) Jumlahnya cukup untuk menutup semua permukaan partikel fase dispers.
- c) Dapat membentuk lapisan film dengan cepat dan dapat menutup semua permukaan partikel dengan segera.

2.4.4 Teori *electric double layer* (lapisan listrik ganda)

Jika minyak terdispersi kedalam air, satu lapis air yang langsung berhubungan dengan permukaan minyak akan bermuatan sejenis, sedangkan lapisan berikutnya akan bermuatan yang berlawanan dengan lapisan didepannya. Dengan demikian seolah-olah tiap partikel minyak dilindungi oleh dua benteng lapisan listrik yang saling berlawanan. Benteng tersebut akan menolak setiap usaha dari partikel minyak yang akan menggandakan penggabungan menjadi satu molekul besar. Karena susunan listrik yang menyelubungi setiap partikel minyak mempunyai susunan yang sama. Dengan demikian antara sesama partikel akan tolak menolak dan stabilitas emulsi akan bertambah.

Terjadinya muatan listrik disebabkan oleh salah satu dari ketiga cara dibawah ini (Tamzil *et al.*, 2009).

- a) Terjadinya ionisasi dari molekul pada permukaan partikel.
- b) Terjadinya absorpsi ion oleh partikel dari cairan disekitarnya
- c) Terjadinya gesekan partikel dengan cairan disekitarnya

2.4.5 Ketidakstabilan Emulsi

Emulsi yang secara termodinamika tidak stabil umumnya disebabkan oleh tingginya energi bebas permukaan yang terbentuk. Hal ini terjadi karena pada proses pembuatannya luas permukaan salah satu fase akan bertambah berlipat ganda, sedangkan seluruh sistem umumnya cenderung kembali kepada posisinya yang paling stabil, yaitu pada saat energi bebasnya

paling rendah. Oleh karena itu, globul-globul akan bergabung sampai akhirnya sistem memisah kembali. Berdasarkan fenomena tersebut dikenal beberapa peristiwa ketidakstabilan emulsi yaitu, *creaming*, koalesen, dan demulsifikasi.

Flokulasi dan *creaming* terjadi karena penggabungan kembali globul terdispersi yang disebabkan oleh adanya energi bebas permukaan. Flokulasi adalah suatu peristiwa terbentuknya kelompok-kelompok globul yang posisinya tidak beraturan di dalam emulsi, sedangkan *creaming* merupakan suatu peristiwa terjadinya lapisan-lapisan dengan konsentrasi yang berbeda-beda di dalam emulsi. Lapisan-lapisan tersebut terjadi karena pengaruh faktor gravitasi. Pada kedua peristiwa tersebut, emulsi masih dapat diperbaiki melalui pengocokan.

Koalesen dan demulsifikasi terjadi bukan semata-mata karena energi bebas permukaan, tetapi juga disebabkan oleh ketidaksempurnaan pelapisan globul. Koalesen adalah peristiwa terjadinya penggabungan globul-globul menjadi lebih besar, sedangkan demulsifikasi terjadi akibat proses lanjutan dari koalesen. Untuk kedua peristiwa ini, emulsi tidak dapat diperbaiki melalui pengocokan.

Ketidakstabilan emulsi yang lain adalah terjadinya inversi fasa, inversi fasa terjadi bila emulsi yang semula merupakan emulsi minyak dalam air berubah menjadi emulsi air dalam minyak. Inversi fasa dapat terjadi karena jumlah fasa terdispersi ditingkatkan hingga mencapai atau melebihi batas maksimum yaitu 74% dari volume total, perubahan suhu, atau penambahan bahan yang dapat mengganggu kestabilan emulsi. Inversi fasa juga dapat terjadi karena penggunaan peralatan yang kotor atau prosedur pencampuran yang salah (Lund, 1994).

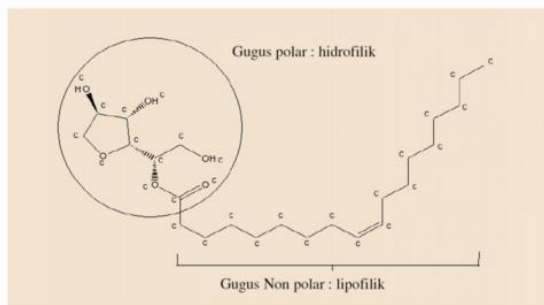
2.5 Surfaktan

2.5.1 Pengertian dan Sifat Surfaktan

Surfaktan adalah suatu zat yang mempunyai kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan (*surface tension*) suatu medium dan menurunkan tegangan antarmuka (*interfacial*

tension) antar dua fase yang berbeda derajat polaritasnya. Istilah antarmuka menunjuk pada sisi antara dua fase yang tidak saling melarutkan, sedangkan istilah permukaan menunjuk pada antarmuka dimana salah satu fasenya berupa udara (gas) (Rosen, 1989).

Surfaktan atau *surface active agent* adalah molekul-molekul yang mengandung gugus hidrofilik (suka air) dan lipofilik (suka minyak/lemak) pada molekul yang sama (Sheat dan Foster, 1997). Surfaktan terbagi menjadi dua bagian yaitu kepala dan ekor. Gugus hidrofilik berada di bagian kepala (polar) dan lipofilik di bagian ekor (non polar). Bagian polar molekul surfaktan dapat bermuatan positif, negatif, atau netral. Umumnya bagian non polar (lipofilik) adalah merupakan rantai alkil yang panjang, sementara bagian yang polar (hidrofilik) mengandung gugus hidroksil. Molekul surfaktan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber :www.wikipedia.org

Gambar 2.3 Molekul Surfaktan

2.5.2 Klasifikasi Surfaktan

Berdasarkan muatan ion pada gugus hidrofiliknya, surfaktan dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu surfaktan anionik, kationik, amfoterik dan nonionic.

a) Surfaktan Anionik

Surfaktan anionik bermuatan negatif pada bagian hidrofiliknya. Aplikasi utama dari surfaktan anionik yaitu untuk deterjensi, pembusaan dan emulsifier pada produk-

produk perawatan diri (*personal care product*), detergen dan sabun. Kelemahan surfaktan anionik adalah sensitif terhadap adanya mineral dan perubahan pH. Contoh surfaktan anionik, yaitu linier alkil benzen sulfonat, alkohol sulfat, alkohol eter sulfat, metil ester sulfonat (MES), fatty alkohol eter fosfat.

b) Surfaktan Kationik

Surfaktan kationik bermuatan positif pada bagian hidrofiliknya. Surfaktan kationik banyak digunakan sebagai bahan antikorosi, antistatik, *flotation collector*, pelunak kain, kondisioner, dan bakterisida. Kelemahan surfaktan jenis ini adalah tidak memiliki kemampuan deterjensi bila diformulasikan ke dalam larutan alkali. Contoh surfaktan kationik, yaitu fatty amina, fatty amidoamina, fatty diamina, fatty amina oksida, tertiar amina etoksilat, dimetil alkil amina dan dialkil metil amina.

c) Surfaktan Nonionik

Surfaktan nonionik tidak memiliki muatan, tetapi mengandung grup yang memiliki afinitas tinggi terhadap air yang disebabkan adanya interaksi kuat dipol-dipol yang timbul akibat ikatan hidrogen. Aplikasi surfaktan nonionik umumnya pada detergen untuk suhu rendah dan sebagai emulsifier. Keunggulan surfaktan ini adalah tidak terpengaruh oleh adanya air sadah dan perubahan pH. Contoh surfaktan nonionik adalah dietanolamida, alkohol etoksilat, sukrosa ester, fatty alkohol poliglikol eter, gliserol monostearat, sukrosa distearat, sorbitan monostearat, sorbitan monooleat, gliserol monooleat dan propilen glikol monostearat.

d) Surfaktan Amfoterik

Surfaktan amfoterik memiliki gugus positif dan negatif pada molekul yang sama sehingga rantai hidrofobik dikat oleh bagian hidrofilik yang mengandung gugus positif dan negatif. Surfaktan amfoterik sangat

dipengaruhi oleh perubahan pH, dimana pada pH rendah berubah menjadi surfaktan kationik dan pada pH tinggi akan berubah menjadi surfaktan anionik. Surfaktan jenis ini umumnya diaplikasikan pada produk sampo dan kosmetik. Contohnya adalah fosfatidilkolin (PC), fosfatidiletanolamina (PE), lesitin, asam aminokarboksilat dan alkil betain.

2.5.3 Karakteristik Surfaktan

a. Tegangan Permukaan

Tiap molekul dalam suatu zat cair bergerak dan selalu dipengaruhi oleh molekul tetangganya. Suatu molekul yang berada di tengah-tengah sejumlah zat cair mengalami gaya tarik-menarik molekul tetangganya yang hampir sama dalam semua jurusan. Molekul yang ada di permukaan zat cair tidak dikelilingi seluruhnya oleh molekul-molekul tetangganya dan hanya mengalami gaya tarik-menarik dari molekul-molekul disamping dan dibawahnya.

b. Tegangan Antarmuka

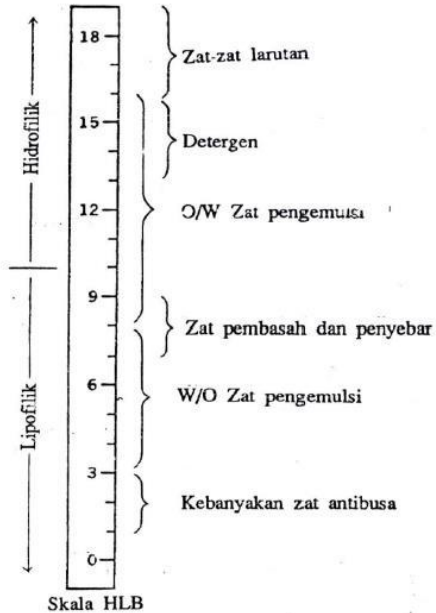
Tegangan antarmuka adalah gaya per satuan panjang yang terjadi pada antarmuka antara dua fase cair yang tidak dapat tercampur. Tegangan antar muka selalu lebih kecil dari tegangan muka, sebab gaya adhesive antara dua fase cair yang membentuk antarmuka lebih besar dari gaya adhesif antara fase cair dan fase gas yang membentuk antarmuka (Moecthar,1989).

c. Hydrophilic Lipophilic Balance (HLB)

HLB merupakan suatu parameter untuk mengkorelasikan secara kuantitatif struktur surfaktan dengan aktifitas permukaannya. Secara formal, harga HLB diberikan dalam kisaran skala 0-20. Semakin tinggi nilai HLB menunjukkan surfaktan makin bersifat hidrofilik sehingga lebih mudah larut dalam air dan pada umumnya digunakan sebagai bahan pelarut (*solubilizing agents*) yang baik, detergen, dan penstabil untuk emulsi

M/A. Sementara bila nilai HLB semakin rendah menunjukkan kelarutan dalam air yang rendah sehingga sering digunakan sebagai pelarut air dalam minyak dan penstabil emulsi A/M yang baik (Myers, 2006).

Skala HLB dapat ditunjukkan pada gambar 2.4 (Martin, 1993)



Gambar 2.4 Skala Fungsi Surfaktan Berdasarkan HLB

Secara teori harga HLB suatu bahan dapat dihitung berdasarkan gugus fungsi hidrofil, lipofil dan derivatnya, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penentuan Angka HLB (Davies, 1949)

Parameter	HLB
1. Angka grup hydrophilic	
-SO ₄ Na	35,7
-COOK	21,1
-COONa	19,1
-N (amin tersier)	9,4
Ester (cincin sorbitan)	6,3
Ester (free)	2,4
-COOH	2,1
-OH (free)	1,9
-O-	1,3
-OH (cincin sorbitan)	0,5

Tabel 2.1 Penentuan Angka HLB (Davies, 1949) (lanj.)

Parameter	HLB
2. Angka grup lipofilic	
-CF ₃	-0,870
-CF ₂ -	-0,870
-CH ₃	-0,475
-CH ₂ -	-0,475
-CH	-0,475

$$\text{HLB} = 7 + \Sigma (\text{angka gugus hidrofilik}) + \Sigma (\text{angka gugus lipofilik})$$

d. Kemampuan Pembusaan

Kebanyakan surfaktan dalam larutan dapat membentuk busa, baik diinginkan maupun tidak diinginkan dalam penggunaannya. Kestabilan busa diperoleh dari adanya zat pembusa (surfaktan). Zat pembusa ini teradsorpsi ke daerah antarfase dan mengikat gelembung-gelembung gas sehingga diperoleh suatu kestabilan (Ware *et al.*, 2007).

Kemampuan pembusaan surfaktan dipengaruhi oleh panjang rantai hidrokarbon. Dibandingkan dengan surfaktan anionik sebagai agen pembusa yang telah lama digunakan, surfaktan nonionik dianggap sebagai surfaktan yang memiliki kemampuan pembusaan yang lebih rendah.

e. *Critical Micelle Concentration*

- Micelle adalah kumpulan unit yang terdiri dari sejumlah molekul bahan aktif permukaan (*surface active material*).
- Micelle dapat melarutkan kotoran dan minyak dengan cara mengangkat kotoran tersebut dari permukaan dan mendispersikannya ke larutan.
- *Critical Micelle Concentration* adalah konsentrasi surfaktan dimana sejumlah *micelle* terbentuk dan mampu memisahkan kotoran.
- *Critical Micelle Concentration* untuk mengukur efisiensi surfaktan. Nilai *Critical Micelle Concentration* yang rendah menunjukkan bahwa makin sedikit surfaktan yang diperlukan untuk menjenuhkan permukaan dan membentuk *micelle*.
- Untuk mendapatkan kinerja pembersihan yang optimal, umumnya konsentrasi surfaktan yang digunakan adalah 1-5%.

Penambahan surfaktan dalam larutan akan menyebabkan turunnya tegangan permukaan larutan. Setelah mencapai konsentrasi tertentu, tegangan permukaan akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan. Bila surfaktan ditambahkan melebihi konsentrasi ini maka surfaktan mengagregasi membentuk misel. Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai. Setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan konstan yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh dan terbentuk misel yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya (Genaro, 1990).

2.6 Minyak Solar

Minyak solar adalah bahan bakar jenis distilat berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Minyak solar adalah campuran kompleks hidrokarbon $C_{15} - C_{20}$, yang mempunyai titik didih antara 260–315°C. Mutu minyak solar yang baik adalah bahwa minyak solar harus memenuhi batasan sifat – sifat yang tercantum pada spesifikasi dalam segala cuaca. Secara umum minyak solar adalah mudah teratomisasi menjadi *droplet* yang kecil, sehingga dapat segera menyala dan terbakar dengan sempurna sesuai dengan kondisi dalam ruang bakar mesin. Penggunaan minyak solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1.000 rpm), yang juga dapat dipergunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil, yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Minyak solar ini biasa disebut juga automotive diesel oil, *high speed diesel*.

Bahan bakar hidrokarbon yang diemulsi dengan air dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi pembakaran dan mereduksi emisi gas buang. Bahan bakar emulsi adalah droplet air yang sangat halus yang terdapat dalam minyak solar, menggunakan *additive* untuk menjaga pemisahan air dari emulsi (Sadler, 2003). Akibat adanya tegangan permukaan yang lebih besar pada minyak solar dibandingkan dengan tegangan permukaan pada air, maka air tidak akan larut di dalam minyak solar. Percampuran antara air dan minyak solar akan menimbulkan gejala permukaan yakni apabila ke dua permukaan saling berdekatan maka kulit elektron atom ke dua cairan tersebut menahan deformasi sehingga menghasilkan gaya tolak yang lebih besar bila jaraknya mengecil (Hartomo dan Widiatmoko, 1993).

Emulsifier dapat menurunkan tegangan permukaan air dan minyak solar, sehingga ke duanya dapat larut membentuk emulsi. Untuk menstabilkan tegangan permukaan antara solar-air serta untuk memperoleh bentuk campuran yang homogen digunakan pengemulsi yang berfungsi sebagai surfaktan. Dalam

penelitian ini akan digunakan Lesitin Soya dan Tween 80 sebagai bahan pengemulsi solar-air.

Lesitin dengan nama lain fosfatidilkolin, suatu fosfolipid yang merupakan komponen utama fraksi fosfatida yang dapat diisolasi dari kuning telur dan kacang kedelai, yang diekstrak secara mekanik maupun kimiawi menggunakan heksan. Lesitin secara komersial untuk keperluan pengemulsi, dan lesitin efektif memperendah tegangan interfasial antara minyak dan air, tetapi mampu menjaga kestabilan emulsi (Hartomo, 1993). Lesitin dapat dihasilkan dari bahan pangan hewani maupun nabati, tetapi lesitin dari nabati mempunyai sifat lebih baik dari lesitin hewani. Lesitin nabati, dalam hal ini lesitin dari kedelai mempunyai keunggulan lebih dibanding lesitin dari bahan lain (Anonymous, 2006). Lesitin banyak terdapat pada biji-bijian dan digunakan untuk jenis emulsi A/M. Sebagai emulsifier, lesitin soya memiliki nilai HLB 4 dan juga lesitin memiliki harga yang ekonomis.

Tween 80 memiliki nama lain polisorbat 80 dengan bentuk fisik berupa cairan kental, transparan, tidak berwarna, dan hampir tidak mempunyai rasa. Tween 80 mudah larut dalam air, yang memiliki kegunaan sebagai emulgator fase air. Tween 80 memiliki nilai HLB 15.

2.7 Air

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1bar) and temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

2.8 Penstabil CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

Menurut Khairani (2007), penstabil digunakan untuk menstabilkan (menghindari terjadinya pemisahan antara padatan dan cairan) atau mengentalkan hasil olahan. Beberapa bahan penstabil yang digunakan adalah gelatin, agar-agar, CMC, dan pektin. CMC banyak digunakan sebagai stabilizer dalam pembuatan salad dressing.

CMC adalah ester polimer selulosa yang larut dalam air dibuat dengan mereaksikan Natrium Monoklorasetat dengan selulosa basa (Fardiaz, 1987). CMC akan terdispersi dalam air, kemudian butir-butir CMC yang bersifat hidrofilik akan menyerap air dan terjadi pembengkakan air yang sebelumnya ada di luar granula dan bebas bergerak tidak dapat bergerak lagi dengan bebas sehingga keadaan larutan lebih mantap dan terjadi peningkatan viskositas. (Fennema, Karen and Lund 1996).

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu CMC mudah dihidrolisis menjadi gula-gula sederhana oleh enzim selulase dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh bakteri (Masfufatun, 2010).

2.9 Homogenizer

Homogenisasi merupakan proses mengubah dua cairan yang sifatnya *immisible* (tidak bercampur) menjadi sebuah emulsi. Homogenisasi di dalam teknologi pencampuran, emulsifikasi dan suspensi dikenal sebagai operasi yang pada dasarnya terdiri dari dua tahap yaitu pertama pengecilan ukuran droplet pada fase bagian dalam dan kedua yang merupakan tahap simultan pendistribusian droplet kedalam fase kontinu (Wirakartakusumah, 1992). Alat yang dirancang untuk melakukan proses emulsi disebut homogenizer.

Rotor-stator homogenizer bekerja pada tekanan yang lebih rendah sehingga membutuhkan energi yang lebih sedikit, bila partikel ingin lebih dikecilkan ukurannya, sejumlah energi tambahan tetap harus diberikan dari luar. Energi yang dibutuhkan

untuk memecah droplet atau partikel datang dari rotor yang juga memutar alat pengaduk (*disc*) (Wirakartakusumah, 1992).

Prinsip kerja homogenizer rotor stator adalah mengecilkan ukuran partikel emulsi dengan menggerus dan memotong partikel emulsi yang besar dengan rotor (bergerak) dan stator (diam) menjadi partikel yang lebih kecil. Menurut Tangsuphoom dan Coupland (2005) ukuran minimum droplet dalam emulsi yang dihasilkan oleh homogenizer tipe rotor stator $\pm 2\mu\text{m}$.

2.10 Disk Turbine

Proses pembuatan emulsi menggunakan *impeller* jenis *disk turbine*. *Disk turbine* dirancang khusus untuk membuat emulsi yang stabil. Bekerja dengan baik dalam proses yang membutuhkan suspensi padatan simultan. Dirancang untuk menangani viskositas rendah sampai sedang. *Disk turbine* memiliki kemampuan untuk membentuk aliran radial yang dapat menghasilkan proses dispersi. Dispersi dapat membuat *droplet size* besar menjadi *droplet size* yang lebih kecil. *Droplet size* kecil dapat membuat emulsi solar – air menjadi lebih stabil.

2.11 Penelitian Terdahulu

Myung-Geun Song (2002), melakukan uji stabilitas emulsi menggunakan cara rasio turbiditas. Rasio turbiditas yang digunakan pada Panjang gelombang 450 nm dan 850 nm. Slope dari rasio turbiditas ini yang digunakan untuk mengevaluasi apakah stabilitas emulsi. Dari hasil didapatkan bahwa rasio turbiditas menunjukkan teknik yang lebih simpel dan cepat untuk evaluasi stabilitas emulsi dan semakin linier slope yang dihasilkan maka emulsi tersebut yang lebih stabil.

Dianlin Wang dkk (2016), melakukan penelitian pembentukan emulsi *crude oil* dengan air. Pada penelitian ini pembuatan emulsi dilakukan dengan *magnetic stirrer* yang berkecepatan 150 rpm dengan waktu 30 menit dan kadar air 30%. Suhu yang digunakan 55°C, 100 °C, 150 °C, dan 180 °C. Analisa

stabilitas emulsi menggunakan *optical microscopy*, densitas, dan viskositas. Didapatkan hasil bahwa kenaikan suhu membuat emulsi yang dihasilkan lebih stabil dan air lebih mudah terdispersi. Selain itu viskositas emulsi W/O dipengaruhi oleh *droplet size* emulsi, semakin besar *droplet size* emulsi maka semakin besar nilai viskositas dari emulsi tersebut.

M. R. Noor El-Din (2017), pada penelitian ini menggunakan surfaktan Polyoxyethylene 20 sorbitan trioleat dan Span dengan kecepatan pengaduk 1450 rpm. Hasil yang didapatkan adalah stabilitas dari nanoemulsi dipengaruhi oleh nilai HLB dari emulsifier, konsentrasi emulsifier, konsentrasi air, dan waktu penyimpanan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dina dan Fenni (2018) dengan menggunakan surfaktan lecitin, tween 80, dan triton-x 100 dan pembuatan emulsi dilakukan pada tangka berpengaduk. Hasil yang didapatkan yaitu surfaktan yang paling cocok digunakan yaitu 45,5% lecitin – 54,5% tween 80 menggunakan CMC dan 76,6% lecitin – 23,4% triton-x tanpa CMC, dengan konsentrasi surfaktan 1% volume emulsi. Semakin besar kecepatan putar impeller bertambah maka kestabilan emulsi solar – air juga akan semakin bertambah, dengan kecepatan pengadukan 1900 rpm. Hasil ini penelitian ini akan kita digunakan dengan penambahan pengaruh untuk kadar air dan suhu.

BAB III

METODE PENELITIAN

Seperti dinyatakan pada bab sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mempejari pengaruh kadar air terhadap stabilitas emulsi minyak solar-air dalam emulsifikator tangki berpengaduk. Surfaktan yang digunakan berdasarkan pada nilai HLB (*Hydrophilic Lipophilic Balance*) sekitar 10, yang cocok untuk menghasilkan emulsi minyak solar air dengan menggunakan surfaktan campuran (*Lecitin - Tween 80*). Perbandingan jumlah minyak solar/air, konsentrasi surfaktan, dan penambahan bahan penstabil (*stabilizer*) CMC akan dipelajari pengaruhnya terhadap stabilitas emulsi yang dihasilkan.

Oleh karena itu, penelitian ini dikerjakan melalui beberapa tahapan yang terdiri dari tahap: persiapan, pemrosesan dan pengujian karakteristik emulsi minyak solar-air.

3.1 Bahan

- Pertamina dex
- Air (*aquabidest*)
- Surfaktan : *Lecitin* teknis
Tween 80 buatan Merck

3.1.1 Surfaktan yang Digunakan

Pemilihan surfaktan yang digunakan berdasarkan pada nilai HLB yang sesuai untuk emulsi minyak solar-air. Menurut Dina dkk (2017), surfaktan yang cocok untuk pembuatann emulsi minyak solar – air adalah yang mempunyai HLB=10 dengan mencampurkan surfaktan *lecitin* dan *tween 80*. Komposisi surfaktan yang digunakan adalah 45,5% *lecitin* – 54,5% *tween80*.

3.1.2 Pembuatan Larutan CMC (*Carboxymethyl cellulose*) 0,5%

Carboxymethyl Cellulose (CMC) berfungsi sebagai penambah kestabilan (*stabilizer*) emulsi minyak solar-air. Membuat larutan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 0,5% dari air dengan menggunakan *aquabidest* sebagai pelarut. Tahap pembuatan larutan CMC untuk 10% W/O dengan mencampurkan

CMC sebanyak 0,299 g dengan *aquabidest* 59,5 g. *Aquabidest* dan CMC diaduk selama ± 2 menit hingga campuran merata. Kemudian larutan CMC ini dapat digunakan pada proses selanjutnya.

3.2 Peralatan

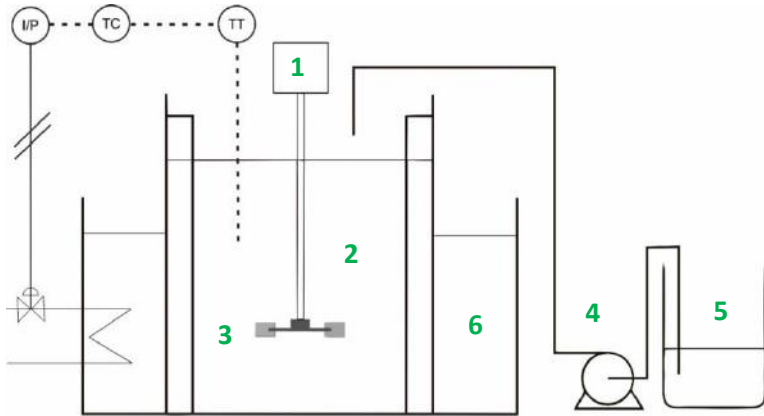
Alat-alat yang digunakan sebagai tempat emulsifikasi minyak solar-air dalam penelitian ini seperti ditunjukkan pada

Tabel 3.2 :

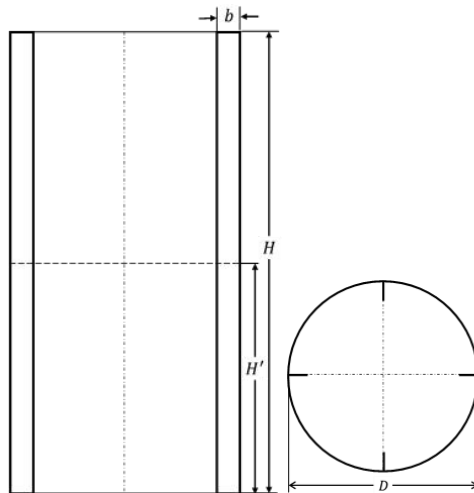
Tabel 3.1 Alat yang Digunakan

No	Nama alat	Fungsi	Spesifikasi
1	Tangki emulsifikasi	Sebagai tempat pemrosesan emulsi minyak solar-air	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: silinder - Diameter, $D=93$ mm - Tinggi $H=200$ mm - Baffle : lebar $b= 10$ mm, jumlah = 4 - Tinggi liquid, $H'=93$ mm
2	Impeller	Sebagai pengaduk	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : disk tubine - Diameter, $d=40$ mm - Jumlah daun = 6
3	<i>Peristaltic pump</i>	Untuk menambahkan air ke tangki emulsifikasi	Laju alir : 2 mL/menit

Sesuai dengan prosedur percobaan, susunan peralatan emulsifikasi minyak solar-air ditunjukkan pada **Gambar 3.1**. Skema geometri tangki emulsifikasi ditunjukkan pada **Gambar3.2**.



Gambar 3.1. Susunan Peralatan Proses Emulsifikasi
 1. Digital variable speed motor; 2. Tangki silinder bersekat;
 3. Impeller; 4. Pompa peristaltik; 5. Tangki air ;
 6. Waterbath



Gambar 3.2. Geometri dan dimensi tangki emulsifikasi

3.3 Prosedur Percobaan

3.3.1 Variabel Percobaan

- a. Surfaktan yang digunakan yaitu surfaktan 45,5% lecitin – 54,5% tween 80, menggunakan CMC 0,5% air
- b. Konsentrasi surfaktan 1 % terhadap volume emulsi.
- c. Penambahan pre-treatment .
- d. Kecepatan pengadukan 1900 rpm.
- e. Variasi penambahan air (*aquabidest*) 10, 20, 30, 40, dan 50% terhadap volume emulsi.
- f. Variasi suhu pengadukan 30⁰C, 40⁰C, 50⁰C, dan 60⁰C

Percobaan ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

1. Proses *Pre treatment*
2. Proses Emulsi

3.3.2 Proses *Pre treatment*

Proses *pre treatment* yaitu proses pengadukan bahan emulsi minyak solar-air menggunakan *mixer* sesuai variabel kecepatan yaitu 1900 rpm selama 15 menit dengan variable suhu operasi yang telah ditentukan. Tahap pengadukan pre-emulsi dilakukan dengan mencampurkan solar dan surfaktan tanpa penambahan air.

3.3.3 Proses Emulsi

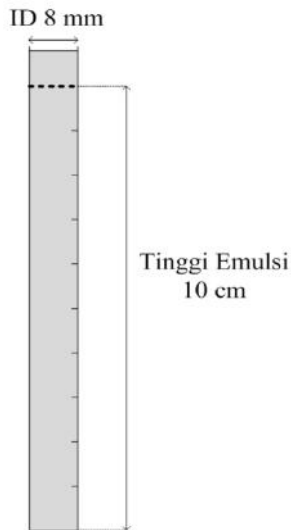
Proses emulsi yaitu proses pencampuran bahan emulsi minyak solar-air dengan bantuan surfaktan. Adapun langkah-langkah dalam proses emulsifikasi yaitu mencampurkan CMC terlebih dahulu dengan air (*aquabidest*) dan diaduk 2 menit hingga CMC larut dalam air. Kemudian air tersebut dicampurkan ke dalam minyak solar yang telah ditambah surfaktan sebelumnya dengan konsentrasi sesuai variabel sebanyak 600 mL ke dalam tangki emulsifikasi. Penambahan air dilakukan secara bertahap tetes demi tetes dengan kecepatan 2 ml/menit menggunakan *peristaltic pump*. Proses pengadukan menggunakan kecepatan 1900 rpm dan dengan suhu sesuai variable.. Setelah *pre treatment* dan penambahan air proses emulsifikasi tetap berlangsung selama 20 menit pengadukan. Kemudian dilanjutkan karakterisasi emulsi minyak solar-air.

3.4 Karakterisasi Emulsi Minyak Solar – Air

3.4.1 Stabilitas Emulsi Terhadap Fungsi Waktu

Pengamatan secara visual hasil emulsi minyak solar – air dilakukan seperti pengamatan warna emulsi, kekeruhan dan warna lapisan yang dihasilkan.

Lapisan / *interface* diukur menggunakan tabung uji stabilitas dengan diameter 8 mm dan tinggi tabung 10 cm seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4. Emulsi yang dihasilkan dimasukkan ke dalam tabung kemudian diamati lapisan / *interface* yang terbentuk pada setiap interval waktu. Ketinggian dari emulsi yang terbentuk diukur menggunakan penggaris kemudian dibandingkan dengan ketinggian total untuk mendapatkan jumlah (%) emulsi.



Gambar 3.3 Tabung Uji Stabilitas Emulsi

3.4.2 Densitas

Menguji berat jenis sampel yang dihasilkan menggunakan piknometer 10 mL dengan cara menimbang piknometer kosong, kemudian diisi emulsi minyak solar-air dan

menimbangnnya. Menghitung densitas dengan rumus :

$$\rho \text{ emulsi} = \frac{\text{Piknometer+isi} - \text{piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

3.4.3 Viskositas

Viskositas emulsi diukur menggunakan viskometer Ostwald, dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan oleh emulsi (cairan) tersebut untuk melewati antara 2 tanda ketika mengalir karena gravitasi. Waktu alir cairan yang diuji dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan bagi suatu zat yang viskositasnya sudah diketahui, dalam pengukuran ini menggunakan air suhu 30°C. Menghitung viskositas dengan persamaan :

$$\mu = \mu_0 \frac{t \text{ emulsi} \times \rho \text{ emulsi}}{t \text{ air} \times \rho \text{ air}}$$

3.4.4 Analisa Droplet Size

Droplet size diukur menggunakan alat *Dynamic light scattering (DLS) (Zeta sizer Nano-ZS, Malvern, UK)* di laboratorium zat padat Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

3.4.5 Analisa Rasio Turbiditas

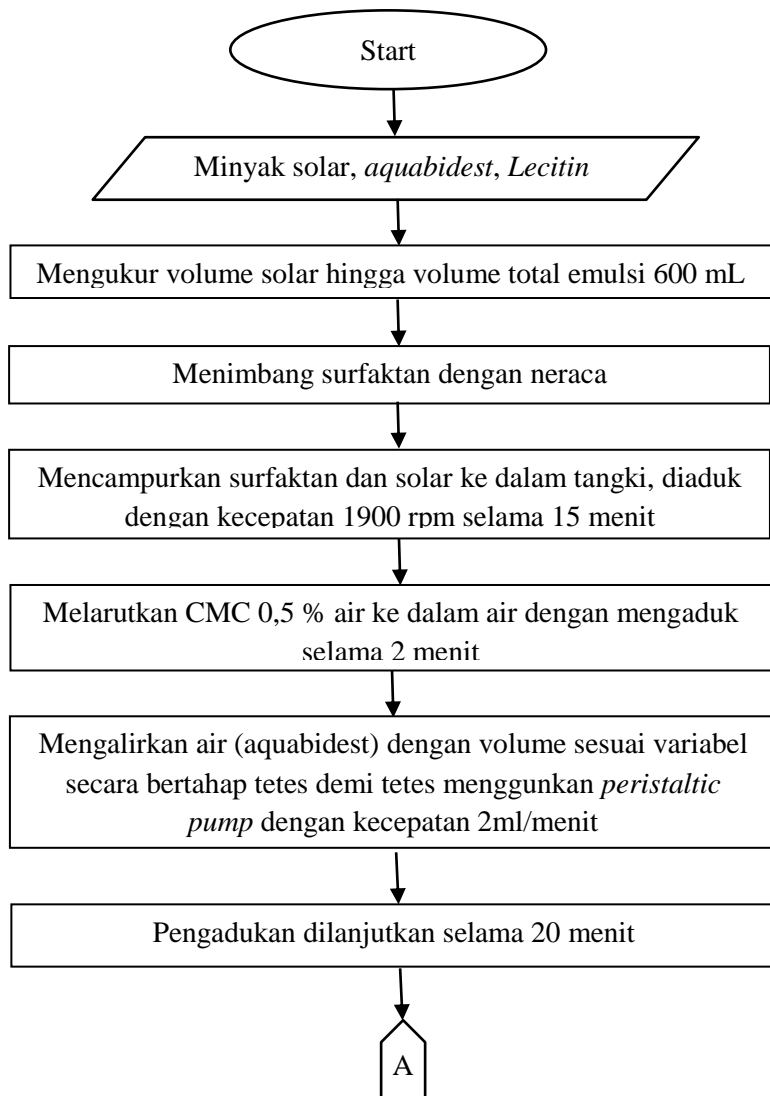
Analisa rasio turbiditas dilakukan dengan spektrofotometer uv-vis dengan panjang gelombang 450 nm dan 850 nm. Sebelum dilakukan perhitungan absorbansi, emulsi diencerkan sebanyak 5 kali dengan minyak parafin. Menghitung turbiditas dengan persamaan :

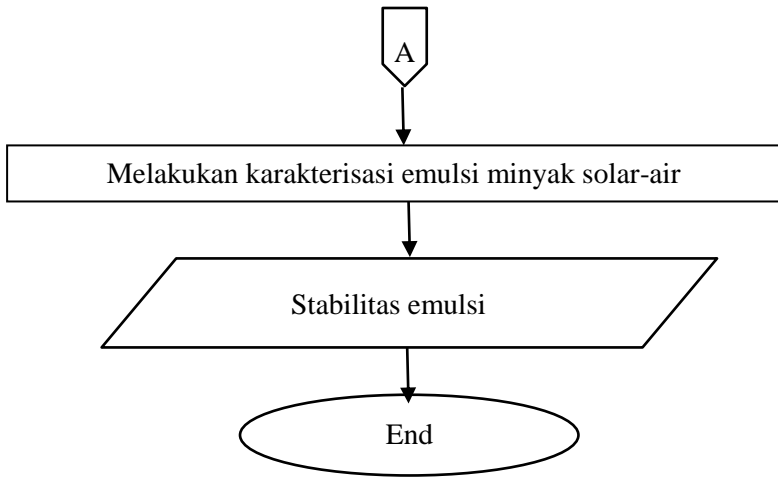
$$\tau = 2,303 \times (\text{absorbance})$$

(Song, 2002)

Rasio turbiditas didapatkan dari Panjang gelombang 450 nm berbanding 850 nm. Rasio turbiditas dibuat grafik berbanding waktu dan didapatkan slope. Slope dari rasio turbiditas ini yang akan digunakan untuk menentukan stabilitas emulsi.

3.5 Flow Chart





Gambar 3.4 *Flow Chart* Pembuatan Emulsi Minyak Solar – Air

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh kadar air untuk emulsi minyak solar-air dan membuat emulsi minyak solar air yang paling stabil. Variabel pada penelitian ini adalah kadar air yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan suhu operasi yaitu 30⁰C, 40⁰C, 50⁰C, 60⁰C. Untuk mendapatkan emulsi tersebut dilakukan 2 tahapan proses yaitu *pre-treatment* dengan mencampurkan solar dan surfaktan tanpa penambahan air selama 15 menit dengan kecepatan *impeller* 1900 rpm dan suhu operasi sesuai variabel, kemudian proses pembuatan emulsi yaitu menambahkan air sesuai variabel yang sudah ditambah CMC sebanyak 0,5% air sebelumnya ke dalam tangki berpengaduk dengan bantuan *peristaltic pump* dengan kecepatan 2 ml/menit sambil diaduk oleh *impeller* dengan kecepatan 1900 rpm dan suhu sesuai variabel. Proses emulsifikasi dilanjutkan selama 20 menit pengadukan setelah air telah habis ditambahkan semua ke dalam minyak solar, dengan kecepatan dan suhu yang konstan seperti sebelumnya. *Impeller* yang digunakan yaitu jenis *disk turbine*.

Bahan yang digunakan pada pembuatan emulsi minyak solar-air adalah Pertamina Dex produksi Pertamina yang memiliki *cetane number* (angka setana) sebesar 53 dengan kandungan sulfur di bawah 300 ppm. *Cetane number* ini menunjukkan kualitas bahan bakar untuk mesin diesel. Angka ini mempengaruhi proses pembakaran yang terjadi di mesin diesel. Semakin tinggi nilainya, semakin mudah proses pembakaran sehingga akan mengurangi beban mesin dan diesel akan semakin halus. Bahan ini dipilih karena memiliki *cetane number* yang sudah tinggi dan baik untuk mesin diesel.

Emulsi yang dibuat pada penelitian ini merupakan emulsi jenis air dalam minyak (A/M) atau dikenal dengan *w/o emulsion*. Emulsi ini dibuat dengan penambahan kadar air pada solar melalui proses emulsifikasi dengan menggunakan surfaktan dan CMC. Surfaktan yang cocok untuk pembuatan emulsi minyak

solar – air adalah yang mempunyai HLB=10 dengan mencampurkan surfaktan 45,5% *lecitin* dan 54,5% *tween80*. Sedangkan CMC yang dibutuhkan sebanyak 0,5% dari air. Air yang digunakan adalah *aquabidest*. Pada emulsi jenis ini, air (*water*) merupakan fase terdispersi (bagian dalam) sementara solar (*oil*) merupakan fase pendispersi (bagian luar). Emulsifikasi dapat terjadi karena penambahan emulgator (surfaktan) akan menurunkan dan menghilangkan tegangan permukaan yang terjadi pada bidang batas sehingga antara kedua zat cair tersebut akan mudah bercampur. Sementara itu emulgator yang memiliki sifat hidrofilik dan lipofilik akan diserap pada batas antara air dan minyak, sehingga terbentuk lapisan film yang akan membungkus partikel fase dispers. Dengan terbungkusnya partikel tersebut maka usaha antara partikel yang sejenis untuk bergabung menjadi terhalang. Lalu satu lapis minyak yang langsung berhubungan dengan permukaan air akan bermuatan sejenis, sedangkan lapisan berikutnya akan bermuatan yang berlawanan dengan lapisan didepannya. Maka tiap partikel air akan dilindungi oleh dua benteng lapisan listrik yang saling berlawanan. Benteng tersebut akan menolak setiap usaha dari partikel air yang akan menggandakan penggabungan menjadi satu molekul besar. Karena susunan listrik yang menyelubungi setiap partikel air mempunyai susunan yang sama. Dengan demikian antara sesama partikel akan tolak menolak dan stabilitas emulsi akan terbentuk. Bertambahnya kadar air menyebabkan air yang terdispersi ke dalam minyak lebih banyak.

Untuk mengetahui karakterisasi emulsi digunakan parameter sebagai berikut :

- a. Ketinggian emulsi serta jumlah (%) emulsi terhadap waktu
- b. Sifat fisik (densitas dan viskositas) terhadap waktu
- c. *Droplet size* emulsi
- d. Ratio turbiditas emulsi terhadap waktu

Berdasarkan variabel yang telah dilakukan, maka pembahasan hasil penelitian dibagi menjadi beberapa poin, yaitu :

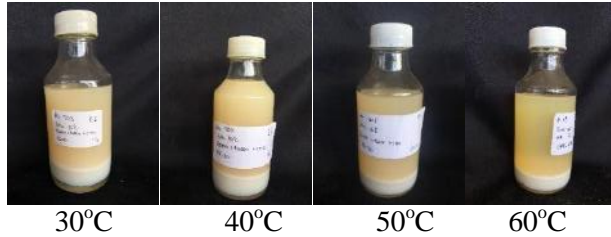
1. Pengaruh variasi suhu operasi terhadap kestabilan emulsi minyak solar-air
2. Pengaruh variasi komposisi air dan minyak solar terhadap kestabilan emulsi minyak solar-air
3. Perbandingan hasil emulsi minyak solar-air dengan penelitian terdahulu

4.1 Pengaruh Suhu Terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Solar – Air

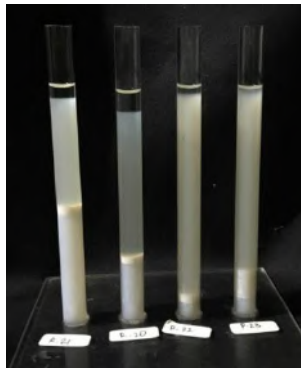
Dilakukan percobaan dengan variabel suhu yang beragam, dari hasil yang didapat diketahui bahwa suhu operasi yang digunakan mempengaruhi stabilitas emulsi minyak solar – air. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka stabilitas emulsi akan semakin meningkat. Untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap emulsi maka digunakan variabel suhu 30⁰C, 40⁰C, 50⁰C, 60⁰C. Pengaruh suhu yang digunakan untuk pembuatan emulsi ini dipelajari pada kandungan air sebesar 20% . Pembuatan emulsi solar-air ini menggunakan pengadukan dengan kecepatan putar seragam 1900 rpm, *impeller* jenis *disk turbine*, dengan penambahan 1% surfaktan dengan komposisi 45,5% *lecitin* - 54,5% *tween80*, dan CMC 0,5% air.

4.1.1 Hasil Analisa Ketinggian Emulsi dan Jumlah (%) Emulsi Minyak Solar – Air

Berdasarkan variabel yang diamati kemudian dilakukan pengamatan visual dari warna yang tampak pada emulsi minyak solar – air. Hasil pengamatan visual emulsi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Hasil Emulsi Dalam Berbagai Variabel Suhu Untuk Kadar Air 20%



Gambar 4.2 Hasil Emulsi Dalam Tabung Uji

Berdasarkan pengamatan visual emulsi yang terbentuk terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka hasil emulsi minyak solar – air memiliki warna kuning kecoklatan yang lebih jernih. Hasil emulsi dengan suhu 30⁰C terlihat memiliki warna yang lebih keruh dan pekat begitu juga untuk emulsi dengan suhu 40⁰C. Namun berbeda dengan hasil emulsi untuk suhu 50⁰C dan 60⁰C memiliki warna yang lebih jernih dan lebih menyerupai warna minyak solar. Hasil emulsi yang diinginkan adalah emulsi yang memiliki warna kuning kecoklatan jernih menyerupai warna asli dari minyak solar, dalam hal ini yang paling mendekati adalah hasil emulsi dengan suhu 60⁰C. Warna keruh yang terbentuk merupakan surfaktan yang belum sepenuhnya dapat mengikat dengan solar dan air sehingga menimbulkan warna keruh, sedangkan surfaktan yang telah

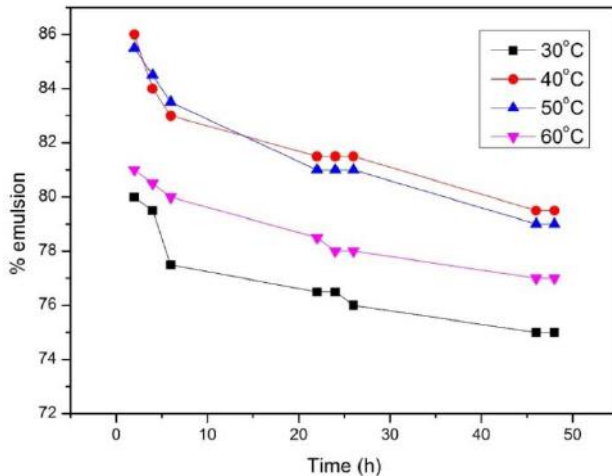
terikat dengan sempurna akan mengakibatkan warna emulsi yang bening.

Emulsi yang terbentuk dimasukan kedalam tabung uji dengan ketinggian 10 cm dan dilakukan pengamatan ketinggian lapisan emulsi terhadap waktu. Pengamatan secara visual yang dilakukan berupa pengukuran ketinggian dari lapisan yang terbentuk. Pada tabung uji terbentuk 3 lapisan yang memiliki warna yang berbeda, yaitu lapisan bawah berwarna putih kental, tengah berwarna kuning kecoklatan, dan atas berwarna jernih. Dari ketiga lapisan tersebut dapat diidentifikasi bahwa lapisan atas merupakan minyak solar, lapisan tengah merupakan emulsi yang masih terbentuk, dan lapisan paling bawah merupakan campuran dari air, sedikit minyak solar, dan surfaktan yang sudah terpisah. Ketinggian dari lapisan tengah dibandingkan dengan ketinggian total *fresh* emulsi dan didapat % emulsi yang terbentuk. Hasil pengamatan ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Ketinggian % Emulsi Menggunakan Tabung Uji Untuk Variabel Suhu dan Kadar Air 20%

waktu (jam)	% Emulsi			
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
0	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2	80,0%	86,0%	85,5%	81,0%
4	79,5%	84,0%	84,5%	80,5%
6	77,5%	83,0%	83,5%	80,0%
22	76,6%	81,5%	81,0%	78,5%
24	76,5%	81,5%	81,0%	78,0%
26	76,0%	81,5%	81,0%	78,0%
46	75,0%	79,5%	79,0%	77,0%
48	75,0%	79,5%	79,0%	77,0%

Dari pengamatan tersebut didapat jumlah (%) emulsi minyak solar – air yang telah dibuat grafik hubungan antara waktu selama 48 jam vs jumlah (%) emulsi minyak solar – air sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Waktu vs % Emulsi Minyak Solar – Air

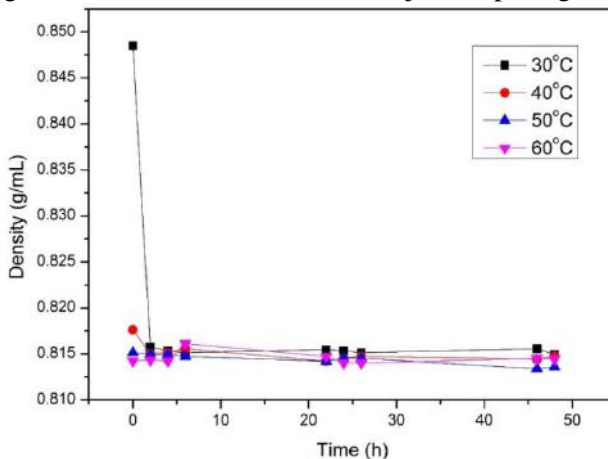
Pada **Gambar 4.3** Kestabilan emulsi berdasarkan grafik waktu vs % emulsi dilihat dari perubahan slope yang terbentuk, semakin kecil kemiringan mengartikan bahwa semakin sedikit perubahan ketinggian emulsi yang terbentuk. Perubahan ketinggian dari emulsi merupakan tanda bahwa emulsi mengalami demulsifikasi dimana solar akan naik menjadi lapisan atas dan air turun menjadi lapisan bawah karena densitasnya yang lebih berat, maka hal ini merupakan ketidak stabilan dari emulsi. Terlihat untuk suhu 30 °C memiliki % emulsi yang paling rendah dan tidak stabil karena mengalami penurunan % emulsi yang paling drastis dalam kurun waktu 48 jam. Untuk suhu 40°C dan 50 °C memiliki %emulsi yang tinggi namun dilihat dari kestabilannya, % emulsi memiliki perubahan yang sangat drastis. Hal ini menandakan emulsi tersebut tidak stabil, karena jika dibandingkan dengan variabel suhu lain emulsi untuk suhu 40°C dan 50 °C akan lebih cepat habis. Sedangkan variabel suhu 60°C memilki % emulsi yang rendah setelah variabel 30°C namun memiliki kestabilan paling tinggi karena perubahan % emulsi

tidak terlalu drastis seperti variabel 30°C , 40°C , dan 50°C . Maka emulsi dengan suhu 60°C akan bertahan dengan waktu yang lebih lama karena lebih stabil. Dalam hal ini menunjukkan bahwa hasil dengan suhu 60°C merupakan emulsi yang paling stabil.

4.1.2 Hasil Analisa Densitas dan Viskositas Emulsi Minyak Solar – Air

Densitas merupakan kerapatan suatu zat yang memiliki dimensi massa per satuan volume. Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi densitas adalah jenis zat, suhu, dan tekanan dari suatu zat yang akan diukur. Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu zat cair yang memiliki dimensi massa per panjang dan waktu. Faktor – faktor yang mempengaruhi viskositas adalah jenis zat, suhu, tekanan, berat jenis dan berat molekul dan kekuatan antar molekul.

Emulsi yang dihasilkan dimasukkan ke dalam piknometer 10 ml dan ditimbang pada neraca analitik, lalu membandingkan dengan densitas air sehingga didapat densitas dari emulsi. Hubungan antara waktu vs densitas ditunjukkan pada grafik:

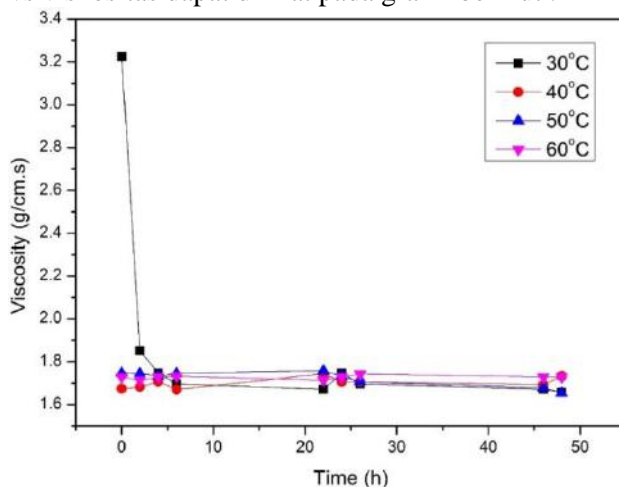


Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Waktu vs Densitas

Pengukuran densitas untuk semua variabel dilakukan pada kondisi suhu ruangan. Kestabilan emulsi dapat dilihat dari kemiringan grafik, semakin kecil slope yang dihasilkan maka

perubahan nilai densitas tidak terlalu signifikan. Nilai densitas yang stabil menandakan bahwa emulsi yang terbentuk tidak mengalami perubahan (demulsifikasi) dan memiliki bentuk droplet yang tetap, dapat dikatakan bahwa emulsi stabil. Berdasarkan **Gambar 4.4** terlihat bahwa variabel dengan suhu 30°C memiliki densitas awal yang paling tinggi kemudian setelah 2 jam nilai densitasnya menurun sedangkan untuk variabel suhu 40°C , 50°C , 60°C memiliki densitas yang lebih stabil dari 0 jam hingga 48 jam. Untuk semua variabel memiliki kemiringan yang tidak drastis saat 24 jam hingga 48 jam, namun terlihat bahwa dengan suhu 60°C memiliki grafik yang lebih lurus dibandingkan variabel lainnya. Hal ini menandakan hasil dengan suhu 60°C merupakan emulsi yang paling stabil.

Uji viskositas menggunakan viskometer Ostwald, dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan oleh emulsi untuk melewati antara 2 tanda ketika mengalir karena gravitasi. Waktu alir emulsi dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk air, dan didapatkan nilai viskositas emulsi. Hubungan antara waktu vs viskositas dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Waktu vs Viskositas

Kondisi suhu untuk pengukuran viskositas dilakukan sama seperti pengukuran densitas, menggunakan suhu ruangan. Jumlah *droplet* emulsi yang terbentuk dapat ditentukan dari nilai viskositas, semakin banyaknya *droplet* emulsi maka nilai viskositasnya juga akan semakin besar. Dari **Gambar 4.5** untuk variabel 30⁰C memiliki viskositas awal yang paling tinggi diantara variabel lainnya lalu turun saat 2 jam dan seterusnya. Sedangkan untuk variabel 40⁰C, 50⁰C, dan 60⁰C memiliki nilai viskositas yang tidak terlalu jauh dari viskositas saat 0 jam hingga 48 jam setelahnya. Sama seperti pengukuran densitas, stabilitas emulsi dilihat dari kemiringan grafik yang terbentuk, semakin kecil slope dari grafik maka semakin stabil emulsi yang terbentuk karena perubahan viskositas semakin kecil. Dengan stabilnya nilai viskositas maka *droplet size* yang terbentuk stabil, karena perubahan viskositas disebabkan oleh kecenderungan suatu partikel untuk memperkecil energi dengan bergabung dengan *droplet* lain yang lebih besar. Dari kedua kriteria tersebut, emulsi dengan suhu 60⁰C memiliki nilai viskositas yang paling besar dan memiliki grafik yang lebih stabil menunjukkan variabel 60⁰C menghasilkan emulsi yang paling stabil.

Dari **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5** dapat dilihat bahwa nilai densitas dan viskositas memiliki perubahan yang hampir serupa. Saat 0 jam pengamatan hingga 24 jam mengalami perubahan yang fluktuatif namun saat 24 jam hingga 48 jam berikutnya perubahan nilai sudah tidak terlalu drastis, hal ini menandakan bahwa emulsi yang terbentuk sudah mulai stabil. Dan terlihat untuk suhu 60⁰C memiliki tingkat kestabilan yang paling bagus.

4.1.3 Hasil Analisa *Droplet size* Emulsi Minyak Solar - Air

Dilakukan pengukuran *droplet size* untuk variabel air 10% dengan suhu 30⁰C dan suhu 60⁰C. Pengukuran *droplet size* dilakukan menggunakan *Dynamic light scattering (DLS)* berdasarkan % intensitas dari partikel. % Intensitas merupakan pengukuran rata-rata ukuran dari partikel yang paling banyak

terdistribusi. *Droplet size* untuk variabel air 10 % dengan suhu 30 °C dan 60 °C dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran *Droplet Size*

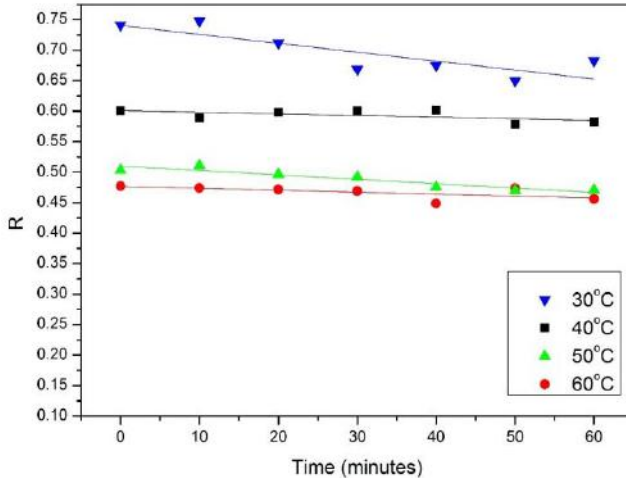
Variabel	<i>Droplet Size</i> (nm)
Air 10% dengan suhu 30 °C	3,365
Air 10% dengan suhu 60 °C	3,0172

Dari tabel diatas untuk variabel suhu 30 °C memiliki *droplet size* lebih besar dibandingkan *droplet size* dari emulsi minyak solar – air dengan suhu 60 °C. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suhu yang digunakan maka ukuran partikel dari emulsi akan semakin kecil. *Droplet size* yang lebih kecil akan lebih stabil dibanding emulsi dengan *droplet size* besar (Ushikubo, 2014), maka dengan suhu 60°C menghasilkan emulsi yang lebih stabil. Sehingga suhu yang tinggi merupakan cara terbaik untuk membuat emulsi minyak solar – air.

4.1.4 Hasil Analisa Rasio Turbiditas Emulsi Minyak Solar - Air

Kestabilan emulsi dapat ditinjau dari hasil rasio turbiditas namun dalam hal ini digunakan rasio absorbansi karena rasio turbiditas dan rasio absorbansi memiliki nilai yang sama (Song, 2002). Nilai turbiditas dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan dari emulsi. Dalam pengukuran rasio turbiditas yang digunakan adalah perbandingan nilai absorbansi untuk 2 panjang gelombang. Panjang gelombang yang digunakan yaitu λ 450 dengan λ 850. Dimana λ 850 memiliki kecenderungan untuk diserap oleh partikel berukuran besar, sedangkan λ 450 diserap oleh partikel yang lebih kecil. Dengan mengetahui perbandingan antara nilai absorbansi saat λ 850 dan λ 450, maka akan didapatkan rasio jumlah partikel besar dan partikel kecil. Pada pengamatan rasio turbiditas, emulsi diencerkan sebanyak 5 kali menggunakan *parafin oil* kemudian dibaca nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis selama 1 jam dengan interval waktu 10 menit. Digunakan *parafin oil* karena dengan penambahan *parafin oil* tidak akan merubah komposisi dari solar air karena *parafin oil* tidak akan bercampur dengan emulsi.

Pengenceran dibutuhkan untuk membuat jenuh droplet dari emulsi sehingga ukuran dari droplet tidak berubah saat uji absorbansi. Grafik hubungan antara waktu vs ratio absorbansi ditunjukkan pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Waktu vs Rasio Turbiditas

Kestabilan untuk rasio turbiditas dilihat dari kemiringan grafik yang terbentuk, karena semakin kecil slope dari grafik menandakan bahwa perubahan nilai rasio turbiditas yang kecil. Perubahan nilai rasio turbiditas yang kecil menunjukkan bahwa perubahan jumlah droplet besar dan droplet kecil tidak terlalu signifikan sehingga dapat dikatakan emulsi tersebut stabil. Nilai rasio kecil menunjukkan jumlah partikel kecil lebih banyak dibanding partikel yang besar. Pada **Gambar 4.6** terlihat grafik yang memiliki kemiringan paling kecil adalah emulsi dengan suhu 60°C menandakan bahwa emulsi tersebut memiliki kestabilan yang paling bagus. Berbeda dengan hasil emulsi suhu 30°C yang memiliki grafik dengan slope kemiringan terbesar karena mengalami perubahan rasio turbiditas yang besar. Nilai rasio terendah dimiliki oleh grafik variabel suhu 60°C, maka pada variabel ini memiliki selisih droplet size kecil lebih besar. Pada

pengamatan rasio turbiditas hasil terbaik adalah dengan suhu 60⁰C.

Dari semua uji karakteristik kestabilan emulsi menunjukkan hasil yang sama yaitu dengan suhu operasi 60⁰C menghasilkan emulsi yang lebih stabil pada nilai densitas, viskositas, % emulsi, dan rasio turbiditas karena perubahannya yang tidak signifikan, memiliki warna yang lebih menyerupai warna asli dari minyak solar, serta sesuai dengan *droplet size* yang dimiliki semakin kecil membuat emulsi semakin stabil.

4.2 Pengaruh Komposisi Air dan Minyak Solar Terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Solar – Air

Dilakukan percobaan dengan variabel kadar air yang beragam, dari hasil yang didapat diketahui bahwa kadar air mempengaruhi stabilitas emulsi minyak solar – air. Untuk mempelajari pengaruh kadar air terhadap emulsi maka digunakan variabel kadar air sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Semakin banyak air yang digunakan maka stabilitas emulsi akan semakin menurun. Pengaruh kadar air yang digunakan untuk pembuatan emulsi ini dipelajari pada suhu 30⁰C . Pembuatan emulsi solar-air ini menggunakan pengadukan dengan kecepatan putar seragam 1900 rpm, *impeller* jenis *disk turbine*, dengan penambahan 1% surfaktan dengan komposisi 45,5% *lecitin* - 54,5% *tween80*, dan CMC 0,5% air.

4.2.1 Hasil Analisa Ketinggian Emulsi dan Jumlah (%) Emulsi Minyak Solar – Air

Berdasarkan variabel yang diamati kemudian dilakukan pengamatan visual dari warna yang tampak pada emulsi minyak solar – air. Hasil pengamatan visual emulsi ditunjukkan pada **Gambar 4.7** berikut :



Gambar 4.7 Hasil Emulsi Dalam Berbagai Variabel Kadar Air untuk Suhu 30°C

Berdasarkan pengamatan visual emulsi yang terbentuk terlihat bahwa pada setiap variabel jumlah kadar air yang digunakan memiliki hasil emulsi minyak solar – air yang berwarna kuning keruh. Lapisan bawah atau endapan yang terbentuk akan semakin banyak jika kadar air yang digunakan juga semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air menyebabkan semakin tidak stabilnya emulsi yang terbentuk. Hasil emulsi dengan kadar air 50% terlihat memiliki endapan yang paling banyak, karena banyaknya jumlah air yang sudah terpisah. Untuk hasil emulsi dengan kadar air 10% memiliki endapan yang paling sedikit, karena emulsi yang terbentuk masih banyak dan air yang terpisah hanya sedikit.

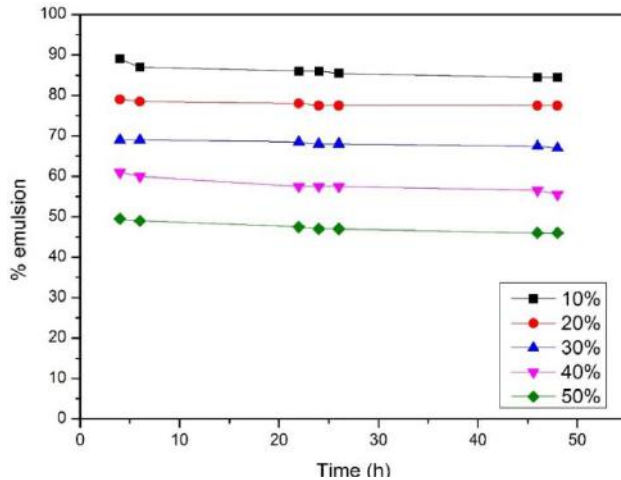
Emulsi yang terbentuk dimasukkan kedalam tabung uji dengan ketinggian 10 cm dan dilakukan pengamatan. Pengamatan dilakukan dengan pengukuran ketinggian dari lapisan yang terbentuk. Pada tabung uji terbentuk 3 lapisan yang memiliki warna yang berbeda, yaitu lapisan bawah berwarna putih kental, tengah berwarna kuning kecoklatan, dan atas berwarna jernih. Dari ketiga lapisan tersebut dapat diidentifikasi bahwa lapisan

atas merupakan minyak solar, lapisan tengah merupakan emulsi yang masih terbentuk, dan lapisan paling bawah merupakan campuran dari air, sedikit minyak solar, dan surfaktan yang sudah terpisah. Ketinggian dari lapisan tengah dibandingkan dengan ketinggian total *fresh* emulsi dan didapat % emulsi yang terbentuk. Hasil pengamatan ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Ketinggian % Emulsi Menggunakan Tabung Uji untuk Variabel Kadar dan suhu 30°C

waktu (jam)	% Emulsi				
	10%	20%	30%	40%	50%
0	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2	89,5%	80,0%	70,5%	61,5%	49,0%
4	89,0%	79,0%	69,0%	61,0%	49,5%
6	87,0%	78,5%	69,0%	60,0%	49,0%
22	86,0%	78,0%	68,5%	57,5%	47,5%
24	86,0%	77,5%	68,0%	57,5%	47,0%
26	85,5%	77,5%	68,0%	57,5%	47,0%
46	84,5%	77,5%	67,5%	56,5%	46,0%
48	84,5%	77,5%	67,0%	55,5%	46,0%

Dari pengamatan tersebut didapat jumlah (%) emulsi minyak solar – air yang telah dibuat grafik hubungan antara waktu selama 48 jam vs jumlah (%) emulsi minyak solar – air sebagai berikut :



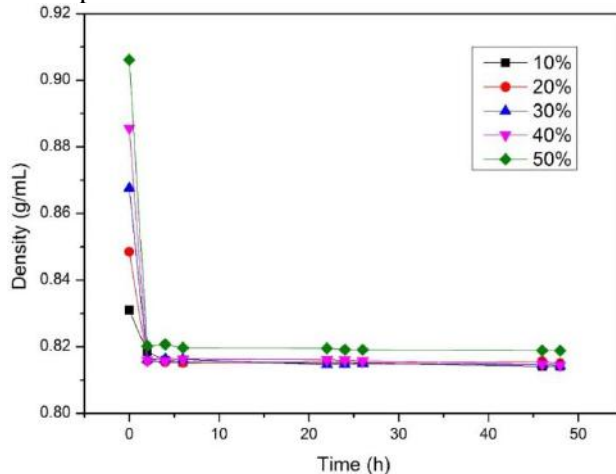
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Waktu vs % Emulsi Minyak Solar – Air

Kestabilan emulsi berdasarkan grafik waktu vs % emulsi dilihat dari perubahan slope yang terbentuk, semakin kecil kemiringan mengartikan bahwa semakin sedikit perubahan ketinggian emulsi yang terbentuk. Perubahan ketinggian dari emulsi merupakan tanda bahwa emulsi mengalami demulsifikasi dimana solar akan naik menjadi lapisan atas dan air turun menjadi lapisan bawah karena densitasnya yang lebih berat, maka hal ini merupakan ketidak stabilan dari emulsi. Dari **Gambar 4.8** terlihat bahwa semakin besar kadar air yang digunakan maka % emulsi yang terbentuk semakin rendah. Namun untuk kestabilan dari masing-masing emulsi sudah mulai stabil ketika memasuki waktu 24 jam hingga 48 jam karena penurunan dari % emulsi tidak terlalu signifikan. Hasil %emulsi yang terbentuk paling bagus saat menggunakan kadar air 10% karena lapisan tengah atau emulsi yang terbentuk paling banyak dibandingkan % emulsi dengan kadar air 20%,30%,40%, dan 50%. Dilihat dari kemiringan grafik yang terbentuk, emulsi dengan kadar air juga 10% memiliki kemiringan yang paling kecil menandakan bahwa emulsi yang dihasilkan paling stabil dengan kecilnya perubahan ketinggian

emulsi. Dari pengamatan yang dilakukan didapatkan emulsi dengan kadar air 10% memiliki hasil emulsi yang paling bagus.

4.2.2 Hasil Analisa Densitas dan Viskositas Emulsi Minyak Solar – Air

Dilakukan pengamatan untuk nilai densitas dan viskositas selama 48 jam. Emulsi yang dihasilkan dimasukkan ke dalam piknometer 10 ml dan ditimbang pada neraca analitik, lalu membandingkan dengan densitas air sehingga didapat densitas dari emulsi. Grafik hubungan antara waktu vs densitas ditunjukkan pada **Grafik 4.6** di bawah ini :

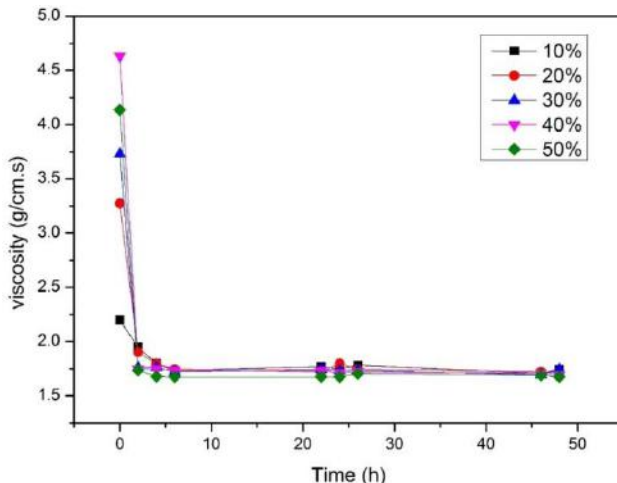


Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Waktu vs Densitas

Pengukuran densitas untuk semua variabel dilakukan pada kondisi suhu ruangan. Kestabilan emulsi dapat dilihat dari kemiringan grafik, semakin kecil slope yang dihasilkan maka perubahan nilai densitas tidak terlalu signifikan. Nilai densitas yang stabil menandakan bahwa emulsi yang terbentuk tidak mengalami perubahan (demulsifikasi) dan memiliki bentuk droplet yang tetap, dapat dikatakan bahwa emulsi stabil. Berdasarkan **Gambar 4.9** terlihat bahwa variabel dengan kadar air 50% memiliki nilai densitas yang paling tinggi karena emulsi yang terbentuk memiliki jumlah air yang paling tinggi, hal

ini menunjukkan emulsi masih mengandung air atau dalam kata lain air tidak banyak yang terpisah dari emulsi. Sedangkan kadar air 10% memiliki nilai densitas awal yang paling kecil. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan kadar air menyebabkan nilai densitas semakin besar saat diawal. Kemudian densitasnya akan turun dan nilainya stabil. Terlihat pada grafik bahwa untuk semua variabel memiliki kemiringan yang tidak signifikan menandakan nilai densitasnya tidak terlalu berubah. Untuk Kestabilan nilai densitas pada jam ke 2 hingga 48 menunjukkan bahwa emulsi yang terbentuk masih stabil.

Viskositas diukur menggunakan viskometer Ostwald, dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan oleh emulsi untuk melewati antara 2 tanda ketika mengalir karena gravitasi. Waktu alir emulsi dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk air, dan didapatkan nilai viskositas emulsi. Grafik hubungan antara waktu vs viskositas ditunjukkan pada **Gambar 4.10** di bawah ini :



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Waktu vs Viskositas

Kondisi suhu untuk pengukuran viskositas dilakukan sama seperti pengukuran densitas, menggunakan suhu ruang. Stabilitas emulsi dilihat dari kemiringan grafik yang terbentuk,

semakin kecil slope dari grafik maka semakin stabil emulsi yang terbentuk karena perubahan viskositas semakin kecil. Dengan stabilnya nilai viskositas maka droplet size yang terbentuk stabil, karena perubahan viskositas disebabkan oleh kecenderungan suatu partikel untuk memperkecil energi dengan bergabung dengan droplet lain yang lebih besar. Jumlah *droplet* emulsi yang terbentuk juga dapat ditentukan dari nilai viskositas, semakin banyaknya *droplet* emulsi maka nilai viskositasnya juga akan semakin besar. Namun untuk pengaruh variabel kadar air, viskositas juga dipengaruhi oleh banyaknya kadar air. Dari **Gambar 4.10**, untuk variabel 50% memiliki viskositas awal yang paling tinggi diantara variabel lainnya lalu turun saat 2 jam dan seterusnya. Viskositas yang tinggi disebabkan oleh kadar air yang tinggi, karena emulsi akan semakin kental dengan penambahan kadar air. Terlihat pada grafik bahwa emulsi mencapai kestabilannya saat waktu 24 jam hingga 48 jam, terlihat dengan perubahan nilai viskositas yang tidak terlalu signifikan. Dari nilai slope tiap grafik, kadar air 10% memiliki nilai slope kemiringan yang paling kecil menandakan memiliki tingkat kestabilan paling bagus, dan saat 0 jam memiliki nilai viskositas paling kecil menandakan bahwa *droplet size* yang dimiliki juga kecil.

Dari **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10** dapat dilihat bahwa nilai densitas dan viskositas memiliki perubahan yang hampir serupa. Saat 0 jam pengamatan hingga 24 jam mengalami perubahan yang fluktuatif namun saat 24 jam hingga 48 jam berikutnya perubahan nilai sudah tidak terlalu signifikan, hal ini menandakan bahwa emulsi yang terbentuk sudah mulai stabil. Dan terlihat untuk kadar air 10% memiliki tingkat kestabilan yang paling bagus. Dilihat dari perubahan nilai densitas dan viskositas, untuk kadar air 50 % masih dapat dikatakan stabil karena nilai densitas dan viskositasnya tidak mengalami banyak perubahan.

4.2.4 Hasil Analisa *Droplet size* Emulsi Minyak Solar - Air

Dilakukan pengukuran *droplet size* untuk variabel air 10% dengan suhu 30 °C dan air 40% dengan suhu 30 °C

menggunakan *Dynamic light scattering (DLS)*. *Droplet size* untuk variabel air 10 % dengan suhu 30 °C dan air 40% dengan suhu 30 °C dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

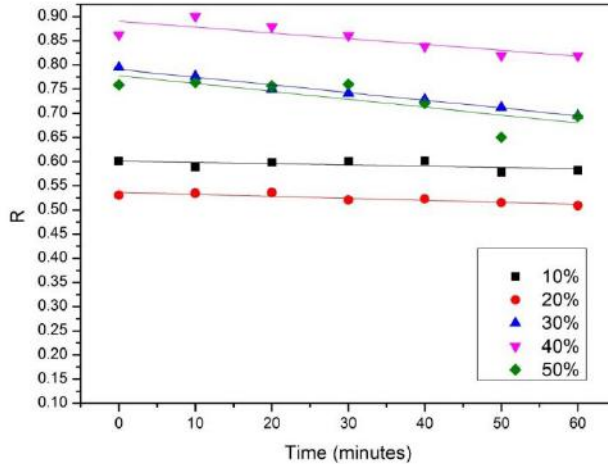
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran *Droplet Size*

Variabel	<i>Droplet Size</i> (nm)
Air 10% dengan suhu 30 °C	3,365
Air 40% dengan suhu 30 °C	4,0828

Dari tabel diatas untuk variabel kadar air 40% memiliki *droplet size* lebih besar dibandingkan *droplet size* dari emulsi minyak solar – air dengan kadar air 10%. Hal ini menunjukkan semakin banyak kadar air yang digunakan maka ukuran partikel dari emulsi akan semakin besar. Suatu emulsi dikatakan stabil jika *droplet size* yang dimiliki kecil, maka dengan kadar air 10% memiliki kestabilan yang lebih tinggi dibanding dengan kadar air 40%.

4.2.3 Hasil Analisa Ratio Turbiditas Emulsi Minyak Solar - Air

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, rasio turbiditas dapat menunjukkan kestabilan emulsi. Dimana rasio turbiditas memiliki nilai yang sama dengan rasio absorbansi. Pada pengamatan rasio turbiditas, emulsi diencerkan sebanyak 5 kali menggunakan *parafin oil* kemudian dibaca nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis selama 1 jam dengan interval waktu 10 menit. Grafik hubungan antara waktu vs rasio absorbansi ditunjukkan pada grafik di bawah ini :



Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara Waktu vs Rasio Turbiditas

Kestabilan untuk rasio turbiditas dilihat dari kemiringan grafik yang terbentuk, karena semakin kecil slope dari grafik menandakan bahwa perubahan nilai rasio turbiditas yang kecil. Perubahan nilai rasio turbiditas yang kecil menunjukkan bahwa perubahan jumlah droplet besar dan droplet kecil tidak terlalu signifikan sehingga dapat dikatakan emulsi tersebut stabil. Nilai rasio kecil menunjukkan jumlah partikel kecil lebih banyak dibanding partikel yang besar. Dari **Gambar 4.11** dapat dilihat grafik terendah yaitu saat kadar air 20% hal ini menandakan bahwa pada kadar air 20% memiliki selisih droplet size kecil yang terbanyak. Selanjutnya rasio terkecil kedua yaitu saat 10%, pada kadar air ini memiliki jumlah droplet size kecil yang juga banyak. Namun dilihat dari segi kestabilannya saat kadar air 10% grafik yang terbentuk memiliki kemiringan / slope yang paling kecil dibanding kadar air 20%. Slope kecil menunjukkan kestabilan dari perbandingan jumlah partikel besar dan kecil lebih stabil. Sedangkan untuk kadar air 30%, 40%, dan 50% memiliki grafik yang miring menandakan perubahan dari jumlah partikel besar dan kecil lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan semakin banyak kadar air maka kestabilan emulsinya semakin rendah.

Dari pengamatan rasio turbiditas hasil yang menunjukkan kestabilan paling optimal adalah emulsi dengan kadar air 10%.

Dari semua uji karakteristik kestabilan emulsi menunjukkan hasil yang sama yaitu dengan suhu operasi 10% memiliki warna yang lebih menyerupai warna asli dari minyak solar, menghasilkan emulsi yang lebih stabil pada nilai densitas, viskositas, % emulsi, dan rasio turbiditas karena perubahannya yang tidak signifikan, serta sesuai dengan *droplet size* yang dimiliki semakin kecil membuat emulsi semakin stabil. Namun dengan kadar air 20%, 30%, 40%, 50% emulsi yang dihasilkan masih stabil terlihat dari perubahan densitas, viskositas, dan % emulsi yang tidak terlalu signifikan.





4.3 Perbandingan Hasil Emulsi Minyak Solar – Air dengan Penelitian Terdahulu



Pada Penelitian sebelumnya didapatkan hasil emulsi minyak solar air yang paling stabil dengan komposisi air sebanyak 5%, surfaktan 1% berupa campuran 45,5% *lecitin* – 54,5% *tween 80*, menggunakan CMC 0,5% air yang dilarutkan pada air, dan kecepatan putar impeller sebesar 1900 rpm, serta dilakukan proses sonikasi.

Visualisasi pada hasil emulsi minyak solar – air penelitian sebelumnya masih berwarna putih susu, sedangkan yang diinginkan adalah emulsi minyak solar air yang mempunyai visualisasi seperti solar pada umumnya yaitu kuning bening. Sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil yang lebih bening dengan dengan komposisi air sebanyak 10%, surfaktan 1% berupa campuran 45,5% *lecitin* – 54,5% *tween 80*, menggunakan CMC 0,5% air yang dilarutkan pada air, kecepatan putar impeller sebesar 1900 rpm, dan suhu operasi 60⁰C tanpa dilakukan proses sonikasi . Variabel ini merupakan hasil emulsi terbaik karena lapisan bawah yang terbentuk paling sedikit dibanding jika menggunakan kadar diatas 10% dan warna emulsi yang terbentuk paling jernih dibanding jika menggunakan suhu selain 60⁰C.

Berikut perbandingan bentuk visual emulsi minyak solar – air yang terbentuk dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

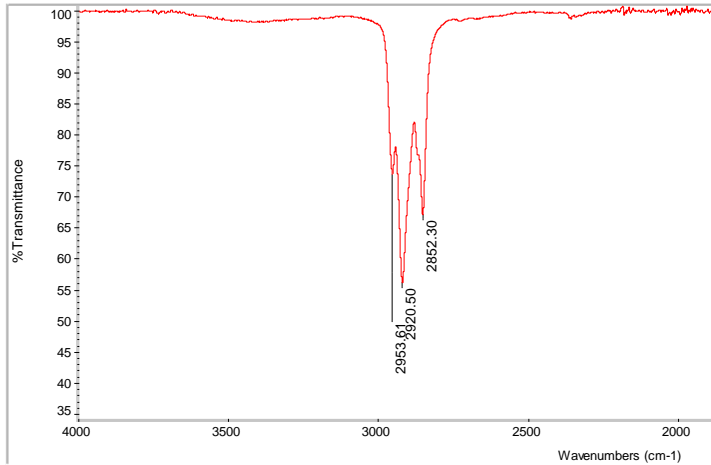
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pengamatan Visual Emulsi Minyak Solar – Air dengan Penelitian Terdahulu

Waktu	Air 5% ; CMC 0,5% ; Surfaktan 1% ; 1900 rpm ; Sonikasi	Air 10% ; CMC 0,5% ; Surfaktan 1% ; 1900 rpm ; Tanpa sonikasi
0 jam Setelah pengadukan		
	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi putih keruh • Belum terbentuk lapisan 	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi putih kekuningan dan tidak keruh • Belum terbentuk lapisan.
30 menit setelah pengadukan		
	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi tetap putih keruh • Mulai terbentuknya lapisan bawah seperti endapan berwarna putih kental 	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi berubah kuning bening mirip seperti warna asli minyak solar • Mulai terbentuk lapisan bawah seperti endapan

		berwarna putih kental
		
24 jam setelah pengadukan	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi tetap putih keruh namun lebih pudar • lapisan bawah berwarna putih yang terbentuk semakin banyak • Mulai terbentuk lapisan berwarna bening pada bagian paling atas 	<ul style="list-style-type: none"> • Warna emulsi tetap kuning bening • Lapisan bawah yang terbentuk semakin banyak • Belum terbentuk lapisan atas

Hasil emulsi minyak solar – air untuk komposisi Air 10%, CMC 0,5% , Surfaktan 1% dengan kecepatan putar impeller 1900 rpm dan tanpa proses sonikasi dilakukan uji FTIR untuk membuktikan bahwa lapisan yang terbentuk emulsi minyak solar – air. Hasil dari uji FTIR adalah sebagai berikut :

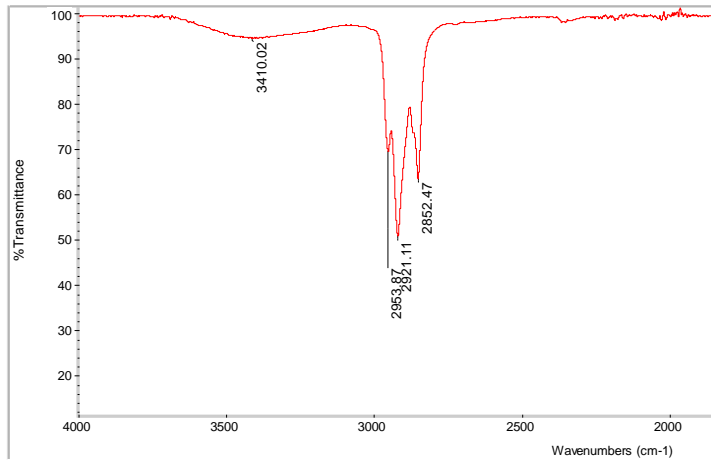
Title: Atas



Gambar 4.12 Hasil Uji FTIR Lapisan Atas

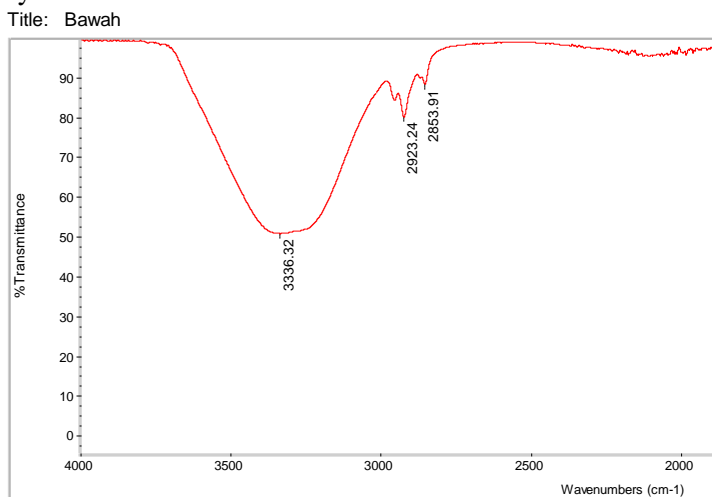
Berdasarkan hasil uji FTIR untuk lapisan atas hasilnya menunjukkan lapisan tersebut memiliki kesamaan dengan minyak solar. Ditunjukkan dengan lembah berada pada panjang gelombang 2953,61 ; 2920,50 ; dan 2852,30 yang merupakan ikatan C-H.

Title: Tengah



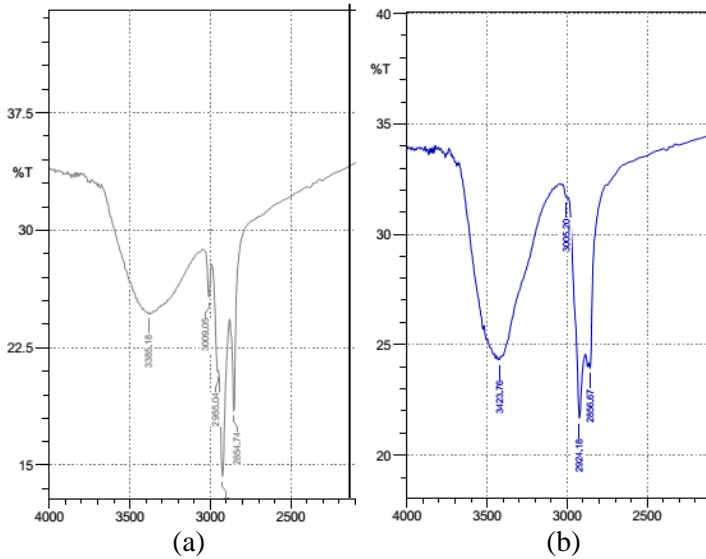
Gambar 4.13 Hasil Uji FTIR Lapisan Tengah

Pada lapisan tengah terdapat lembah pada panjang gelombang 2953,87 ; 2921,11 ; 2852,47 yang artinya terdapat ikatan C-H dan lembah pada panjang gelombang 3410,02 yang artinya terdapat ikatan O-H. Meskipun lembah pada panjang gelombang 3410,02 hanya sedikit dikarenakan komposisi air yang digunakan sedikit yaitu 10 %. Ikatan C-H dan O-H dapat diartikan bahwa dalam lapisan tengah tersebut terdapat emulsi minyak solar – air.



Gambar 4.14 Hasil Uji FTIR Lapisan Bawah

Grafik hasil uji FTIR lapisan bawah menunjukkan adanya lembah pada panjang gelombang 3336,32 yang menunjukkan bahwa adanya ikatan O-H , sementara terdapat sedikit lembah pada panjang gelombang 2923,24 ; 2853,91 menunjukkan adanya ikatan C-H. Dari kedua ikatan tersebut menunjukkan pada lapisan bawah mengandung air dan sedikit minyak solar.



Gambar 4.15 Hasil Uji FTIR (a) *Lecitin* dan (b) Tween 80

Hasil uji FTIR untuk surfaktan *lecitin* dan tween 80 menunjukkan adanya ikatan O-H dan ikatan C-H. Pada **Gambar 4.14** menunjukkan adanya ikatan C-H, ikatan C-H ini dikarenakan adanya surfaktan yang sudah tidak mengikat emulsi minyak solar-air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Semakin banyak penambahan kadar air maka kestabilan emulsi minyak solar – air akan semakin menurun. Dalam penelitian ini hasil yang memberikan kestabilan emulsi paling optimal yaitu pada penambahan air sebanyak 10%. Namun penambahan air hingga 50% masih memberikan hasil emulsi minyak solar – air yang stabil.
2. Penggunaan suhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan memiliki dampak positif terhadap kestabilan emulsi minyak solar – air. Semakin tinggi suhu maka kestabilan emulsi akan semakin meningkat. Emulsi yang paling stabil yaitu dengan suhu operasi 60⁰C.
3. Kondisi optimum yang digunakan sehingga menghasilkan hasil yang paling stabil yaitu dengan kadar air 10% dan suhu 60⁰C

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dalam emusifikasi solar air, kami menyarankan untuk penelitian selanjutnya:

1. Mencoba menggunakan jenis surfaktan yang lain.
2. Melakukan percobaan dengan variasi penambahan air lainnya.
3. Melakukan percobaan untuk mencari suhu optimum yang harus digunakan percobaan dengan variasi penambahan air lainnya.
4. Melakukan uji hasil emulsi solar-air pada mesin diesel.
5. Mengamati kestabilan emulsi dalam waktu yang lebih lama

6. Melakukan percobaan untuk menentukan komposisi terbaik surfaktan dan CMC untuk tiap kadar air yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, Dina dkk.(2017). *Pengaruh Kecepatan Impeller Terhadap Emulsi Minyak Solar-Air Dalam Tangki Berpengaduk*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Anief. 2000. *Ilmu Meracik Obat, Teori dan Praktek*. Jogakarta : Gadjah Mada University press.
- Arismunandar, W. dan Tsuda , K. 2002. *Motor Diesel Putara Tinggi*. Jakarta: PT Pradya Padamita.
- Badran, O., Emeish, S., Abu-Zaid, M., Abu-Rahma, T., Al-Hasan, M., & Al-Ragheb, M. (2010). Impact of Emulsified Water/Diesel Mixture on Engine Performance and Environment. *International Journal of Thermal and Environmental Engineering*, 3(1), 1–7.
- Eng, P., & Scarpete, D. (2013). Diesel-water emulsion, an alternative fuel to reduce diesel engine emissions. A review. *Machines, Technologies, Materials*, (7), 7–10.
- Ghannam, M. T., & Selim, M. Y. E. (2009). Stability behavior of water-in-diesel fuel emulsion. *Petroleum Science and Technology*, 27(4), 396–411.
- Hartomo, A., dan Widiatmoko, M.C.. 1993. *Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin*. Yogyakarta : Andi Offset, Cetakan Pertama.
- Lund, W., 1994. *The Pharmaceutical Codex Principles and Practice of Pharmaceutics*, 12th ed. London : The Pharmaceutical Press.
- Noor El-Din, M. R., El-Gamal, I. M., El-Hamouly, S. H., Mohamed, H. M., Mishrif, M. R., & Ragab, A. M. (2013). Rheological behavior of water-in-diesel fuel nanoemulsions stabilized by mixed surfactants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
- Noor El-Din, M. R., El-Hamouly, S. H., Mohamed, H. M., Mishrif, M. R., & Ragab, A. M. (2013). Water-in-diesel fuel nanoemulsions: Preparation, stability and physical

- properties. *Egyptian Journal of Petroleum*, 22(4), 517–530.
- Noor El-Din, M. R., Mishrif, M. R., Morsi, R. E., El-Sharaky, E. A., Haseeb, M. E., & Ghanem, R. T. M. (2017). A new modified low-energy emulsification method for preparation of water-in-diesel fuel nanoemulsion as alternative fuel. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 38(2), 248–255.
- Noor El-Din, M. R., Osman, D. I., Rashad, A. M., Mishrif, M. R., & El-Sharaky, E. A. (2017). Physicochemical and rheological characterization of diesel fuel nanoemulsions at different water and surfactant contents. *Journal of Molecular Liquids*, 231, 440–450.
- Paul, E. L., Atiemo-obeng, V. a, & Kresta, S. M. 2004. *Handbook Of Industrial Mixing Edited By*. Paul, E. L.
- Pine, Stanley H., Hendrickson James B., Cram Donald J., Hammond, George S. 1988. *Kimia Organik 1*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Rosen, Day A. 2004. *Analisis Kimia Kulitatif Edisi ke-4* Jakarta (ID): Erlangga
- Sajida, Gita Nur., & Azmi, Luthfiana. (2016). Pengaruh Penambahan Surfaktan Terhadap Kestabilan Emulsi Solar-Air Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Mesin Diesel. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Sari, D. K., Sulisty, R., & Lestari, D. (2015). Pengaruh Waktu Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Emulsi Minyak Biji Matahari (*Helianthus annuus L .*) dan Air 1 Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Sultan Ageng Tirtayas. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(3), 155–159.
- Song, Myung-Gum, Cho, Sung-Ho, Kim, Jong-Yun, Kim, Jong-Duk. dkk. (2002). Novel Evaluation Method for the Water-in-Oil (W/O) Emulsion Stability by Turbidity. Department of Chemical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology. *Korean J Chem Eng*.

- Tangsuphoom, Ndan Coupland, JN. (2005). Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsion. *J Food Science*. 70 (8) : 466-470.
- Thomas, Donald E. (1987). Diesel: Technology and Society in Industrial Germany. University of Alabama Press. ISBN 978-0-8173-0295-5.
- Ushikubo, F.Y, Cunha, R.L. (2014). Stability Mechanisms of Liquid Water in Oil Emulsions. Brazil : University of Campinas, Faculty of Food Engineering.
- Vellaiyan, S., & Amirthagadeswaran, K. S. (2016). The role of water-in-diesel emulsion and its additives on diesel engine performance and emission levels: A retrospective review. *Alexandria Engineering Journal*, 55(3), 2463–2472.
- Wang, Dianlin dkk. (2016). Mechanism of High Stability of Water-in-Oil Emulsions at High Temperature. China University of Petroleum. *China National Petroleum Corporation*.
- Wirakartakusumah MA, Subarna, Arpah M, Syah D, Budiwati SI. (1992). Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan. PAU ITB Bogor.

DAFTAR NOTASI

b	Lebar Baffle	[mm]
d	Diameter <i>Impeller</i>	[mm]
D	Diameter Tangki Silinder	[mm]
H	Tinggi Tangki	[mm]
H'	Tinggi <i>Liquid</i>	[mm]
ID	Diameter Dalam Tabung Uji Stabilitas	[mm]
μ	Viskositas <i>Fluida</i>	[g/cm.s]
ρ	Densitas <i>Fluida</i>	[g/mL]

APPENDIKS

1. Menghitung Komposisi Surfaktan (Lecitin = 45,5% dan Tween 80 = 54,5%)

$$\text{Volume emulsi} = 600 \text{ mL}$$

$$\rho \text{ lecitin} = 1,108 \text{ gr/mL}$$

$$\rho \text{ Tween 80} = 1,07 \text{ gr/mL}$$

$$\text{Surfaktan } 0,1\% = 1\% \times 600 \text{ mL}$$

$$= 6 \text{ mL}$$

$$\text{massa lecitin} = 45,5\% \times 6 \text{ mL} \times 1,108 \text{ gr/mL}$$

$$= 3,0248 \text{ gram}$$

$$\text{massa Tween 80} = 54,5\% \times 6 \text{ mL} \times 1,07 \text{ gr/mL}$$

$$= 3,4989 \text{ gram}$$

2. Membuat larutan CMC 0,5% dari volume air

$$\text{Volume air} = 60 \text{ mL}$$

$$\rho \text{ Air } 30^\circ\text{C} = 0,9968 \text{ g/mL}$$

$$\text{Massa air} = 60 \text{ mL} \times 0,9968 \text{ g/mL}$$

$$= 59,808 \text{ gram}$$

$$\text{CMC } 0,5\% = 0,5\% \times 59,808 \text{ gram}$$

$$= 0,299 \text{ gram}$$

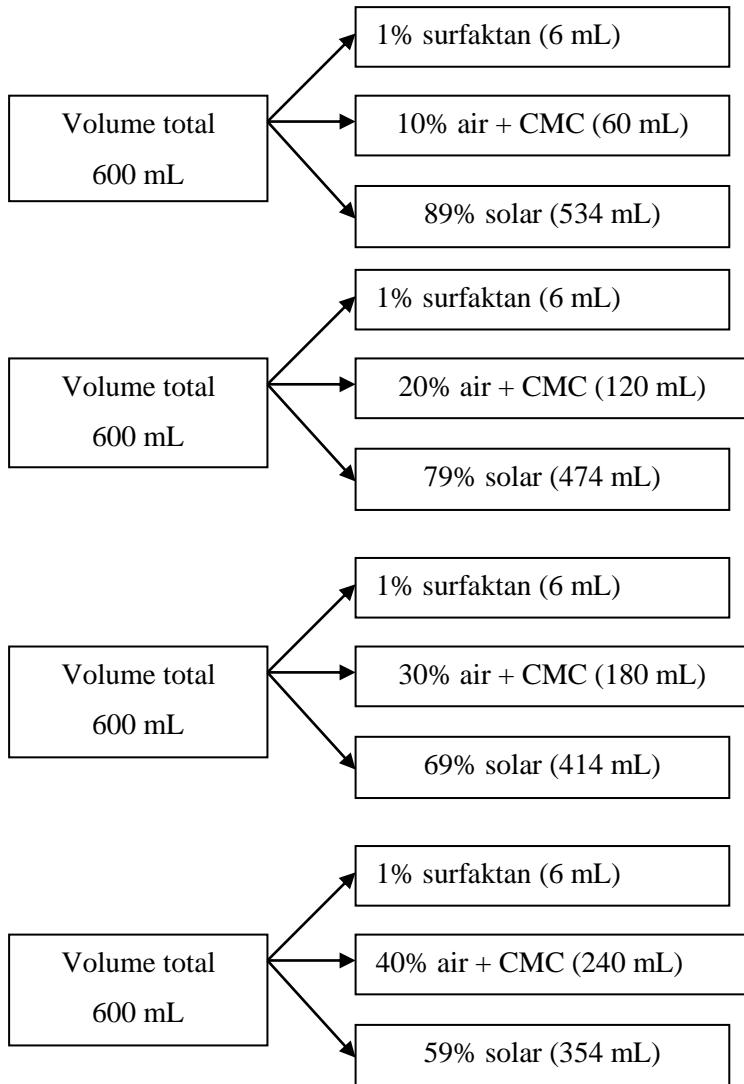
$$\text{Air } 99,5\% = 99,5\% \times 59,808 \text{ gram}$$

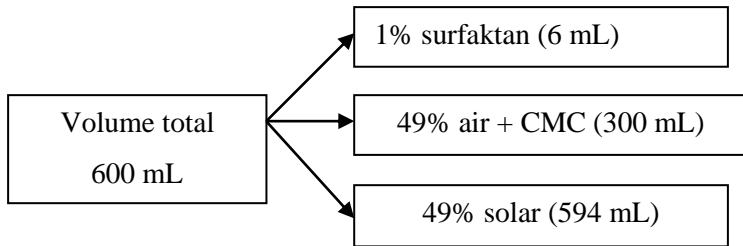
$$= \frac{59,508 \text{ gram}}{0,9968 \text{ gr/mL}}$$

$$= 59,7 \text{ mL}$$

Tabel 1. Analog Perhitungan Kadar Air dan CMC

Kadar Air	Komposisi	
	Air (99,5%) (mL)	CMC (0,5%) (gram)
10%	59,7	0,29904
20%	119,4	0,59808
30%	179,1	0,89712
40%	238,8	1,19616
50%	298,5	1,4952





Gambar 1 Komposisi dalam pembuatan emulsi minyak solar air

3. Menghitung HLB Surfaktan

$$\%(A) = \frac{(X - HLB_B) \times 100}{HLB_A - HLB_B}$$

$$\%(B) = 100 - \%(A)$$

Keterangan :

A : % Surfaktan A

B : % Surfaktan B

X : HLB yang diinginkan

HLB_B : HLB Surfaktan B

HLB_A : HLB Surfaktan A

HLB 45,5% *Lecitin*-54,5% *Tween*

$$45,5\% = \frac{(X - 15) \times 100}{4 - 15}$$

$$X = 10$$

LAMPIRAN

1. Emulsi minyak solar-air dengan kadar air 10%



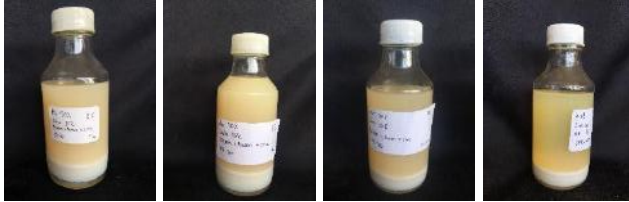
30°C

40°C

50°C

60°C

2. Emulsi minyak solar-air dengan kadar air 20%



30°C

40°C

50°C

60°C

3. Emulsi minyak solar-air dengan kadar air 30%



30°C

40°C

50°C

60°C

4. Emulsi minyak solar-air dengan kadar air 40%



30°C

40°C

50°C

60°C

5. Emulsi minyak solar-air dengan kadar air 50%



30°C

40°C

50°C

60°C

BIODATA PENULIS



Dea Puri Anindita lahir pada tanggal 28 September 1996 di Denpasar. Penulis merupakan putri ke dua dari Bapak Rudhi Nurbiyanto dan Ibu Enny Triwidijatmi. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SD Muhammadiyah 3 Denpasar tahun 2002-2008, SMP Negeri 7 Denpasar tahun 2008-2011 dan SMA Negeri 4 Denpasar tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri (FTI)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Pada tahun kedua dan ketiga masa kuliah, penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEKK) Fakultas Teknologi Industri (FTI) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) di bidang minat bakat (Student Talent Development). Penulis melakukan kerja praktek di Pertamina RU V Balikpapan selama 1,5 bulan. Di akhir tahun masa kuliah, penulis memilih Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran untuk pengerjaan tugas akhir. Bersama partnernya dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng serta Suci Madha Nia S.T., M.T., penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir Pra Desain Pabrik *Bioethanol* dari *Molasses*.



Deapuri



purianinditadea@gmail.com



deapuri

BIODATA PENULIS



Wildan Muqorrobin di Malang, 17 Oktober 1996. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara dari pasangan Winarko dan Siti Maschufah. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN 1 Wajak (2003-2009), SMPN 3 Malang (2009-2011), SMAN 3 Malang (2011-2014). Lalu penulis melanjutkan studi S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Departemen Teknik Kimia pada tahun 2014-2018. Pada 2017 beliau pernah Kerja Praktek di Pertamina RU V

Balikpapan dan pada tahun terakhirnya di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS penulis mengerjakan tugas akhir di Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran Bersama Partnernya Dea Puri Anindita dan dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng. dan Suci Madhania, S.T., M.T. Penulis berhasil menyelesaikan Pra Desain Pabrik “*Bioethanol* dari *Molasses*” dan penulisan buku skripsi ini.



wildanrobin



wildan_robin@yahoo.co.id



robinkajaw