

EMULSIFIKASI

Apt. Diah Wardani, M.Farm.

Apt. Anna L Yusuf, M. Farm.

Davit Nugraha, M. Farm.

Apt. Ida Erna Widiyawati, S.Si., M.M.Kes.

Apt. Meiti Rosmiati, S.Si., M.Farm.

Apt. Multiani S. Latif, M.Farm.

Apt. Mohamad Aprianto Paneo, M.Farm.



GETPRESS INDONESIA

EMULSIFIKASI

Penulis: Apt. Diah Wardani, M.Farm.
Apt. Anna L Yusuf, M. Farm.
Davit Nugraha, M. Farm.
Apt. Ida Erna Widiyawati., S.Si., M.M.Kes.
Apt. Meiti Rosmiati, S.Si., M.Farm.
Apt. Multiani S. Latif, M.Farm.
Apt. Mohamad Aprianto Paneo, M.Farm.

ISBN:

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.
Penyunting: Mila Sari, M.Si
Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Penerbit: GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi:
Jl. Palarik RT 01 RW 06, Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tengah, Padang, Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan penuh syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan petunjuk-Nya, kami dapat menyelesaikan pengerjaan makalah berjudul "Emulsifikasi" dengan kolaborasi tim penulis. Emulsifikasi merujuk pada proses stabilisasi emulsi dengan mencampurkan dua cairan atau zat yang biasanya tidak dapat bercampur dalam zat ketiga, diikuti dengan pengadukan intensif.

Namun, kami sadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan pada penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan masukan dan saran untuk memperbaiki dan menyempurnakan makalah di masa mendatang. Kami mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan makalah ini.

Terakhir, kami ingin mengucapkan banyak terima kasih pada semua yang telah terlibat, dan semoga makalah ini bisa bermanfaat bagi kita semua. Sekali lagi, terima kasih yang sebesar-besarnya.

Garut, 12 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 EMULSIFIKASI	2
1. KONSEP EMULSI	2
2. MEKANISME EMULSI SECARA KIMIA DAN FISIKA.....	7
3. TEORI TERJADINYA EMULSI	7
4. POLIMERISASI EMULSI	12
5. TIPE EMULSI.....	15
6. KOMPONEN EMULSI.....	19
7. KENTUNGAN DAN KERUGIAN EMULSI	23
8. KESTABILAN DAN KETIDAKSTABILAN EMULSI	27
9. CARA MEMBEDAKAN TIPE EMULSI	35
10. PENERAPAN DALAM PERISTIWA SEHARI DAN INDUSTRI	37
11. PEMBUATAN EMULSI	38
12. TEKNIK EMULSIFIKASI	41
13. EMULSI GANDA.....	44
14. METODE PEMBUATAN EMULSI GANDA W/O/W.....	52
15. KERUSAKAN FISIKOKIMIA EMULSI.....	53
16. KARAKTERISTIK EMULSI GANDA W/O/W DAN BUMBU.....	56
17. EMULGATOR.....	61
18. DEMULSIFIER.....	65

19. REVERSE DEMULSIFIER	67
DAFTAR PUSTAKA.....	76
BIODATA PENULIS.....	76

DAFTAR GAMBAR

Tabel 1. Range HLB.....	9
Tabel 2. Karakteristik Emulsifier Alamiah dan Sintetis.....	46
Tabel 3. Perbedaan Emulsifier Alamiah (Protein- Polisakarida).....	48
Tabel 4. Nomenklatur dan Karakteristik Fisik Ester Sorbitan	49
Tabel 5. Nomenklatur dan Karakteristik Fisik Emulsifier Tween	50

BAB 1

PENDAHULUAN

Kehidupan sehari-hari melibatkan banyak system koloid. Hal ini disebabkan oleh sifat-sifat penting dari sistem koloid, yang mana bisa dipakai untuk mencampurkan berbagai zat yang tidak bisa larut satu sama lain secara homogen, serta jika dalam skala besar stabil untuk digunakan dalam produksi. Emulsi adalah salah satu jenis sistem koloid yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan juga dalam industri.

Zat pengemulsi atau emulgator digunakan untuk menstabilkan sistem emulsi yang tidak stabil, agar zat yang terdispersi dengan pendispersinya tidak terpecah ataupun keduanya memisah. Emulsi terdiri atas cairan polar dan nonpolar jika dilihat dari tingkat kepolaran. Dalam susu, sebuah emulsi yang kita kenal sehari-hari, lemak tersebar di dalam air. Kasein, sebuah protein yang berperan sebagai pengemulsi dalam susu. Emulsi lain yang digunakan untuk membuat sabun, detergen, dan es krim juga menggunakan gelatin.

Jadi, untuk mempelajari sistem emulsi adalah sangat penting. Dengan mengetahui lebih jauh mengenai sistem ini, kita dapat mengetahui apa saja zat pengemulsi yang cocok sebagai penstabil emulsi akan lebih mudah. Disamping itu, gaya yang digunakan sebagai penstabil emulsi juga berpengaruh pada faktor zat pengemulsi, akan lebih mudah untuk mengetahui berbagai faktor yang menentukan stabilitas emulsi.

Meskipun sistem emulsi terdiri dari jenis koloid dengan fase dispersi zat cair, Namun di dalam buku ini kami hanya akan membahas definisi emulsi dan mekanismenya secara kimia dan fisika.

BAB 2

EMULSIFIKASI

1. KONSEP EMULSI

Emulsi adalah koloid yang tersusun atas fase cair yang tersebar dan medium pendispersinya merupakan bahan padatan, cairan, atau gas. Emulsi adalah campuran yang terdiri dari 2 zat yang tidak bisa bercampur, umumnya minyak dan air. Sebuah cairan ditempatkan dalam bentuk tetesan kecil di dalam cairan lain, yang kestabilannya kurang. Partikel-partikel ini menyatu (bergabung) dan membentuk 2 lapisan terpisah yaitu air dan minyak. Emulsifier adalah bahan terpenting untuk mencapai emulsifikasi yang stabil. Emulsi Vera adalah emulsi alami dan emulsi Spuria adalah emulsi buatan. Emulsi Vera terdiri atas minyak lemak dan pengemulsi. (Anief, 2000). Emulsi tersedia dalam berbagai konsentrasi, mulai dari cairan yang dapat dituangkan sampai krim semi padat. Setelah dibuat pada suhu tinggi, krim minyak dalam air biasanya menjadi cair lalu didiamkan sampai mencapai suhu kamar, berangsur jadi padatan karena pada fase internal terjadi proses solidifikasi. Dalam kasus seperti krim stearat atau pembersih, yang memiliki hanya 15% fase internal, emulsi air dalam minyak memiliki sifat setengah padat.

Karena mereka akan mengumpulkan di permukaan dan meningkatkan viskositas fase air, polimer hidrofilik alami, semi-sintetis, dan sintetis bisa dipakai bersamaan dengan surfaktan dalam emulsi minyak dalam air. Biasanya, agregasi diikuti dengan memisahkannya emulsi yang cenderung cepat menjadikan fase yang kaya akan butiran dan fase yang kurang kaya akan

droplet, yang mengurangi laju pembentukan tetesan agregat. Kepadatan minyak biasanya lebih kecil daripada air, sehingga apabila droplet minyak dan agregatnya meningkat, maka krim akan terbentuk. tetesan dan kecepatan pembentukan krim berkorelasi positif dengan agregasi (Anonim, 1995).

Karena fase air memfasilitasi pertumbuhan mikroorganisme, bahan antimikroba diperlukan semua emulsi. Dikarenakan risiko kontaminasi dari lingkungan eksternal yang mudah terjadi, pengawetan menjadi krusial untuk emulsi minyak dalam air. Perlindungan diperlukan terhadap fungi (jamur) dan ragi yang lebih umum daripada bakteri, sehingga pengawet yang mempunyai sifat menghambat pertumbuhan jamur atau bakteri menjadi penting. Bakteri juga mampu menguraikan bahan pengemulsi seperti ionik dan non-ionik, serta bahan alami seperti tragakan dan gum (Anonim, 1995)

Semuanya memiliki medium pendispersi yang berbeda dan diberi julukan yang juga berbeda. Contohnya adalah:

1. Emulsi gas (aerosol cair)

Emulsi gas adalah emulsi dengan fase pendispersi berupa fase cair dan medium pendispersi berupa gas. Hairspray dapat membentuk emulsi gas yang diinginkan dengan bantuan bahan pendorong atau propelan aerosol.

2. Emulsi cair

Emulsi cair memiliki fase pendispersi dan fase terdispersi berupa fase cairan yang tidak saling melarutkan, karena kedua fasa tersebut bersifat polar dan non polar. Emulsi ini terbagi menjadi dua kategori yaitu, emulsi minyak di dalam air (misalnya, susu memiliki lemak sebagai fasa yang tersebar di air) dan emulsi air di dalam minyak (misalnya, margarin terdispersi di dalam minyak, sehingga ada butiran air di dalam minyak).

3. Emulsi padat

Emulsi yang fase terdispersinya cair dan fase pendispersinya padat disebut sebagai emulsi padat. Contohnya, gel elastis memiliki ikatan partikel yang kurang kuat, sementara gel non elastis memiliki ikatan partikel yang kuat.

Gel elastis bisa dibuat menggunakan cara pendinginan larutan iofil yang kental, seperti gelatin dan sabun. Gel non elastica di sisi lain dapat dibuat secara kimia dengan menambahkan HCL pekat dalam air untuk membuat gel silica.

Larutan natrium silikat mengalami polimerisasi molekul asam silikat yang membentuk gel. Terdapat 2 macam emulsi yang berbeda, yaitu:

1. Emulsi tipe air dalam minyak (W/O) adalah sistem di mana tetesan air tersebar dalam fase minyak, dengan tetesan air yang memiliki sifat hidrofilik stabil pada fase minyak yang bersifat hidrofobik.
2. Emulsi W/O dimana tetesan air terdispersi dalam minyak dan minyak hidrofobik stabil pada air hidrofilik.

Karena system emulsi tidak stabil, emulgator diperlukan guna menstabilkannya. Penstabil digunakan untuk mencegah fase terdispersi terpisah dari fase pendispersinya. Penambahan emulgator akan secara bertahap menurunkan tegangan permukaan, menurunkan energi bebas pembentukan emulsi. Dengan demikian, jika lebih sedikit energi bebas pembentukan emulsi, maka akan semakin mudah untuk mencapainya. Tetapi kestabilan emulsi dipengaruhi beberapa faktor lain, yaitu:

1. Gaya Tarik-menarik, (Van der Walss), menyebabkan terbentuknya gumpalan dan mengendapnya partikel koloid.

2. Gaya tolak-menolak terealisasi atas lapisan ganda elektrik yang muatannya serupa dan saling bertumpukan.

Sedangkan macam-macam ketidakstabilan emulsi diantaranya adalah :

1. Flokulasi, yang terjadi karena kekurangan zat pengemulsi yang menyebabkan tidak tertutupnya kedua fase oleh lapisan pelindung, yang menyebabkan flokulasi atau agregat.
2. Koalescens, yang terjadi karena lapisan film dan globul hilang, menyebabkan pencampuran.
3. Creaming yang terjadi karena melekatnya emulsi pada dasar permukaan yang diakibatkan gravitasi.
4. Inversi massa, atau pembalikan massa, diakibatkan atas adanya perubahan kekentalan.
5. Pemecahan/demulsifikasi, di mana pengaruh suhu mengakibatkan lapisan film pecah dan hilang.

Selain kestabilan, pada emulsi juga bias terjadi kerusakan. Kerusakan emulsi dapat dipicu oleh suhu, kerusakan emulgatornya, dan penambahan elektrolit, yang menyebabkan endapan, sedimentasi, atau pembentukan krim. Penggunaan proses demulsifikasi sebagai contoh adalah dengan menambahkan asam asetat untuk memisahkan karet dalam lateks. Menurut beberapa ahli, emulsi dapat didefinisikan sebagai berikut :

1. Menurut F1 Edisi III, bagian. 9

Emulsi dalam sediaan cair yang mengandung bahan obat cair adalah cairan obat yang tersebar di dalam cairan dan distabilkan dengan zat pengemulsi atau surfaktan yang sesuai.

2. Menurut RPS 18th, hal. 298

Emulsi adalah system terdispersi yang terdiri dari paling sedikit fase cairan yang tidak bercampur, sebagai emulsi farmasi konvensional memiliki diameter antara 0,1 dan 100.

3. Menurut Lachman, hal. 1029

Emulsi adalah cairan yang secara termodinamika tidak stabil dan terdiri atas cairan yang tidak bercampur.

4. Menurut Parrot, hal. 355

Emulsi adalah sediaan polifase dari dua fase yang tidak bercampur salah satunya terdiri dari dua fase yang tidak bercampur.

5. Menurut Farmasi Fisika Hal. 522

Emulsi adalah system yang kurang stabil secara termodinamika yang terdiri dari minimal 2 fase yang tidak bercampur. Fase global-global (pendispersi) terdiri dari fase cair, yang distabilkan oleh bahan pengemulsi dan emulgator

6. Menurut Ansel pada halaman 376

Emulsi adalah dispersi di mana larutan-larutan kecil zat cair tersebar di semua pembawa yang tidak menyatu.

7. Menurut FI Edisi IV pada halaman 6

System 2 fase yang di mana salah satu cairannya terdispersi ke dalam cairan yang lain berbentuk tetesan kecil disebut emulsi.

8. Menurut FI Edisi IV

Emulsi adalah dispersi keseluruhan pembawa yang terdiri dari kurang dari 2 fase cairan. Pada system disperse, dispersi sangat halus dan merata sedangkan fase cair yang lain biasanya diberikan pengemulsi.

2. MEKANISME EMULSI SECARA KIMIA DAN FISIKA

a. Mekanisme Kimia

Emulsi terbentuk ketika air dan minyak, yang merupakan cairan yang tidak bercampur, digabungkan dengan pengemulsi. Pengemulsi adalah molekul yang mempunyai bagian hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (tidak suka air). Bagian-bagian ini memungkinkan pengemulsi berinteraksi dengan fase air dan minyak, menstabilkan emulsi dan mencegahnya terpisah.

b. Mekanisme Fisik

Emulsi dapat dibentuk dengan cara mekanisme seperti pengadukan atau pengocokan yang kuat. Tindakan mekanis ini memecah tetesan yang lebih besar dari suatu fase menjadi tetesan yang lebih kecil yang tersebar ke seluruh fase lainnya. Ukuran tetesan yang lebih kecil meningkatkan luas permukaan antara dua fase, yang membantu menstabilkan emulsi.

3. TEORI TERJADINYA EMULSI

Empat teori berbeda melihat proses terbentuknya emulsi dari berbagai sudut pandang. Teori-teori ini termasuk:

a. Teori tegangan permukaan

Selain gaya tarik-menarik antar molekul sejenis, ada juga gaya adhesi atau, gaya tarik-menarik antar molekul yang berbeda.

Karena daya tarik menarik zat tidak pernah sama, akan terjadi perbedaan tegangan pada permukaan zat cair. Tegangan itu disebut "tegangan permukaan". Hal yang sama berlaku untuk tegangan batas antara 2 cairan yang tidak dapat dicampur "cair yang tidak bisa bercampur".

Tegangan bidang batas ini disebut "tegangan antarmuka".

Bercampur antara kedua zat cair menjadi lebih sulit karena perbedaan tegangan bidang yang lebih besar. Jika garam anorganik atau senyawa elektrolit ditambahkan ke air, tegangan dapat meningkat, tetapi jika senyawa organik tertentu ditambahkan ke sampo, tegangan dapat turun.

Teori ini mengemukakan jika penambahan emulgator akan membuat campuran antar kedua zat cair menjadi lebih mudah karena tegangan yang dihilangkan pada bidang batas.

b. Teori tentang orientasi bentuk baji

Menurut teori ini, masing-masing molekul emulgator tersusun dari 2 bagian: kelompok hidrofilik, yang menyukai air, dan kelompok lipofilik, yang menyukai minyak, di mana masing-masing bagian mudah larut dalam air dan minyak. Teori ini menggambarkan bagaimana emulsi terbentuk berdasarkan larutnya selektif dari bagian molekul emulgator tersebut.

Setiap kelompok akan menyatu dengan cairan yang sesuai; kelompok hidrofilik bergabung dengan air, dan kelompok lipofilik bergabung dengan minyak. Dengan demikian, emulgator bertindak sebagai penghubung antara minyak dan air, menciptakan keseimbangan antara kedua kelompok ini.

Nilai keseimbangan untuk setiap emulgator bervariasi. Nilai keseimbangan ini, atau HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance), mengindikasikan perbandingan kelompok hidrofilik dan lipofilik. Nilai HLB yang lebih tinggi menunjukkan adanya lebih banyak kelompok hidrofilik yang menyukai air, yang artinya emulgator semakin mudah melarut dalam air.

Pada tabel di bawah bias kita lihat kegunaan emulgator dilihat dari range HLB-nya.

Tabel 1. Range HLB

Range HLB	Fungsi
1-3	Agen Anti Foaming
4-6	Emulgator tipe W/O
7-9	Agen pembasah (wetting agent)
8-18	Emulgator tipe O/W
13-15	Detergen
10-18	Agent pelarutan (solubilizing agent)

Untuk menentukan nilai HLB campuran yang diinginkan, dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut untuk menghitung komposisinya: untuk menentukan nilai HLB campuran yang diinginkan, untuk menghitung komposisinya dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1) Menentukan komposisi campuran emulgator

Contoh:

Saat menyiapkan 100ml emulsi W/O, tentukan pengemulsi berdasarkan nilai HLB 12.

Gunakan campuran 5 gram Span 30(HLB 8.6) dan Tween 30 (HLB 16.7) sebagai emulsifier.

Berat bahan dalam gram adalah 30 span dan 30 tween?

Jawab:

Rumus1 :

$$C\% D = (x - HLB) / HLBC - HLBD \times 100\%$$

Jawab:

Tween 60 = Z Span 60 = Y

1) Cari HLB campuran

$$(30/35 \times 15) + (5/35 \times 12) = 14,56$$

2) Hitung tween yang diperlukan $5g \times 14,56 = Z \times 18 + (5 - Z) \times 5,5$

$$72,8 = 18Z + 27,5 - 5,5$$

$$12,5Z = 45,3 \quad Z = 3,46g - 3,5g$$

3) Hitung span yang dibutuhkan:

$$Z + Y = 5 \text{ gram}$$

$$Y = 5 \text{ gram} - 3,5 \text{ gram} = 1,5 \text{ gram}$$

Jadi, jumlah tween dan span yang diperlukan adalah 3,5 dan 1,5

c. Teori film plastic (*interfacial film*)

Teori ini menyatakan bahwa pengemulsi diserap pada antarmuka air-minyak dan membentuk lapisan film yang menyelubungi partikel fase terdispersi atau fase internal. Membungkus partikel-partikel ini menggagalkan upaya partikel-partikel serupa untuk terikat bersama.

Dengan kata lain fase terdispersi menjadi stabil. Untuk menjamin stabilitas maksimum, persyaratan pengemulsi yang digunakan adalah:

- 1) Dapat membentuk lapisan film yang kuat dan lembut
- 2) Jumlah ini cukup untuk menutupi seluruh permukaan partikel fase terdispersi
- 3) Membentuk lapisan film dengan cepat, menutupi semua partikel secara instan.

d. Teori lapisan listrik rangkap (*electric double layer*)

Ketika minyak terdispersi dalam air, lapisan air yang berdekatan dengan permukaan minyak memiliki muatan yang serupa, sementara lapisan berikutnya memiliki muatan yang berlawanan dengan yang sebelumnya. Dengan cara ini, setiap partikel minyak tampak dilindungi oleh dua lapisan listrik yang memiliki polaritas yang berlawanan.

Benteng ini menolak segala upaya partikel minyak untuk bergabung menjadi satu molekul besar karena struktur listrik yang mengelilingi setiap partikel minyak adalah identik. Dengan cara ini, partikel-partikel individu saling tolak menolak. Hal ini juga meningkatkan rasa stabilitas.

Pembangkitan muatan dapat terjadi melalui salah satu dari tiga cara berikut:

- 1) Ionisasi molekul terjadi pada permukaan partikel.
- 2) Ion diadsorpsi oleh partikel dari cairan disekitarnya.
- 3) Partikel-partikel tersebut bergesekan dengan cairan di sekitarnya.

4. POLIMERISASI EMULSI

Polimerisasi emulsi merupakan suatu proses polimerisasi adisi yang diinisiasi oleh radikal bebas, di mana satu atau lebih monomer bereaksi dalam larutan air dengan bantuan surfaktan. Hasil dari proses ini adalah lateks, yaitu produk polimer emulsi (Bilmeyer, F.A., 1984).

Lateks merupakan sistem koloid yang terdiri dari partikel karet yang dilapisi dengan protein dan fosfolipid, tersebar pada

fasa serum. Komposisinya terdiri atas 25% hingga 45% hidrokarbon karet, sedangkan sisanya adalah bahan non-karet. Komposisi ini beragam bergantung pada jenis kloningan, usia tanaman, iklim, system memanennya, dan kondisi tanah. (Bilmeyer,F.A 1984)

Air adalah elemen yang esensial bagi keberlangsungan hidup manusia. Kehadirannya begitu krusial sehingga tanpa pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, kemajuan peradaban manusia seperti yang kita nikmati saat ini tidak akan tercapai. Oleh karena itu, pengelolaan dan peningkatan kualitas sumber daya air merupakan fondasi utama dari kemajuan peradaban manusia, seperti yang disebutkan oleh Bilmeyer (1984).

Dalam konteks ini, surfaktan berfungsi sebagai pengemulsi yang menyediakan tempat untuk nukleasi partikel dan juga berfungsi untuk menstabilkan koloid bagi partikel yang sedang berkembang melalui penyerapan surfaktan antarmuka partikel air. Sebagian besar proses polimerisasi emulsi menggunakan surfaktan anionik seperti natrium lauril sulfat, meskipun surfaktan non-ionik dan kationik juga diperuntukkan untuk tujuan tertentu (Supri, 2004).

Kelebihan polimer emulsi dibandingkan dengan bahan lainnya adalah kemampuannya untuk membentuk lapisan yang fleksibel, ramah lingkungan, non-korosif, tidak mudah larut, tidak membuat permukaan licin saat basah, tahan air (waterproof), tidak mudah terbakar, tanpa bau, memiliki daya ikat kuat terhadap partikel tanah, mudah dalam aplikasinya, tahan terhadap sinar UV dan alkali, serta yang terpenting, memiliki biaya yang terjangkau.

Metode Aktivasi Kimia

Selama proses polimerisasi emulsi dengan metode konvensional, ketidak stabilan partikel koloid menyebabkan penurunan laju polimerisasi, yaitu akibatnya mempengaruhi hasil dan menyebabkan peningkatan ukuran partikel (Nagatomo et al., 2016).

Selain itu polimer akhir mungkin menunjukkan pengotor karena sulitnya memisahkan inisiator dari rantai polimer (Bhanvase dan Sonawane, 2014).

Penggunaan metode aktivasi kimia dalam media reaksi telah diusulkan untuk meningkatkan laju polimerisasi. Diantaranya, proses dari sumber energy seperti cahaya tampak, ultraviolet, energy ultrasonic, dan radiasi gelombang mikro harus ditonjolkan. Sumber energy ini bertindak sebagai inisiator, memutus ikatan kimia monomer dan akibatnya meningkatkan laju polimerisasi (Ooi dan Biggs, 2000)

Mensistesis polistiren menggunakan iradiasi ultrasonic sebagai sumber inisiasi tanpa penambahan inisiator apapun. Pada penelitian ini peningkatan intensitas radiasi menyebabkan peningkatan laju konversi monomer dan tidak mempengaruhi ukuran partikel (Nagatomo dkk, 2016).

Mempelajari pengaruh pretreatment iridiasi ultrasonic terhadap polimerisasi dalam emulsi stirena. Perlakuan awal meningkatkan disperse monomer, dan hanya 1 menit radiasi yang memungkinkan untuk memperoleh konversi 100%, menghasilkan partikel yang lebih besar (Ergan dkk, 2015).

5. TIPE EMULSI

Terdapat dua jenis emulsi yang dapat terbentuk: emulsi tipe O/W, yang mana tetesan minyak terdispersi pada fase air, dan emulsi tipe W/O, yang mana fasa air menjadi fasa dalam sementara minyak menjadi fase luar. Fase dalam juga dikenal dengan fase terdispersi atau fase kontinyu (Anief, 1993).

Emulsi oil in water dikenal juga karena memiliki fase dalam minyak dan juga fase luar air, umumnya disingkat sebagai "M/A". Sebaliknya, emulsi water in oil dikenal karena, fase dalam air dan fase luar minyak atau "A/M". Sifat-sifat emulsi ini ditentukan oleh fasa luarnya, sehingga emulsi *oil and water* sering kali perlu dilakukan pengenceran atau diperkaya menggunakan air ataupun larutan berbasis air (Ansel, 1985).

Emulsi tersusun atas 2 fase yang tidak dapat menyatu, di mana salah satu fase bersifat hidrofilik dan fase lainnya bersifat lipofilik. Zat hidrofilik (lipofobik) adalah air atau cairan yang larut dalam air, sementara zat lipofilik (hidrofobik) dapat berupa minyak mineral, minyak nabati, atau lemak seperti minyak hewan, parafin, dll. (Voight, 1994).

Dengan begitu, terdapat dua kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu fase hidrofilik yang terdispersi ke dalam fase hidrofobik, atau sebaliknya, fase hidrofobik yang terdispersi ke dalam fase hidrofilik. Hal ini menghasilkan dua jenis emulsi yang berbeda, yaitu emulsi air dalam minyak "A/M" atau emulsi minyak dalam air "M/A" (Voight, 1994).

Jenis emulsi M/A dan A/M adalah contoh sistem emulsi yang sederhana. Sistem emulsi ganda terbentuk ketika bola-bola emulsi yang terbentuk mengandung bola-bola dari fase lain di dalamnya, seperti emulsi A/M/A atau emulsi M/A/M. Komponen-komponen yang tersebar di dalam sebuah emulsi

disebut sebagai fase terdispersi atau fase dalam, sementara komponen-komponen yang memuat cairan terdispersi disebut sebagai bahan pendispersi atau fase luar, atau juga fase tertutup (Voight, 1994).

Untuk emulsi yang diberikan secara oral, emulsi tipe minyak dalam air adalah yang sering digunakan. Pemberian obat yang harus ditelan mungkin terasa lebih enak dengan menggunakan emulsi ini, meskipun sebenarnya obat tersebut mengandung minyak yang tidak enak rasanya. Hal ini diatasi dengan penambahan pemanis dan perasa pada larutan pembawa, sehingga obat dapat lebih mudah ditelan dan mencapai lambung. Pengurangan ukuran partikel dari bola-bola minyak dapat membantu mempercepat pencernaan dan penyerapan minyak tersebut. Atau dalam konteks yang berbeda, pendekatan ini juga dapat meningkatkan efektivitas, seperti meningkatkan kinerja minyak mineral sebagai laksatif ketika diberikan dalam bentuk emulsi (Ansel, 1985).

Emulsi yang digunakan pada kulit atau sebagai obat luar biasanya dibuat dengan metode A/M atau M/A, tergantung pada berbagai faktor seperti sifat zat terapeutik yang akan dimasukkan ke dalam emulsi, bertujuan agar tercapai efek emolien atau pelembut jaringan dari preparat tersebut, dan kondisi kulit. Zat obat yang cenderung menyebabkan iritasi kulit sering kali lebih baik ditempatkan dalam fase luar yang langsung bersentuhan dengan kulit. Pengetahuan tentang kelarutan zat obat dalam air dan minyak dalam formulasi emulsi akan menentukan jumlah pelarut yang diperlukan serta jenis emulsi yang dihasilkan.

Pada kulit yang tidak terluka, emulsi air dalam minyak biasanya dapat meresap lebih merata karena kulit dilindungi oleh lapisan sabun tipis yang lebih mudah dibasahi oleh minyak

daripada oleh air. Emulsi air dalam minyak juga lebih lembut bagi kulit karena membantu mencegah kekeringan dan tidak mudah hilang saat terkena air. Sebaliknya, jika diinginkan preparat yang mudah dihilangkan dari kulit dengan air, digunakan emulsi minyak dalam air (Ansel, 1985).

Jika tetesan minyak terdispersi dalam fase air yang bertindak sebagai fase utama, emulsi tersebut disebut minyak dalam air (M/A). Sebaliknya, jika fase minyak menjadi dominan dan air terdispersi di dalamnya, emulsi tersebut disebut air dalam minyak (A/M). Beberapa kasus menunjukkan bahwa emulsi tipe M/A kadang-kadang dapat mengalami perubahan menjadi emulsi A/M atau sebaliknya (inversi). Terdapat dua jenis tambahan emulsi yang dikenal sebagai emulsi ganda, yang dapat memiliki sifat minyak dalam air dalam minyak (M/A/M) atau air dalam minyak dalam air (A/M/A) (Lachman, 1994).

Ketika air menjadi fase internal yang terdispersi dalam emulsi, hal ini disebut sebagai emulsi air dalam minyak (A/M). Sebaliknya, ketika minyak menjadi medium dispersi atau fase eksternal, ini disebut emulsi minyak dalam air (M/A). Emulsi yang mengandung lebih dari 25% air umumnya diklasifikasikan sebagai emulsi A/M. Kadang-kadang, jika kandungan air kurang dari 10%, emulsi tersebut juga dapat dikategorikan sebagai A/M. Partikel dari fase dispersi biasanya memiliki ukuran kurang dari 0,05 mikrometer atau lebih kecil (Martin, 1971).

Tipe – Tipe Emulsi menurut Para Ahli

1. Menurut RPS 18th hal 289
 - a. Emulsi M/A (minyak dalam air) adalah ketika tetesan minyak tersebar dalam fase air, dan emulsi ini stabil dengan minyak sebagai fase terdispersi dalam air.

- b. Emulsi A/M (air dalam minyak) terjadi ketika fase air menjadi terdispersi dan minyak berperan sebagai medium pendispersi, sehingga emulsi ini dikenal sebagai air dalam minyak.
- c. Emulsi ganda telah dikembangkan untuk mengatur pelepasan bahan aktif. Dalam jenis emulsi ini, ada tiga fase yang dikenal dengan emulsi A/M atau M/A, atau disebut juga sebagai emulsi dalam emulsi.

2. Menurut Lachman halaman 1030

Jika tetesan minyak didispersikan dalam fase air yang berperan sebagai fase kontinu, emulsi tersebut diklasifikasikan sebagai minyak dalam air. Dua jenis emulsi tambahan yang diterima secara luas oleh ahli kimia untuk emulsi ganda adalah air dalam minyak dalam air (A/M/A) dan minyak dalam air dalam minyak (M/A/M).

3. Menurut Scoville halaman 315

Dalam farmasi, cairan yang umum digunakan dalam pembuatan emulsi adalah air dan minyak. Emulsi baik minyak dalam air (A/M) atau air dalam minyak memiliki aplikasi khusus dalam farmasi. Misalnya, emulsi minyak dalam air digunakan untuk aplikasi topikal, seperti lotion atau krim, sementara air dalam minyak biasanya dirancang untuk pemakaian luar.

4. Menurut DOM Martin hal.508

Emulsi dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis fase minyaknya, yang bisa berupa minyak hidrokarbon hingga bentuk semisolid seperti lilin padat. Saat minyak dan bahan lainnya didispersikan sebagai fase internal, emulsi tersebut disebut minyak dalam air (A/M). Sebaliknya, jika minyak menjadi fase eksternal setelahnya, sistem yang mengandung sekitar 31% air umumnya membentuk emulsi (M/A). Kondisi ini juga berlaku pada sistem lain, misalnya

ketika terdapat sekitar 45% air, emulsi yang terbentuk cenderung (M/A). Ketika air menjadi fase internal, emulsi disebut air dalam minyak, dan jika minyak ditambahkan sebagai fase eksternal, sistem dengan sekitar 25% air sering kali membentuk emulsi (A/M). Beberapa sistem kadang-kadang dapat membentuk emulsi (A/M) jika kandungan air kurang dari 10%. Tipe ketiga emulsi, yang dikenal sebagai emulsi transparan atau mikroemulsi, ditandai dengan kejernihan yang disebabkan oleh ukuran partikel fase terdispersi yang umumnya mencapai 0,05 mikrometer atau lebih kecil.

6. KOMPONEN EMULSI

a. Komponen Dasar

- a. Fase disperse / internal phase / discontinuous phase
Merupakan zat cair yang terdispersi dalam zat cair lain dalam bentuk tetesan-tetesan kecil.
- b. Fase continue / fase eksternal / fase luar
Merupakan zat cair dalam emulsi yang berperan sebagai dasar atau pendukung dari emulsi tersebut.
- c. Emulgator
Bagian dari emulsi yang bertugas untuk menjaga kestabilan emulsi.

Menurut Scoville (halaman 318), emulgator dibagi menjadi:

- 1) Emulgator alami:
 - a. Diperoleh dari tumbuhan:
Contohnya adalah karbohidrat gum dan mucilago, yang cocok untuk digunakan dalam emulsi farmasetik. Mereka mampu mengemulsi banyak substansi dan menghasilkan emulsi yang umumnya bekerja dengan baik jika dilindungi

dari fermentasi dengan pengawet. Contoh lainnya adalah akasia, tragakan, agar, chondrus, dextrum, ekstrak malt, dan pektin.

- b. Diperoleh dari hewan:
Protein: Seperti gelatin, kuning telur, albumin, dan kasein.
- c. Lainnya:
Termasuk sabun, alkohol, padatan terdispersi merata, dan emulgator sintetis.

2) Emulgator sintetis:

- a. Anionik: Surfactant yang bermuatan negatif (-), seperti garam-garam natrium, kalium, dan ammonium dari asam oleat dan laurat.
- b. Kationik: Surfactant yang bermuatan positif (+), memiliki sifat bakterisidal dan digunakan dalam pembuatan emulsi antiinfeksi seperti lotion dan krim.
- b. Non-ionik: Surfactant yang tidak bermuatan dan digunakan sebagai bahan pengemulsi karena memiliki keseimbangan yang baik antara sifat hidrofilik dan lipofilik.

b. Komponen Tambahan

Menurut buku scovile's zat expien (tambahan) pada emulsi terdiri dari :

1) Pengawet

Pengawet bahan tambahan dalam emulsi termasuk pengawet yang diperlukan untuk mencegah pembusukan protein dan proses fermentasi. Pengawet harus larut dalam fase air emulsi untuk melindungi struktur gum dan agar efektif. Contoh pengawet adalah alkohol yang umumnya digunakan dalam konsentrasi 7

hingga 12 persen. Asam benzoat juga digunakan dalam beberapa kasus meskipun efektivitasnya terbatas, sedangkan parahidroksi benzoat digunakan dalam konsentrasi 0,1 hingga 0,2 persen, lebih efektif dalam larutan air. Ammonium kuarter digunakan dalam konsentrasi 0,05 hingga 0,1 persen sebagai pengawet untuk produk seperti gelatin dan sukrosa. Minyak menguap juga berfungsi sebagai pengaroma yang dapat bertindak sebagai pengawet. Beberapa jenis emulsi memerlukan perawatan khusus untuk menjaga stabilitasnya atau mengubahnya selama periode tertentu. Akasia mengandung enzim oksidatif yang dapat merusak vitamin A dalam emulsi minyak hati ikan, tetapi enzim ini dapat dinonaktifkan dengan memanaskan mucilogo akasia pada suhu sekitar 100°C selama beberapa menit.

2) Pengaroma

Penggunaan pengaroma diperlukan dalam pembuatan emulsi untuk meningkatkan pengalaman sensoris pengguna. Formulasi alami memberikan berbagai campuran aroma yang memberikan efek yang baik. Aroma yang halus dan rasa yang tidak terlalu tajam tidak tersebar di dalam minyak karena karakteristiknya yang lebih lembut. Untuk emulsi minyak hati ikan, ekstrak kering dari cengkeh atau mint sering kali memberikan aroma dan penyebaran yang paling efektif. Dalam beberapa formulasi, konsentrasi biasanya antara 0,1 hingga 0,5 persen minyak menguap sudah cukup untuk memberikan aroma pada emulsi. Semua pengaroma membutuhkan bahan penguat rasa seperti sirup, gula, atau sakarin untuk meningkatkan kenikmatannya. Alirerin juga dapat berfungsi sebagai

pemanis, tetapi penggunaannya harus dipertimbangkan agar tidak mengganggu rasa atau karakteristik komponen lainnya. Penggabungan bahan-bahan ini harus dipilih dengan cermat untuk mencapai hasil yang optimal dalam penggunaan emulsi.

3) Pewarna

Warna dalam emulsi umumnya bervariasi antara putih, kuning, atau gelap, karena perbedaan dalam cara cahaya dipantulkan oleh minyak, air, serta larutan atau suspensi gelap dari emulgator yang juga memiliki warna gelap. Jika larutan bahan-bahan tersebut bening dan kedua fase, minyak dan air, memiliki tingkat pantulan yang serupa, hal ini dapat mempengaruhi warna emulsi minyak hati ikan dengan penambahan gula yang cukup untuk mengubah pantulan tersebut. Gliserin juga memiliki efek yang serupa pada emulsi minyak yang transparan, tergantung pada jumlah minyak yang terkandung di dalamnya.

Menurut fornasi edisi II, zat tambahan yang umum digunakan dalam emulsi mencakup :

- 1) Pengawet seperti metil paraben, propil paraben, campuran metil paraben, propil paraben, asam sorbat, atau pengawet lain yang sesuai.
- 2) Antioksidan seperti butilhidroksianisol, butilhidroksitoluen, propil galat, asam sitrat, atau antioksidan lain yang sesuai.

7. KENTUNGAN DAN KERUGIAN EMULSI

Adapun beberapa keuntungan dari sediaan emulsi menurut beberapa ahli :

a. Menurut Lachman :

1. Banyak obat memiliki rasa dan tekstur yang kurang diinginkan, namun dapat lebih diterima jika diberikan secara oral dalam bentuk emulsi.
2. Beberapa obat dapat lebih mudah diserap ketika diberikan dalam bentuk emulsi secara oral.
3. Emulsi memiliki aspek estetika tertentu dan dapat dengan mudah dibersihkan jika diinginkan.
4. Formulator memiliki kontrol terhadap penampilan, viskositas, dan tingkat kelembutan (greasiness) dari emulsi kosmetik atau dermal.
5. Emulsi telah digunakan untuk administrasi makanan berlemak secara intravena, yang akan lebih mudah jika diformulasikan dalam bentuk emulsi.
6. Emulsi dapat memberikan efek pelembap yang lebih lama dan lebih intens dibandingkan dengan formulasi lainnya.
7. Emulsi juga memiliki keuntungan biaya yang signifikan dibandingkan dengan formulasi tunggal, terutama yang mengandung lemak dan pelarut-pelarut untuk lemak yang dimaksudkan untuk pemakaian ke dalam tubuh manusia relatif memakan biaya, akibatnya pengenceran dengan suatu pengencer yang aman dan tidak mahal seperti air sangat diinginkan dari segi ekonomis selama kemanjuran dan penampilan tidak dirusak (Lachman,2008)

b. Menurut FI IV (Dirjen POM,1995:7)

1. Emulsi dapat bervariasi dalam konsistensinya, mulai dari bentuk cair yang mudah dituang hingga bentuk setengah

padat seperti krim.

2. Untuk mencapai konsistensi setengah padat, tidak diperlukan rasio volume fase internal yang tinggi terhadap fase eksternal.
3. Stabilitas emulsi dapat dipertahankan dengan menambahkan bahan pengemulsi yang mencegah koalesensi, yaitu proses penyatuan tetesan kecil menjadi tetesan besar yang dapat menyatukan fase-fase terpisah menjadi satu. (FI IV, Dirjen POM 1995:7).

c. Menurut Ansel, 1989 : 377

1. Untuk emulsi yang diberikan secara oral, tipe emulsi minyak dalam air memungkinkan pemberian obat yang harus dimakan tersebut mempunyai rasa yang lebih enak, walaupun sebenarnya yang diberikan minyak yang tidak enak rasanya, dengan menambahkan pemanis dan pemberi rasa pada pembawa airnya sehingga mudah dimakan dan ditelan sampai kelambung.
2. Mengurangi ukuran partikel minyak dalam emulsi dapat meningkatkan kemampuan pencernaan dan penyerapan minyak tersebut. Hal ini membuatnya lebih efektif, misalnya dalam meningkatkan efikasi minyak mineral sebagai katartik jika diberikan dalam bentuk emulsi.

d. Menurut Martin, dkk 1993 : 1145

1. Pemberian oral yang efektif untuk cairan yang tidak larut dalam air, terutama jika fase terdispersinya memiliki rasa yang tidak enak. Beberapa senyawa yang tidak larut dalam lemak, seperti vitamin, diserap lebih baik jika diemulsikan daripada jika diberikan dalam bentuk larutan berminyak.

2. Penggunaan emulsi intravena merupakan suatu metode perawatan bagi pasien yang lemah dan tidak dapat menerima obat secara oral.
3. Penggunaan emulsi pada sediaan topical contohnya kosmetik lebih baik karena cepat dan mudah dalam penyebarannya dan sempurna pada area yang digunakan.
4. Digunakan dalam sediaan aerosol untuk menghasilkan busa.

e. Menurut Voight. 1994 : 398

Emulsi memiliki beberapa keunggulan, yaitu bentuknya tahan lama, mudah dibawa bepergian, dan bisa digunakan untuk obat yang dioleskan ke kulit (kutan) atau diminum (peroral). Emulsi juga dapat digunakan sebagai wadah bagi obat yang larut dalam air maupun minyak (Voight, 1994).

f. Menurut Swarbrick, 2007 : 1641

Berbagai jenis sediaan obat menawarkan solusi efektif untuk berbagai masalah dalam pelepasan obat. Sediaan ini seringkali memiliki keunggulan dibandingkan bentuk sediaan lain dalam hal meningkatkan penyerapan obat ke dalam tubuh (bioavailabilitas) dan mengurangi efek samping (Swarbrick, 2007).

Adapun kerugian emulsi menurut beberapa ahli :

a. Menurut Lachman

Kadang-kadang, pembuatan emulsi bisa menjadi tantangan dan memerlukan metode pemrosesan khusus. Agar produk ini berkualitas dan bermanfaat, emulsi harus memiliki karakteristik yang diharapkan serta meminimalkan masalah yang terkait. (Lachman, 2008).

b. Menurut Ansel

Emulsi merupakan campuran dua zat cair yang tidak dapat bercampur secara sempurna (tidak stabil secara termodinamika). Jika dikocok, tetesan zat cair yang satu (fase terdispersi) akan bergabung dengan tetesan zat cair lainnya (fase pendispersi) dengan cepat. Pada akhirnya, hanya satu fase yang akan tersisa dalam bentuk tetesan (Ansel).

c. Menurut FI IV (Dirjen POM, 1995:7)

Bahan antimikroba dibutuhkan semua emulsi karena mudahnya mikroorganisme bertumbuh dikarenakan fase air.

d. Menurut Swarbrick, 2007 : 1641

Penggunaan emulsi sebagai sediaan obat tergolong terbatas dibandingkan dengan sediaan oral atau parenteral. Hal ini disebabkan oleh sifat emulsi yang tidak stabil. Ketidakstabilan ini dapat mengakibatkan pelepasan obat yang tidak teratur dan berisiko menimbulkan efek toksik (Swarbrick, 2007).

e. Menurut Martin, dkk 1993 : 1154

Emulsi dapat mengalami berbagai perubahan fisik dan kimia, seperti flokulasi, creaming, penggabungan, pemecahan, dan perubahan fase (Martin, dkk., 1993).

f. Menurut Jenkins et al, 1957 : 314

Emulsi dapat mengalami keretakan dan redistribusi komponen di dalam fase internalnya. Hal ini menyebabkan emulsi perlu dikocok secara berkala agar tercampur dengan baik (Jenkins et al, 1957).

8. KESTABILAN DAN KETIDAKSTABILAN EMULSI

a. Kestabilan Emulsi

Jika dua larutan murni yang tidak dapat mencampur, seperti minyak dan air, dicampur dan kemudian dikocok secara intens, hasilnya akan menjadi sebuah sistem disperse yang disebut emulsi. Dari segi penampilan, nampak seperti salah satu fase berada pada fasa yang lainnya. Ketika pengocokan berhenti, emulsi akan segera terpisah kembali. Emulsi yang sebenarnya hanya terbentuk dan terlihat dalam waktu singkat pada sistem dispersi (Hayan,2008)

Kestabilan emulsi di pengaruhi oleh 2 gaya utama:

- 1) Gaya gravitasi (Gaya London Van der Waals): Gaya ini menarik partikel koloid satu sama lain, menyebabkan mereka berkumpul, membentuk agregat, dan akhirnya mengendap.
- 2) Gaya tolakan elektrostatis: Gaya ini dihasilkan oleh muatan listrik yang sama pada permukaan partikel koloid. Muatan yang sama ini mendorong partikel saling menjauh, mencegah agregasi dan pengendapan, sehingga menstabilkan dispersi koloid. (Hayan, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan emulsi:

- 1) Tegangan antar muka rendah
- 2) kekuatan mekanik dan elastisitas lapisan antarmuka
- 3) Tolakkan listrik double layer
- 4) Relatifitas phase pendispersi kecil
- 5) Viskositas tinggi (Hayan,2008).

Emulsi, meskipun diformulasikan dengan cermat, dapat mengalami beberapa bentuk ketidakstabilan, yaitu:

- 1) Flokulasi: Terjadi akibat kekurangan zat pengemulsi. Kedua fase tidak terlapisi sempurna oleh lapisan pelindung, sehingga terbentuk gumpalan besar yang disebut flok. Flok ini dapat mengendap atau mengapung ke permukaan, tergantung pada densitasnya.
- 2) Koalesensi: Disebabkan oleh hilangnya atau rusaknya lapisan film di sekitar tetesan fase terdispersi. Tetesan bergabung dan menjadi lebih besar. Koalesensi dapat menyebabkan emulsi pecah dan terpisah menjadi dua fase.
- 3) Kreming: Terjadi karena pengaruh gravitasi. Tetesan fase terdispersi yang lebih ringan naik ke permukaan fase kontinu, sedangkan tetesan yang lebih berat mengendap ke dasar. Kreming terlihat sebagai lapisan berbeda pada permukaan dan dasar emulsi.
- 4) Inversi Massa: Terjadi akibat perubahan viskositas salah satu fase. Fase kontinu dan terdispersi dapat bertukar tempat, sehingga emulsi menjadi terbalik. Inversi massa dapat disebabkan oleh perubahan suhu, penambahan zat aditif, atau proses mekanis. (Hayan, 2008).

Cara umum yang dipakai dalam menentukan jenis emulsi antara lain, konduktivitas listrik, pengenceran fasa, pewarnaan, dan fluoresensi.

- a. Cara pewarnaan: Permukaan suspensi dapat dilapisi dengan setetes pewarna berbahan dasar air, seperti Methylene Blue atau Brilliant Blue FCF. Jika air

merupakan fase luar, yaitu emulsi bertipe O/W, zat warna akan larut di dalamnya dan berdifusi secara merata di dalam air. Jika emulsinya adalah tipe A/M, partikel pewarna tetap teragregasi pada permukaan . (Martin, et al., 1993).

- b. Emulsi O/W merupakan salah satu contoh pengenceran fasa, yaitu ketika molekul yang dihasilkan tercampur sempurna dengan air. (Anief, 1994).
- c. Metode konduktivitas listrik, metode pengujian konduktivitas ini menggunakan dua elektroda listrik eksternal, dan direndam dalam emulsi. Dalam kasus emulsi O/W, lampu akan menyala ketika elektroda direndam dalam cairan emulsi, dan dalam kasus emulsi W/O, lampu akan mati (Martin, et al., 1993).
- d. Metode fluorensia, minyak berpendar dapat berfluoresensi di bawah sinar UV, emulsi O/W menunjukkan struktur titik, sedangkan emulsi W/O berfluoresensi semuanya (Lachman et al., 1994).

Pemilihan zat pengemulsi merupakan langkah krusial dalam pembuatan emulsi. Zat pengemulsi yang tepat wajib memenuhi standar, salah satunya adalah kemampuan untuk bercampur dengan bahan-bahan lain dalam formula dan stabilitasnya terhadap degradasi dalam preparat akhir (Ansel, 1989).

Dalam pembuatan emulsi, zat pengemulsi (emulgator) memegang peranan krusial untuk menghasilkan emulsi yang stabil. Zat-zat ini bekerja dengan membentuk lapisan tipis (film) di sekitar tetesan fase terdispersi. Lapisan ini berfungsi sebagai penghalang fisik, mencegah tetesan bergabung (koalesensi) dan memisahkan diri dari fase kontinu, sehingga emulsi tetap stabil (Anief, 1996).

Terdapat dua jenis bahan pengemulsi yaitu:

1) Bahan pengemulsi Alami

Biasanya didapat dari tanaman, hewan, ataupun sejenis mikroba yang didapat melalui eksudat, proses ekstraksi, dan hasil fermentasi.

Eksudat berasal dari cairan atau getah tanaman, seperti gom arab, gom pati, dan gom tragakan. Sebagian besar eksudat diekstraksi dari rumput laut. Selain itu, produk fermentasi sering kali dihasilkan oleh mikroorganisme bermanfaat. Salah satu gum penting yang dihasilkan melalui fermentasi adalah xantangum, sebuah polisakarida dengan bobot molekul tinggi yang diperoleh dari fermentasi karbohidrat oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Setelah proses fermentasi, xantangum dimurnikan, dikeringkan, dan digiling. Pada tanaman kubis, bakteri ini banyak ditemui.

2) Bahan pengemulsi Buatan

Di samping emulsifier alami, para ilmuwan juga telah menciptakan emulsifier buatan, seperti Tween. Tween terbuat dari ester polioksietilena sorbitan dan asam lemak, dan mampu menghasilkan emulsi minyak dalam air. Sabun, yang terdiri dari garam natrium dan asam lemak, juga termasuk emulsifier. Sabun ini dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga meningkatkan kemampuannya dalam membersihkan (Winarno, 1992).

b. Ketidakstabilan Emulsi

Ketidakstabilan emulsi menurut beberapa ahli :

1) Menurut Farmasi Fisika hal 1154

Ketidakstabilan pada emulsi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a) Flokolasi dan Creaming

Hukum Stokes membantu menjelaskan faktor-faktor penting yang memengaruhi creaming dalam emulsi. Analisis persamaan Stokes menunjukkan bahwa fase terdispersi, yang biasanya memiliki kepadatan lebih rendah, cenderung naik ke atas (creaming) dalam emulsi M/A. Hal ini terjadi karena kecepatan sedimentasi menjadi negatif, yang berarti partikel fase terdispersi bergerak ke atas. Sebaliknya, dalam emulsi A/M, di mana fase terdispersi lebih berat, creaming terjadi ke arah bawah karena partikel mengendap. Perbedaan yang besar dalam viskositas antara fase luar dan dalam emulsi juga mempengaruhi laju creaming, yang meningkat seiring dengan peningkatan gaya gravitasi. Metode sentrifugasi dapat digunakan untuk mengukur laju creaming emulsi, dengan mengukur laju creaming hingga empat kali lipat.

b) Penggolongan dan Pencegahan

Cream yang menggumpal dapat kembali menjadi homogen dengan mengubahnya dari kondisi khusus kembali ke bentuk cairan yang seragam dalam emulsi. Proses ini menghasilkan krim yang stabil dengan struktur yang jelas, di mana tetesan minyak terdispersi secara merata dan terlindungi oleh lapisan pelindung dari zat pengemulsi. Jika terjadi pencampuran yang tidak terkendali, tetesan minyak dapat beragregasi dan

terpisah dari emulsi. Hal ini disebabkan oleh kerusakan lapisan pelindung di sekitar tetesan, sehingga minyak cenderung bergabung kembali dan emulsi menjadi tidak stabil.

c) Beberapa jenis perubahan fisika kimia

- Inversi fase (gabungan fase)

Terjadi ketika pembuatan emulsi berlangsung dengan cepat. Fenomena ini seringkali menghasilkan produk yang lebih halus. Namun, jika proses pembuatan tidak tepat dan dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu, seperti perubahan dalam komposisi emulsi setelah terbentuk, hal ini dapat menyebabkan inversi fase. Sebagai contoh, penambahan CaCl_2 dapat menghasilkan kalsium stearat dalam emulsi, yang dapat memicu inversi fase dengan mengubah perbandingan volume antara fase-fase yang terlibat.

2) Menurut Rps 18th hal 307

a) Creaming dan Sedimentasi

Creaming adalah ketika tetesan zat terdispersi bergerak naik ke atas dalam fase cair, sementara sedimentasi adalah gerakan partikel ke bawah dalam beberapa jenis emulsi. Proses sedimentasi dalam emulsi dipengaruhi secara signifikan oleh densitas dan sifat fase terdispersi yang tercampur dalam fase cair. Kecepatan sedimentasi (penurunan) tetesan partikel dalam cairan mengikuti prinsip yang dijelaskan oleh hukum Stokes. Meskipun persamaan hukum Stokes untuk sistem yang lebih kompleks telah dikembangkan, prinsip dasar hukum ini tetap berguna untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi kecepatan sedimentasi dalam emulsi.

b) Agregasi dan Koalensi

Agregasi dan koalensi adalah proses di mana tetesan dalam emulsi dapat kembali terbentuk dengan pengocokan. Untuk menilai stabilitas emulsi, kita memperhatikan proses agregasi dan koalensi di mana tetesan terdispersi saling mendekat tetapi tidak sepenuhnya menyatu, yang disebut koalensi. Koalensi ini mengurangi jumlah tetesan dan dapat menyebabkan pemisahan dua fase yang tadinya bercampur. Umumnya, agregasi terjadi sebelum koalensi dalam emulsi.

c) Inversi

Inversi terjadi ketika emulsi dipersiapkan dengan memanaskan dan mencampur dua fase, lalu didinginkan. Fenomena ini terjadi karena perubahan dalam kelarutan zat pengemulsi yang

tergantung pada perubahan suhu dan pH. Nilai HLB dan sifat surfaktan juga mempengaruhi kecenderungan untuk inversi, di mana nilai pH yang lebih tinggi menimbulkan tekanan lebih besar untuk terjadinya perubahan ini.

3) Menurut Scoavilles Hal 314

Meskipun proses dispersi sering kali berlangsung cepat, dalam banyak kasus, partikel individu cenderung bergabung selama kontak, membentuk partikel yang lebih besar yang akhirnya menyebabkan semua cairan yang tidak bercampur saling berkumpul menjadi satu massa besar. Hal ini menghasilkan pembentukan lapisan terpisah dalam emulsi, yang disebut pecah, di mana distribusi fase tidak lagi homogen dan tidak dapat diperbaiki hanya dengan pengocokan sederhana. Jika emulsi pecah, artinya dua fase kembali menjadi tidak saling bercampur, dan beberapa faktor akan mempengaruhi stabilitas dan kemampuan emulsi untuk kembali terbentuk. Teknik penggunaan emulsi mempertimbangkan penggunaan garam alkohol dalam jumlah besar, perubahan pH yang signifikan, serta pengocokan yang kuat dan berlebihan yang dapat mengakibatkan pecahnya emulsi, sering kali disebabkan oleh perubahan suhu.

Creaming adalah fenomena khusus di mana fase cream terpisah dalam dua fase dengan viskositas yang berbeda. Ketika emulsi mengalami creaming, fase-fase ini terpisah karena perbedaan viskositasnya. Namun, dengan melakukan pengocokan, lapisan ini dapat terdispersi kembali sehingga emulsi kembali menjadi homogen.

9. CARA MEMBEDAKAN TIPE EMULSI

Cara membedakan tipe emulsi :

a. Pengenceran = *Dilution Test*

Setiap emulsi dapat diencerkan dengan fase eksternalnya

b. Pewarnaan = *Dye Solubility Test*

Jika sebuah zat warna larut dalam fase eksternal dari emulsi, maka zat warna tersebut akan merata di seluruh emulsi. Amarant, yang larut dalam air, akan tersebar secara merata dalam emulsi tipe minyak dalam air (m/a). Sedangkan Sudan III, yang larut dalam minyak, akan terdistribusi secara seragam dalam emulsi tipe air dalam minyak (a/m).

c. *Creaming test*

Untuk memisahkan emulsi karena fase internalnya, dilakukan proses pemisahan agar fase tersebut tidak tetap terdispersi dalam emulsi tersebut.

d. *Conductivity test*

Fase eksternal dari emulsi dapat diidentifikasi dengan mengalirkan arus listrik melaluinya. Dengan cara ini, elektroda yang dicelupkan dapat digunakan untuk menentukan apakah fase eksternalnya adalah air, yang ditunjukkan oleh nyala lampu indikator.

Metode Penentuan tipe Emulsi : (Lachman, hal 190-191)

a. Uji Kobal Klorida (CoCl)

Uji kertas saring kobalt klorida merupakan metode sederhana untuk mendeteksi keberadaan emulsi minyak dalam air. Cara kerjanya adalah dengan menyemprotkan larutan kobalt klorida pada kertas saring dan membiarkannya mengering. Pada emulsi minyak dalam air yang stabil, kertas saring akan berubah warna dari biru menjadi merah muda. Namun, perlu diingat bahwa uji

ini tidak efektif untuk emulsi yang tidak stabil atau mengandung elektrolit (Lachman, 201).

b. Uji Konduktivitas

Emulsi dievaluasi untuk kemampuan konduktivitas listriknya. Emulsi yang mengandung minyak dalam air (M/A) dapat menghantarkan arus listrik, sementara emulsi yang mengandung air dalam minyak (A/M) tidak dapat menghantarkan arus listrik. Namun, uji ini dapat menghasilkan interpretasi yang tidak tepat pada emulsi M/A yang bersifat non-ionik (Lachman, halaman 190-191).

c. Uji Pengenceran

Metode ini hanya tepat untuk menguji emulsi yang berbentuk cair. Emulsi minyak dalam air (M/A) dapat diencerkan menggunakan pelarut berbasis air, sementara emulsi air dalam minyak (A/M) tidak dapat diencerkan dengan pelarut berbasis air. Perlu dilakukan dengan cermat karena ada risiko inversi fase (Lachman, halaman 190-191).

d. Uji Arah Creaming

Pengujian ini dapat dilakukan dengan memastikan bahwa densitas fase air dan fase minyak sudah diketahui terlebih dahulu. Pada emulsi A/M, terjadi pemisahan fase ke bawah karena minyak umumnya memiliki densitas lebih rendah dibandingkan air. Sementara pada emulsi M/A, terjadi pemisahan fase ke atas (Lachman, halaman 190-191).

e. Uji Pewarnaan

Uji pewarna dapat digunakan untuk menentukan tipe emulsi (M/A atau A/M) dengan mengamati di bawah mikroskop. Pada emulsi M/A, pewarna larut air (seperti Amaranth) akan mewarnai fase kontinu (fase

pendispersi), sedangkan pada emulsi A/M, pewarna larut minyak (seperti Sudan III) akan mewarnai fase kontinu (fase pendispersi). Namun, perlu diingat bahwa uji ini dapat memberikan hasil yang tidak akurat jika emulsi mengandung emulgator ionik (Lachman, 2019).

f. Uji Kertas Saring

Emulsi M/A akan meresap dengan cepat ketika sebongkah emulsi M/A ditempatkan di atas kertas saring. Tidak dianjurkan untuk digunakan pada krim yang terlalu kental (Lachman, halaman 190-191).

g. Uji Fluoresensi

Uji mikroskop fluoresensi merupakan metode sederhana untuk menentukan tipe emulsi (M/A atau A/M) dengan mengamati sampel di bawah sinar UV. Pada emulsi A/M, fase kontinu (fase minyak) akan berfluoresensi, sedangkan pada emulsi M/A, hanya globul-globul fase terdispersi (fase air) yang akan berfluoresensi. Hal ini disebabkan karena sebagian besar minyak memiliki sifat fluoresensi di bawah sinar UV, sedangkan air tidak. (Lachman, halaman 190-191).

10. PENERAPAN DALAM PERISTIWA SEHARI DAN INDUSTRI

a. Penerapan dalam kehidupan sehari-hari

Dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contoh penerapan emulsi adalah penggunaan deterjen untuk mencuci pakaian. Deterjen berperan sebagai emulgator yang stabil dalam menciptakan emulsi antara minyak (yang terdapat dalam kotoran) dan air. Struktur deterjen terdiri dari bagian hidrofobik dan hidrofilik. Bagian hidrofobik deterjen menarik minyak ke dalamnya, sementara bagian hidrofilik membuat minyak dapat larut dalam air secara

keseluruhan. Dengan demikian, terbentuklah emulsi antara minyak dan air di mana kotoran dapat larut lebih mudah dalam air dan dibawa pergi saat proses pencucian.

b. Penerapan dalam bidang industry

Saus salad, perpaduan asam cuka dan minyak, merupakan salah satu contoh emulsi dalam industri makanan. Sifat asam cuka yang hidrofilik dan minyak yang hidrofobik membuat mereka sulit bercampur. Awalnya, mengocok campuran ini menghasilkan dispersi butiran minyak dalam larutan asam cuka. Namun, setelah pengocokan dihentikan, butiran-butiran ini cenderung bergabung kembali, menyebabkan asam cuka dan minyak terpisah.

Untuk mengatasi hal ini, ditambahkan emulgator seperti kuning telur yang mengandung lesitin. Lesitin bertindak sebagai penstabil, melapisi butiran minyak dan mencegahnya bergabung kembali. Hasilnya, emulsi yang stabil terbentuk, dikenal sebagai mayones.

11. PEMBUATAN EMULSI

- a. Emulsifier : Penghubung fase cair tak larut (misal: kuning telur).
- b. Partikel Kecil: Semakin kecil partikel fase terdispersi, semakin stabil emulsi (misal: homogenisasi).
- c. Stabilizer : Mencegah agregasi partikel (misal: polimer).
- d. Komponen Tambahan : Sesuai kebutuhan (misal: pengental, pengawet).

a. Penambahan Emulsifier

Emulsifier adalah agen aktif permukaan yang memiliki dua kelompok, yaitu kelompok hidrofilik dan kelompok lipofilik. Hidrofilik (suka air), sisi ini tertarik pada air dan mudah bercampur dengannya. Lipofilik (suka minyak) Sisi ini tertarik pada minyak dan mudah bercampur dengannya. Pada emulsi O/W gugus polar dominan menempel pada air, menurunkan tegangan permukaannya. Sebaliknya, pada emulsi W/O, gugus non-polar dominan menempel pada minyak, menurunkan tegangan permukaannya.

b. Pengecilan Ukuran Partikel Fasa Terdispersi

Jika partikel fase terdispersi mempunyai ukuran partikel yang semakin kecil, maka semakin teratur pula konfigurasi partikel dalam medium pendispersinya. Untuk mencapai dispersi yang optimal dan menciptakan sistem emulsi yang stabil, ukuran partikel fasa terdispersi perlu diperkecil. Proses ini melibatkan penerapan energi, seperti gaya pengguntingan (shear force), yang efektif dalam memecah partikel menjadi lebih kecil dan banyak. Metode untuk menerapkan gaya pengguntingan antara lain:

- 1) Penekanan melalui nozzle
- 2) Gaya sentrifugal antara dua piringan
- 3) Penggunaan gelombang ultrasonik

1) Penekanan Melalui Nozzle

Bahan cair fasa terdispersi dipompa dengan tekanan tinggi hingga mencapai sekitar 1000 pound per square inch (70 atm). Setelah itu, tekanan tiba-tiba dilepaskan dengan memakai nozzle halus, menyebabkan partikel fasa terdispersi pecah menjadi ukuran yang sangat kecil.

2) Gaya Sentrifugal Antara Dua Piringan

Bahan cair fase terdispersi dapat diproses dengan menggunakan dua piringan yang berputar dengan kecepatan tinggi, seperti baling-baling di air. Putarannya yang berlawanan arah menghasilkan gaya guntingan yang dahsyat, bagaikan pisau super tajam. Ketika bahan cair fase terdispersi (seperti minyak) dialirkan di antara piringan ini, gaya guntingan ini memecahnya menjadi partikel yang sangat kecil, jauh lebih kecil dari emulsi biasa. Alternatif lain menggunakan prinsip yang sama yaitu gaya sentrifugal, di mana bahan cair fase terdispersi ditempatkan antara dua piringan: stator (piringan yang diam) dan rotor (piringan yang berputar dengan kecepatan tinggi). Diatur jarak antara stator dan rotor sesempit mungkin untuk memungkinkan pemecahan yang efektif terhadap fasa terdispersi.

Salah satu pertimbangan penting adalah bahwa putaran kedua piringan ini dapat menghasilkan panas. Oleh karena itu, emulsi yang terbentuk dari bahan yang sensitif terhadap suhu panas, perlu dirancang alat yang mampu mengurangi panas yang dihasilkan

3) Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik pada frekuensi tinggi yang mana manusia tidak dapat mendengarnya. Gelombang ini mampu melewati cairan, menyebabkan pemadatan dan peregangan cairan tersebut. Saat cairan sudah peregangan dan tidak mengandung gas, efek gelombang ultrasonik tidak terjadi. Namun, jika cairan jenuh dengan gas, gelembung-gelembung dapat terbentuk. Gelombang ultrasonik mengacaukan cairan dengan menghasilkan vibrasi, yang pada gilirannya membentuk rongga-rongga dalam cairan. Ketika gelembung-gelembung ini "kolaps" dalam cairan, tekanan yang tercipta bisa mencapai beberapa ribu

atmosfer. Tekanan ini menghasilkan gaya gunting yang diperlukan untuk memecahkan partikel fasa terdispersi menjadi ukuran yang lebih kecil.

Energi gelombang akustik dapat dihasilkan melalui empat metode utama :

- a) Piezoelektrik
- b) Elektromagnetik
- c) Magnetostriction
- d) Mekanik

1) Penambahan Stabilizer

Pemberian stabilisator bertujuan agar viskositas ataupun ketebalan dari media dispersi bias meningkat. Dengan meningkatnya ketebalan ini, tetesan fase terdispersi akan melemah, sehingga menghambat kemungkinan mereka untuk menyatu satu dengan lainnya.

2) Penambahan Suatu Komponen Tertentu

Semakin rapat hubungan antara fasa terdispersi dan mediumnya, sistem di antara keduanya akan semakin stabil. Brominated Vegetables Oil (BVO) ditambahkan untuk menambah kepadatan minyak agar menyerupai air, tetapi penggunaannya sekarang dilarang karena berbahaya. Adapun alternatif lainnya adalah :

- a. SAIB (Sukrosa asetat isobutirat)
- b. Gleseril benzoate
- c. Resin ester.

12. TEKNIK EMULSIFIKASI

Teknik emulsifikasi lebih mengacu pada keterampilan dalam mencampur zat-zat yang diperlukan dalam sistem emulsi, termasuk fase terdispersi, medium pendispersi, dan emulsifier, mencakup :

- a. Tahap penambahan
- b. Waktu dan teknik mixing
- c. Proses pembuatan
 - a. Cara / tahapan Penambahan

- 1) Pendekatan agent dalam air

Agent emulsi larut seketika dalam air sebelum penambahan minyak dengan agitasi yang sesuai. Proses ini menghasilkan emulsi tipe (o/w) secara langsung. Untuk mendapatkan tipe (w/o), minyak ditambahkan hingga terjadi inversi fase.

- 2) Metode agent dalam minyak

Fase minyak melarutkan agen pengemulsi. Emulsi bisa dibentuk menggunakan 2 cara, yaitu :

- a) Dengan memasukkan campuran agen dalam minyak ke dalam air secara langsung agar secara spontan membentuk emulsi tipe oil-in-water (o/w).
 - b) Dengan memasukkan air langsung pada campuran agen dalam minyak untuk membentuk emulsi tipe water-in-oil (w/o)
 - c) Dengan sabun nascent (in situ)

Cara ini ideal bagi emulsi yang stabil terhadap penggunaan sabun, bisa diperuntukkan baik untuk tipe oil-in-water (o/w) maupun sebaliknya. Bagian asam lemak dari emulsifying agent larut dalam minyak, sementara bagian alkali larut dalam air. Pembentukan lapisan permukaan sabun yang mengikat kedua fase secara bersamaan menghasilkan emulsi yang stabil.

3) Metode penambahan bergantian

Cara ini melibatkan penambahan air juga minyak secara bergantian dalam jumlah kecil ke dalam emulsifying agent. Teknik ini efektif digunakan dalam persiapan emulsi makanan seperti mayones dan emulsi lain yang mengandung minyak nabati.

b. Teknik dan Waktu Pencampuran

Contohnya, proses emulsifikasi dengan campuran minyak wijen 10%, sabun 0,5%, dan air 89,5% akan lebih efektif jika langsung dihomogenisasi dibandingkan dengan mengawalnya dengan tahap pencampuran. Penambahan emulsifier sebanyak 1%, 5%, dan 10% menunjukkan hasil yang lebih baik ketika dihomogenisasi terlebih dahulu, diikuti dengan pengadukan menggunakan turbin, koloid mill, dan propeller sebagai tahapan terakhir.

c. Pengaruh Bahan Peralatan Emulsifikasi

Penggunaan berbagai peralatan emulsifikasi seperti piston kaca dalam silinder kaca atau piston dan silinder plastik yang hidrofobik akan mempengaruhi tipe emulsi yang dihasilkan dari campuran minyak atau kerosin dengan larutan air yang mengandung sodium oleat, sodium naftenat, sodium butiran, atau resin petroleum. Dalam kondisi diagitasi, penggunaan piston kaca dalam silinder kaca akan menghasilkan emulsi tipe oil-in-water (o/w), sementara penggunaan piston dan silinder plastik hidrofobik akan membentuk emulsi tipe water-in-oil (w/o). Secara umum, emulsi dapat dibagi menjadi:

- 1) Emulsi o/w dengan IPR rendah, IPR sedang dan IPR tinggi.
- 2) Emulsi w/o dengan IPR rendah, IPR sedang dan IPR tinggi.

IPR (*Internal Phase Ratio*) atau rasio fase internal merupakan parameter penting dalam emulsi yang menunjukkan perbandingan antara volume fase internal terhadap total volume emulsi. Nilai IPR diklasifikasikan menjadi tiga kategori:

- 1) IPR rendah: Emulsi dengan IPR rendah memiliki fase internal kurang dari 30%.
- 2) IPR sedang: Emulsi dengan IPR sedang memiliki fase internal antara 30% dan 74%.
- 3) IPR tinggi: Emulsi dengan IPR tinggi memiliki fase internal lebih dari 74%.

Nilai IPR memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat-sifat emulsi, seperti stabilitas, viskositas, dan rheologi.

13. EMULSI GANDA

Emulsi ganda merupakan sistem dispersi yang kompleks dengan dua fase terdispersi yang berbeda, terbungkus dalam satu fase kontinu. Terdapat dua jenis utama emulsi ganda yaitu, Emulsi water-in-oil-in-water (W/O/W): Pada emulsi ini, tetesan air terdispersi dalam tetesan minyak, yang kemudian didispersikan kembali dalam air. Struktur ini menghasilkan emulsi air-dalam-minyak-dalam-air. Dan yang kedua ada emulsi oil-in-water-in-oil (O/W/O): Pada emulsi ini, tetesan minyak terdispersi dalam tetesan air, yang kemudian didispersikan

kembali dalam minyak. Struktur ini menghasilkan emulsi minyak-dalam-air-dalam-minyak. (Aserin, 2008).

Karena kompleksitas strukturnya, emulsi ganda umumnya mempunyai partikel lebih besar dibanding emulsi standar. Emulsi ganda O/W/O terdiri atas tetes minyak dalam (O1), tetes air (W), dan tetes minyak luar (O2), seperti yang diilustrasikan pada Ilustrasi 1. Di sisi lain, emulsi ganda W/O/W terdiri dari droplet air dalam (W1), droplet minyak (O), dan droplet air luar (W2). Peran lapisan emulsifier sangat penting dalam mencegah terpisahnya droplet air dan minyak. Emulsi ganda W/O/W lebih umum dipakai dibandingkan emulsi ganda O/W/O karena sifat kelarutannya. Hal yang sama berlaku untuk emulsi ganda W1/O/W2, yang biasanya juga bisa disingkat menjadi W/O/W (Khalid et,al,2013).

Fase air internal seperti peptida dan vitamin yang larut air dapat membawa senyawa hidrofilik. Adanya fase internal pada emulsi ganda memungkinkan perlindungan optimal bagi komponen yang ada di dalamnya, sehingga komponen tersebut tidak mudah hilang atau rusak. Salah satu metode untuk mengenkapsulasi KCl dan mengurangi kandungan garam (NaCl) dalam produk pangan adalah melalui penggunaan struktur emulsi ganda tipe W/O/W. Proses pembentukan emulsi ganda W/O/W melibatkan tiga komponen primer: emulsifier, minyak, dan air. Minyak adalah fase intermediet di antara kedua fase, dan air akan mengisi fase internal dan eksternal. Emulsifier mengikat air dan minyak dalam sistem emulsi.

a. Emulsifier

Surfaktan adalah zat yang dapat mengurangi tegangan pada permukaan (*surface tension*) medium dan tegangan pada antarmuka (*interface tension*) antar dua fase yang polaritas nya berbeda. Emulsifier adalah nama surfaktan

yang dipakai dalam industri makanan. Emulsifier alami dan sintetis terbagi menjadi dua kategori berdasarkan sumbernya.

Tabel 2. menunjukkan karakteristik emulsifier sintetis dan alami. Formulasi 7 emulsi W/O/W terdiri dari 2 fase utama: pembuatan emulsi air dalam minyak (W/O) dan kemudian mencampurkan minyak dalam fase air eksternal (W). Untuk masing-masing tahap ini, emulsifier, baik alamiah maupun sintetis, atau campuran keduanya, diperlukan guna menyatukan kedua fase tersebut. Tween adalah emulsifier dengan nilai HLB tinggi yang dipakai sebagai fase minyak dalam air (O/W). Span dan Polyglycerol Polyricinoleate (PGPR) adalah emulsifier sintetis yang biasanya dipakai sebagai emulsi air dalam minyak (W/O) (Benichou et al.,2002).

Tabel 2. Karakteristik Emulsifier Alamiah dan Sintetis
(Norn, 2015)

Pengemulsi	Kelarutan	Tipe Emulsi
<i>Ester Sorbitan (Span)</i>	Larut Dalam Minyak	Fase continue : minyak
<i>Ester Etoxylated sorbitan (Tween)</i>	Larut Dalam Air	Fase continue : air
Lesitin hidrofobik	Terdispersi dalam minyak	Fase continue : minyak
Lesitin hidrofilik	Terdispersi dalam air	Fase continue : air
Protein	Larut dalam air	Fase continue : air

Sebagai pengemulsi, protein dan lipoprotein merupakan senyawa food grade. BSA (bovine serum albumin), kasein, albumin telur, protein whey, protein kedelai, dan lisozim adalah protein yang sering digunakan sebagai pengemulsi O/W dan dalam emulsi ganda. Yang sering digunakan dalam emulsi ganda adalah polisakarida dan juga protein.

Sehubungan dengan protein, polisakarida juga dapat diperkenalkan. Digunakan untuk mengatur viskositas, gelasi, struktur mikro, tekstur, rasa, dan umur simpan, hidrokoloid adalah biopolimer hidrofilik yang ditandai dengan berat molekul tinggi. Protein berfungsi sebagai pengemulsi, sedangkan hidrokoloid berfungsi sebagai penstabil. Setiap protein dan hidrokoloid memiliki fungsi berbeda dalam sistem emulsi.

Sifat serupa dan berbeda membedakan protein dari polisakarida. Kedua zat tersebut memiliki karakteristik yang sama yaitu keduanya bersifat ramah lingkungan dan merupakan polimer alami yang mudah ditemukan dalam koloid makanan. Industri farmasi, kosmetik, dan produk pribadi adalah pengguna utama pengemulsi. Karena struktur kompleks dan sifat agregasinya, protein dan polisakarida menjadi rumit (Aserin, 2008).

Tabel 3. Perbedaan Emulsifier Alamiah (Protein-Polisakarida)
(Aserin, 2008)

Karakteristik	Protein	Polisakarida
Struktur	Struktur bercakupan luas	Struktur serupa
Reaktivitas		
Homogenitas	Reaktif Monodispersi	Tidak reaktif Polidispersi
Segmentasi	Terdiri dari banyak segmen	Terdiri dari beberapa segmen
Rantai	Lurus/linear Rantai	Lurus dan bercabang
Fleksibilitas	fleksibel	Rantai kaku
Berat molekul	Berat molekul sedang	Berat molekul tinggi
Volume molekul	Volume molekul kecil	Volume molekul besar
Muatan	Polielektrolit	Non ionik atau tidak bermuatan
Fungsi	Pengemulsi	Pengental (pengikat air)
Sensitivitas terhadap temperatur	Sensitif	Tidak sensitif
Daya ikat emulsifier Gugus	Kuat Amfifilik	Lemah Hidrofilik
Sifat dalam emulsi	Permukaan aktif	Permukaan tidak aktif

b. SPAN

"Span, yang merupakan jenis emulsifier nonionik lipofilik dengan nilai HLB rendah, pertama kali diperkenalkan secara komersial tahun 1938 oleh Perusahaan Atlas Powder dengan nama dagang 'Span', adalah turunan dari reaksi sorbitol dengan asam lemak (Bash, 2015) dan memiliki berat molekul rendah serta sifat permukaan aktif (Hasenhuettl, 1997)."

Tabel 4. Nomenklatur dan Karakteristik Fisik Ester Sorbitan (Norn, 2015)

Nama IUPAC	Nama Komersial	Formasi Fisik (25°C)	HLB (± 1)
Sorbitan monolaurat	Span 20	Padat	8,6
Sorbitan monopalmitate	Span 40	Cair	6,7
Sorbitan monostearate	Span 60	Padat	4,7
Sorbitan monooleate	Span 80	Cair	4,3
Sorbitan tristearate	Span 65	Padat	2,1
Sorbitan trioleate	Span 85	Cair	1,8

Batas aman konsumsi ester sorbitan setiap hari (ADI) adalah 0-25 mg/kg berat badan, menurut FAO/WHO (1974) yang dikutip oleh Ingram et al. (1978). Span 80, salah satu jenis ester sorbitan, umum digunakan dalam industri pangan.

c. Tween

Polyoxyethylene sorbitan, umumnya dikenal sebagai polisorbat, diperkenalkan pada tahun 1942 oleh Atlas Powder Company dengan nama dagang "Tween. Tween adalah ester sorbitan yang dimodifikasi dengan etilen oksida. Pengemulsi ini mempunyai sifat fisik berupa cairan dan minyak berwarna kuning bening hingga jingga. Tween bersifat hidrofilik karena panjangnya rantai polioksietilen (Bash, 2015).

Tabel 5. Nomenklatur dan Karakteristik Fisik Emulsifier Tween (Norn, 2015)

Nama IUPAC	Nama Komersial	Nama Lain	Format Fisik (25°C)	HLB (±1)
Polisorbat 20	<i>Tween 20</i>	Polyoksietilene sorbitan Monolaurat	Liquid (Cair)	16,7
Polisorbat 40	<i>Tween 40</i>	Polioksietilen sorbitan monopalmitat	Liquid (Cair)	15,6
Polisorbat 60	<i>Tween 60</i>	Polioksietilen sorbitan monostearat	Semi solid (Gel)	14,9

Nama IUPAC	Nama Komersial	Nama Lain	Format Fisik (25°C)	HLB (± 1)
Polisorbat 80	<i>Tween 80</i>	Polioksielen sorbitan monoleat	Liquid (Cair)	15,0
Polisorbat 65	<i>Tween 65</i>	Polieksietilen sorbitan tristearat	Solid (Padat)	10,5
Polisorbat 85	<i>Tween 85</i>	Polieksitilen sorbitan trioleat	Liquid (Cair)	11,0

d. Minyak

Dikategorikan sebagai lipid, lemak dan minyak memiliki sifat tidak dapat bercampur dengan air, namun mudah larut dalam pelarut organik. Lemak dan minyak memainkan peran krusial dalam menentukan sifat sensorik, nutrisi, dan fisikokimia emulsi makanan. Berbagai sumber minyak dapat diolah, dengan minyak nabati seperti minyak kedelai, wijen, kacang-kacangan, dan bunga matahari menjadi yang paling banyak digunakan (McClements, 2016).

14. METODE PEMBUATAN EMULSI GANDA W/O/W

Emulsi ganda W/O/W adalah emulsi yang kompleks, dimana tetesan minyak tersebar di dalam fase air dan setiap droplet minyak terkandung tetesan air yang lebih kecil. Pelepasan senyawa dalam emulsi ganda ini sangat bergantung pada ukuran partikel droplet, yang dapat dikendalikan dengan sistem emulsi monodispersi (Leal-Calderon et al., 2007).

Proses pembentukan emulsi W/O/W melibatkan 2 tahap utama dan penggunaan emulsifier yang memiliki gugus hidrofilik dan lipofilik. Emulsifier hidrofilik berguna sebagai pembentuk sistem emulsi O/W, sementara emulsifier lipofilik digunakan untuk emulsi W/O. Emulsi ganda W/O/W biasanya menggunakan emulsifier primer dengan nilai HLB optimal 2-7 dan emulsifier sekunder dengan nilai HLB 6-16 yang tinggi (Jin et al., 2016).

Bentuk sistem emulsi air dalam minyak (W/O) menggunakan pengemulsi dengan nilai HLB rendah seperti PGPR atau Span, dan kemudian dispersikan ke dalam fase air eksternal menggunakan pengemulsi dengan nilai HLB tinggi seperti Tween.

Emulsifikasi adalah elemen kunci dalam formulasi emulsi ganda dan terjadi dalam dua tahap.

Pembuatan emulsi W/O dilakukan terlebih dahulu dengan pencampuran kuat. Kemudian, emulsi ganda W/O/W dibuat dengan pencampuran yang lebih lemah untuk menjaga stabilitas tetesan air di dalam. (Balcaen et al., 2016).

Ada dua metode utama untuk emulsifikasi: konvensional dan modern. Metode modern termasuk penggunaan membran, ultrasonikasi (US), dan mikrofluidisasi (MF). Membran emulsifikasi dipakai sebagai penghasil emulsi monodisperse

dengan struktur homogen, khususnya dalam tahap emulsifikasi lanjutan (Khalid et al., 2013). Ultrasonikasi menghasilkan turbulensi dan kavitasi dengan gelombang ultrasonik, sementara mikrofluidisasi menggabungkan kecepatan tinggi, frekuensi getaran, dan tekanan dalam waktu singkat.

Namun ketiga metode modern ini jarang digunakan secara komersial karena biaya produksinya yang tinggi. Metode tradisional seperti homogenisasi tekanan tinggi, yang memecah tetesan emulsi melalui kombinasi turbulensi dan aliran geser, umumnya digunakan dalam industri makanan (Altuntas et al., 2017).

Homogenisasi berkecepatan tinggi juga biasa digunakan dalam proses konvensional dan bekerja berdasarkan prinsip aliran berkecepatan tinggi pada peralatan seperti Ultra-turrax dengan rotor dan stator.

Metode ini dipakai sebagai penghasil emulsi polidispersi dengan ukuran tetesan yang tidak seragam dalam skala besar (Herrera, 2012).

15. KERUSAKAN FISIKOKIMIA EMULSI

Susunan emulsi ganda dapat terpengaruh dengan berbagai proses fisikokimia seperti sedimentasi, creaming, flokulasi, koagulasi, disproporsionasi, koalesensi, dan inversi pada tetesan emulsi. Perubahan dalam ukuran dan bentuk tetesan sebagai akibat dari proses fisikokimia ini dapat dilihat dalam Ilustrasi 4. Kerusakan ini tidak hanya mempengaruhi penampilan fisik emulsi tetapi juga mengurangi masa simpan emulsi.

a. Sedimentasi Dan Pengkriman

Sedimentasi dan creaming merujuk pada terpisahnya visual antar dua lapisan minyak dan air dalam emulsi, dikarenakan berbedanya densitas antara fase terdispersi dan fase pendispersi (McClements, 2016). Formasi yang kurang baik dari sistem emulsi dapat menyebabkan gaya eksternal seperti gravitasi dan sentrifugal mempengaruhi stabilitasnya secara signifikan (Tadros, 2013).

Sebagai fase terdispersi dalam emulsi O/W, minyak memiliki densitas yang cukup rendah dibandingkan air, sehingga droplet minyak cenderung naik ke permukaan dan menggumpal di sana, yang dikenal sebagai pengkriman. Di sisi lain, dalam emulsi W/O, air sebagai fase terdispersi dapat mengendap ke bawah dan membentuk sedimen. Ketidakstabilan ini sering kali disebabkan oleh homogenisasi yang tidak sempurna dan ketidakcocokan emulsifier yang digunakan.

Untuk mencegah sedimentasi dan pengkriman, langkah-langkah yang dapat diambil antara lain menambah kekentalan (viskositas) fase cair, mengurangi ukuran partikel droplet, atau menyetarakan massa jenis antara fase terdispersi dan fase pendispersi (Ghosh dan Rousseau, 2010).

b. Flokulasi Dan Koagulasi

Flokulasi adalah proses di mana berbagai tetesan bergabung menjadi kesatuan yang lebih besar dengan kemampuan untuk kembali ke kondisi semula. Peleburan droplet tidak dilibatkan dalam proses ini, tetapi hanya penggabungan secara fisik antara mereka. Flokulasi terjadi karena adanya gaya tolak-menolak yang lemah antara

tetesan, di samping gaya tarik elektrostatis dan van der Waals yang kuat pada permukaan droplet yang memfasilitasi proses ini.

Di sisi lain, koagulasi adalah fenomena di mana droplet mengalami agregasi karena interaksi yang kuat di antara mereka, dan proses ini bersifat tidak dapat dikembalikan (irreversible) (Dorst et al., 2004).

c. Disproporsionasi (*Ostwald Ripening*)

Disproporsionasi adalah fenomena di mana partikel-partikel kecil dalam sistem mengalami pembengkakan, yang mengakibatkan peningkatan ukuran partikel secara keseluruhan melalui difusi molekul antar partikel dalam fase kontinu yang isothermal, seperti dalam proses destilasi (Dorst et al., 2004).

Pada proses disproporsionasi, terjadi transfer massa dari partikel kecil ke partikel besar melalui fase pendispersi. Partikel besar cenderung bertambah ukurannya seiring waktu, sementara partikel kecil mengecil dan akhirnya dapat menghilang. Namun, dalam konteks aplikasi emulsi pangan, disproporsionasi jarang terjadi karena kelarutan yang rendah antara air dan minyak tidak memfasilitasi perpindahan massa dari partikel kecil ke partikel besar (Ghosh dan Rousseau, 2010).

d. Koalesens

Koalesens adalah fenomena di mana lapisan-lapisan droplet dalam emulsi mengalami kerusakan sehingga droplet-droplet tersebut mendekat dan bergabung membentuk satu agregat yang lebih besar. Dalam proses

ini, dua atau lebih droplet minyak bergabung menjadi satu droplet yang lebih besar karena sebaran droplet minyak berkurang, yang mengakibatkan kerusakan pada sistem emulsi. Proses koalesens dimulai dengan pendekatan antara droplet-droplet. Ketika cukup dekat, droplet-droplet ini berinteraksi sehingga permukaan mereka menjadi datar. Selanjutnya, terbentuk lapisan film di antara permukaan datar droplet-droplet ini. Tahap terakhir koalesens terjadi saat lapisan film ini mengalami kerusakan. Kerusakan ini disebabkan oleh dua mekanisme utama: pertama, pembentukan rongga antara droplet-droplet yang berdekatan yang kemudian membentuk penghubung; kedua, kekosongan antara permukaan droplet karena kurangnya adsorpsi surfaktan yang cukup untuk melapisi permukaan droplet (Dorst et al., 2004)

e. Inversi Emulsi

Inversi emulsi adalah ketika sistem emulsi mengalami perubahan fase, di mana emulsi W/O bisa berubah menjadi emulsi O/W atau sebaliknya. Kejadian ini jarang terjadi dalam industri makanan, kecuali pada produk seperti margarin dan mentega yang memiliki kandungan lemak tinggi.

16. KARAKTERISTIK EMULSI GANDA W/O/W DAN BUMBU

Sifat fisikokimia dari emulsi ganda dan bumbu mencakup beberapa karakteristik seperti ukuran partikel, pH, viskositas, morfologi, dan tingkat efisiensi enkapsulasi.

a. Ukuran Partikel

Ukuran partikel adalah ukuran yang dinyatakan berdasarkan diameter ekuivalen dari suatu material, yang disimbolkan dengan D. Particle size analyzer (PSA) adalah alat yg digunakan untuk mengukur ukuran partikel. Selain itu, fungsi PSA adalah untuk mengukur berbagai macam material bubuk kering (contohnya gula, tepung, pati, pasir, semen), Cairan/emulsi (seperti susu, margarin, mentega, krim, bakteri, darah, cat), Padatan (seperti batu, endapan, obat), Aerosol (seperti *whipped cream*, *foam*) (Merkus, 2009).

Emulsi ganda W/O/W berbeda dari emulsi tunggal. Minyak dalam emulsi ganda lebih besar dan membungkus air internal yang berukuran sangat kecil ($< 1 \mu\text{m}$). Ini membuat emulsi ganda lebih stabil dan dapat membawa bahan yang tak larut bersama. Diameter droplet minyak dalam emulsi tunggal berkisar antara 1-10 μm , sedangkan dalam emulsi ganda dapat mencapai lebih dari 50 μm .

Para ilmuwan menggunakan teknik difraksi Fraunhofer untuk mengukur seberapa kecil partikel dalam emulsi ganda dan bumbu, dengan rentang pengukuran 1-200 mikrometer. Teknik ini umum digunakan untuk mengukur partikel dalam produk makanan yang memiliki banyak jenis partikel (polidispersi). Saat menggunakan teknik ini, diasumsikan bahwa semua partikel berbentuk bola (Oppermann et al., 2017).

b. Nilai pH

PH adalah ukuran untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang diukur sebagai perbedaan potensial elektrokimia antara larutan di

dalam elektroda gelas (membran gelas) yang diketahui dan larutan di luar elektroda yang memiliki potensial elektrokimia yang tidak diketahui. Dalam industri pangan, nilai pH sangat penting untuk mengevaluasi karakteristik fisikokimia, tingkat kontaminasi mikroorganisme, dan sifat organoleptik dari emulsi pangan. Rentang umum nilai pH dalam industri pangan biasanya berkisar antara 2,5 hingga 7,5 (McClements, 2016).

Perubahan pH dalam emulsi dapat dipicu oleh asam organik dan anorganik seperti asam asetat, asam laktat, asam sitrat, asam malat, asam fumarat, dan asam fosfat. Faktor lain yang memengaruhi pH termasuk bakteri seperti streptococci dan lactobacilli, enzim seperti δ -gluconolactone, dan garam organik dan anorganik seperti garam fosfat, sitrat, karbonat, bikarbonat, oksida, dan hidroksida. Protein, yang berfungsi sebagai pengemulsi alami, juga dipengaruhi oleh pH. Saat pH mendekati titik isoelektrik, protein kehilangan kemampuannya untuk menstabilkan droplet dalam emulsi, sehingga flokulasi terjadi (Tangsuphoom dan Coupland, 2008).

c. Viskositas

Viskositas, yang didefinisikan sebagai resistensi fluida terhadap aliran, ibarat gesekan internalnya. Faktor-faktor yang memengaruhi viskositas termasuk suhu, jumlah zat terlarut, berat molekul zat terlarut, tekanan, dan komposisi bahan. Seperti yang dinyatakan oleh Raymundo et al. (2001) dalam Fatimah et al. (2012), emulsi dengan viskositas tinggi memiliki stabilitas yang lebih baik. Perubahan suhu mempengaruhi viskositas emulsi dengan meningkatkan suhu akan menurunkan viskositas,

sedangkan penurunan suhu akan meningkatkannya (Budianto, 2008).

Viskositas emulsi diukur dalam satuan miliPascal/sekon (mPa.s) atau centipoise (cP), dengan nilai 1 mPa.s setara dengan 1 cP. Emulsi ganda terdiri dari tiga fase yang masing-masing memiliki viskositas yang berbeda. Ketika fase-fase ini saling terdispersi, viskositas masing-masing fase juga ikut terpengaruh. Penambahan droplet air ke dalam droplet minyak meningkatkan viskositas fase minyak dan sekaligus mengurangi deformabilitas droplet minyak (Oppermann et al., 2017).

d. Morfologi

Pengujian morfologi emulsi digunakan untuk visualisasi struktur dan karakteristiknya secara visual. Emulsi yang stabil akan mempertahankan strukturnya selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembuatan emulsi telah dilakukan dengan baik. Pengujian stabilitas emulsi umumnya dilakukan dengan mikroskop (Yildirim, 2015).

Mikroskop optik sering dipakai untuk mengamati pembentukan emulsi ganda W/O/W dan O/W/O selama fase inversi. Emulsi ganda yang terbentuk biasanya menunjukkan tiga lapisan dengan droplet yang berbeda ukurannya. Misalnya, dalam emulsi ganda W/O/W, terdapat tiga lapisan dengan droplet yang memiliki karakteristik ukuran yang bervariasi. Tetesan terkecil (W1), sebagai fase air internal, berada di dalam dan dilapisi oleh Tetesan minyak (O) yang lebih besar. Droplet minyak ini, yang mengandung fase air, kemudian dilapisi lagi oleh droplet air eksternal (W2) yang lebih besar. Perubahan

bentuk droplet atau kehilangan salah satu droplet dalam sistem dapat mengindikasikan kerusakan pada struktur emulsi ganda tersebut (McClements, 2016).

e. Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi adalah cara untuk menguji sistem penyerapan atau enkapsulasi dengan menentukan berapa banyak zat aktif yang masih ada setelah disimpan. Zat yang diserap harus hidrofilik agar dapat larut dalam fase W1. Ada metode khusus untuk menghitung efisiensi enkapsulasi untuk zat dengan berat molekul rendah dan tinggi. Contoh zat dengan berat molekul rendah adalah gula (seperti sukrosa), elektrolit (NaCl, MgCl₂, dan KCl), dan pewarna (seperti Orange G, Carmine, Yellow #6, dan Tartrazine), sedangkan zat dengan berat molekul tinggi termasuk pewarna (seperti pewarna poly-R478). Spektrofotometri, dialisis, dan konduktometri elektrik adalah metode umum untuk mengukur efisiensi enkapsulasi. NaCl, sebagai elektrolit, diukur menggunakan konduktometer berdasarkan perubahan konduktivitas listrik atau keberadaan ion spesifik dalam fase W2 (Muschiolik dan Dickinson, 2017).

Tingkat keberhasilan emulsi ganda dan bumbu dalam menjebak garam (NaCl) di dalam fase air internal (W1) ditentukan dengan menghitung persentase NaCl yang masih berada di W1 setelah proses pencampuran (homogenisasi) dengan fase air eksternal (W2) dan disimpan selama kurun waktu tertentu. Formula yang dipakai untuk menghitung EE (Kim et al., 2017) adalah:

$$EE(\%) = (MeMi - Me) \times 100$$

Mi melambangkan massa NaCl yang ditambahkan di awal ke dalam W1, sedangkan Me menunjukkan massa NaCl yang keluar dari W1 dan masuk ke W2 selama penyimpanan.

17. EMULGATOR

Untuk menciptakan emulsi dengan jenis yang diinginkan dan memastikan stabilitas produk yang optimal, penting untuk menggunakan zat pengemulsi atau emulgator. Emulgator berperan sebagai bahan aktif pada permukaan yang mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air, serta membentuk lapisan pelindung di sekitar tetesan terdispersi untuk mencegah koalesensi dan pemisahan fase terdispersi.

Beberapa karakteristik yang diharapkan dari emulgator meliputi:

1. Kemampuan efektif dalam menurunkan tegangan antarmuka di bawah 10 dyne/cm.
2. Kemampuan untuk cepat berdifusi dan membentuk lapisan yang kuat di sekitar tetesan terdispersi, mencegah terjadinya koalesensi.
3. Menyediakan tetesan dengan muatan listrik yang cukup untuk mendorong tolak-menolak antara mereka.
4. Meningkatkan viskositas emulsi.
5. Berfungsi efektif pada konsentrasi rendah Mekanisme kerja emulgator terlibat dalam mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air, membantu pembentukan dan stabilisasi tetesan minyak dalam fase air atau sebaliknya. Emulgator juga bekerja dengan membentuk lapisan pelindung di sekitar tetesan terdispersi, yang mencegah mereka untuk saling bergabung atau kembali ke dalam fase

asalnya.

a. Penurunan Tegangan Antarmuka

Emulgator berperan sebagai penghalang antara permukaan dua cairan yang berbeda, sehingga partikel-partikelnya tidak menyatu dan flokulasi dapat dicegah.

b. Pembentuk Lapisan Antarmuka

Pengemulsi bekerja dengan membentuk lapisan tipis tunggal pada permukaan fase terdispersi berdasarkan sifatnya yang amfifil, yang berarti memiliki afinitas terhadap kedua fase, baik minyak maupun air. Karena sifat ini, pengemulsi cenderung untuk menempatkan dirinya di antarmuka antara minyak dan air, di mana molekul pengemulsi mengatur diri untuk mengurangi tegangan antarmuka antara kedua fase tersebut.

c. Penolakan Elektrik

Lapisan antarmuka berperan sebagai pembatas yang mencegah fase-fase yang berbeda dalam emulsi untuk bergabung.

Berdasarkan struktur kimianya, emulgator dibagi menjadi:

a. Bahan Pengemulsi Sintetis

1) Anionik

Di bagian ini, surfaktan yang memiliki muatan negatif seperti natrium (Na), kalium (K), dan garam-garam amonium dari asam oleat dan laurat larut dalam air dan berguna sebagai bahan pengemulsi tipe o/w. Meskipun demikian, bahan pengemulsi ini memiliki citarasa yang kurang menyenangkan dan dapat menimbulkan iritasi pada saluran pencernaan.

2) Kationik

Kelompok ini memiliki muatan positif pada permukaannya. Fungsinya adalah sebagai agen bakterisida dan juga untuk menciptakan emulsi antiinfeksi, seperti yang digunakan dalam lotion kulit dan krim.

3) Non ionic.

Ini adalah surfaktan yang digunakan sebagai agen pengemulsi untuk mencapai keseimbangan antara sifat hidrofilik dan lipofilik dari molekulnya.

b. Bahan Pengemulsi dari Alam

1) Berasal dari nabati karbohidrat

Seperti akasia, tragakan, pektin. Derivat selulosa

2) Berasal dari hewani

Gelatin, Kuning telur dan Kasein Lemak bulu domba dan kolesterol. Emulgator dapat diklasifikasikan berdasarkan cara kerjanya sebagai berikut:

a) Lapisan Monomolekuler

Jenis emulgator ini membentuk emulsi dengan membentuk lapisan tunggal dari molekul atau ion di antarmuka antara fase air dan fase minyak yang diabsorpsi.

b) Lapisan Multimolekuler

Emulgator ini membentuk lapisan liofilik yang terhidrasi di sekitar tetesan minyak yang terdispersi, membentuk struktur multimolekuler.

c) Lapisan Partikel Padat

Jenis emulgator ini terdiri dari partikel padat kecil yang dibasahi oleh fase cair dan non-cair, berperan sebagai agen pengemulsi. Partikel ini dapat berada baik dalam fase cair maupun fase minyak tergantung pada sifat hidrofilik dan hidrofobiknya.

Konsentrasi Emulgator

Tujuan utama pengemulsi adalah untuk membentuk film terkondensasi (baik film monomolekul atau multimolekul atau film partikel padat) di sekitar tetesan fase terdispersi. Konsentrasi pengemulsi yang tidak mencukupi tidak banyak membantu mencegah penggabungan. Peningkatan konsentrasi emulsifier di atas tingkat optimum mencapai sedikit peningkatan stabilitas. Umumnya, pengemulsi 10 g minyak akan membutuhkan 0,33 g zat pengemulsi.

Fungsi Emulgator Di Farmasi

- Emulgator digunakan sebagai penstabil untuk meningkatkan stabilitas emulsi.
- Emulsifying agent atau emulgent menghambat flokulasi, creaming, dan coalescence (pecah, retak) dalam emulsi dalam emulsi.
- Emulgator mengurangi tegangan antarmuka antara dua fase emulsi.
- Beberapa agen pengemulsi membuat film monomolekul atau multimolekul atau film partikel padat pada satu fase yang membentuk globul yang saling tolak. Gaya tolak ini menyebabkan mereka tetap tersebar di media dispersi.
- Beberapa zat pengemulsi dapat memodifikasi viskositas medium, yang membantu menciptakan dan mempertahankan suspensi globul dari fase terdispersi. Prebiotik, Probiotik, Sinbiotik, Psikobiotik

18. DEMULSIFIER

Demulsifier adalah senyawa kimia yang larut dalam minyak dan terlarut di antarmuka, yang memiliki kemampuan untuk mengganggu aksi agen pengemulsi. Ketika demulsifier ditambahkan ke dalam emulsi, senyawa ini menyerap ke antarmuka, mendorong agen pengemulsi ke dalam fase minyak. Dampaknya, tetesan emulsi akan berkoalesensi dan mengendap. Keefektifan demulsifier dalam suatu lapangan bisa berbeda dari lapangan lain karena perbedaan karakteristik minyak. Demulsifier terdiri dari berbagai intermediate yang memiliki karakter, keunggulan, dan kelemahan yang berbeda. Oleh karena itu, kombinasi intermediate diperlukan untuk menciptakan demulsifier optimal, namun proses penggabungan ini tidak selalu mudah karena setiap intermediate mungkin tidak kompatibel satu sama lain. (PT. EON chemical Putra, Andriawan). Berikut adalah sifat demulsifier :

1. Larut dalam minyak.
2. Bertindak dengan cepat setelah diinjeksikan.
3. Memerlukan suhu yang cukup tinggi untuk efektifitasnya.
4. Setiap jenis minyak membutuhkan demulsifier yang sesuai.
5. Efektivitas demulsifier saat ini tidak menjamin efektifitasnya di masa depan
6. Formulasi di lapangan untuk memilih demulsifier yang tepat.
7. Berguna untuk menjernihkan air yang dibuang ke Cooling Pond (dalam kerjasama dengan reverse demulsifier).
8. Tetap efektif meskipun minyak telah mencapai Shipping Tank dan seterusnya.
9. Injeksi demulsifier yang berlebihan dapat meningkatkan kandungan minyak dalam air yang dibuang ke Cooling Pond.

Demulsifier, yang termasuk dalam kelompok surfaktan,

bekerja dengan cara mengurangi tegangan permukaan minyak. Proses ini menyebabkan emulsi menjadi tidak stabil karena partikel-partikel minyak cenderung bergabung dan membentuk partikel yang lebih besar, yang akhirnya menyebabkan terjadinya pemisahan berdasarkan berat jenis fluida.

Kerja demulsifier yang esensial untuk dipahami meliputi hal-hal berikut:

- a. *Fast Water Drop*, dengan cepat memisahkan emulsi menjadi fase minyak dan air.
- b. *Slow Water Drop*, prosesnya lebih lambat dalam memisahkan emulsi menjadi fase minyak dan air.
- c. Mencegah reemulsi selama proses transportasi.
- d. Anti Aging, menjaga agar emulsi atau minyak tidak mengalami penuaan secara cepat.
- e. Pour Point, mencegah pembekuan minyak selama proses pengiriman.
- f. *Oil Quality*, memastikan bahwa kualitas minyak yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diperlukan.
- g. Mengurangi kadar *Oil Content* dalam air.
- h. Mengurangi kadar *Salt Content* dalam air.

Demulsifier larut dalam minyak, sehingga untuk mengencerkannya dapat menggunakan bensin, minyak tanah, atau avtur. Namun, pelarut terbaik adalah pelarut aromatik seperti xylene, toluene, atau benzena.

Pemakaian Demulsifier

Penggunaan demulsifier menghasilkan dampak sebagai berikut:

1. Memungkinkan pemisahan air dari emulsi dengan cepat; beberapa zat kimia dapat memisahkan air secara efisien sebelum seluruh air dilepaskan, yang dapat meningkatkan kandungan BS & W. Beberapa zat kimia lain memisahkan

- air lebih lambat tetapi menghasilkan lebih banyak minyak.
2. Memastikan pemisahan yang sempurna antara air dan emulsi.
 3. Efektif dalam pengobatan dengan dosis rendah.
 4. Tidak meninggalkan residu berbahaya yang dapat memengaruhi produksi minyak mentah atau pengolahan limbah.

19. REVERSE DEMULSIFIER

Reverse demulsifier digunakan dalam sistem emulsi minyak sebagai fase terdispersi, di mana minyak tersebar dalam air. Penggunaan reverse demulsifier merupakan langkah akhir untuk menyempurnakan proses pemisahan air dan minyak. Penggunaan bahan kimia ini penting karena keterbatasan fasilitas produksi dalam menghasilkan air buangan berkualitas tinggi yang akan diinjeksikan kembali ke dalam bumi sebagai water plug, dengan kadar minyak serendah mungkin (≤ 25 ppm). Reverse demulsifier berfungsi untuk menurunkan kadar minyak dalam air yang akan masuk ke skimming tank (Ros, Process & Treatment team's, 2009).

Reverse demulsifier bekerja dengan menurunkan tegangan permukaan partikel minyak, sehingga partikel minyak dapat bergabung menjadi lebih besar. Setelah partikel air dan minyak menjadi lebih besar, pemisahan akan terjadi secara gravitasi (Arnold, Steward, 1998).

a. Sifat-sifat reverse demulsifier adalah sebagai berikut :

1. Membantu demulsifier memisahkan minyak yang terlarut dalam air.
2. Ada yang larut dalam air (Koagulan).
3. Ada yang larut dalam minyak (Flokan).

4. Dibutuhkan reverse demulsifier yang cocok untuk setiap jenis air terproduksi.
5. Agar dihasilkan air dengan kadar minyak yang sesuai, reverse demulsifier harus cocok dengan demulsifier yang digunakan.
6. Butuh pengujian botol untuk menemukan reverse demulsifier yang tepat.
7. Reverse demulsifier masih berfungsi meskipun air sudah berada di surge tank.

b. Jenis Reverse Demulsifier

Jenis reverse demulsifier ada 2 yaitu Koagulan dan Flokulan.

Berikut adalah sifat dari Koagulan :

- 1) Larut dalam air.
- 2) Lambat membentuk butiran.
- 3) Dapat diinjeksikan tanpa stringer.
- 4) Dapat diinjeksikan di #GS.

Berikut adalah sifat dari Flokulan :

- 1) Larut dalam minyak.
- 2) Cepat membentuk butiran.
- 3) Lebih kental dari pada koagulan.
- 4) Harus diinjeksikan menggunakan stringer.
- 5) Diinjeksikan jauh dari #GS.

c. Metode Emulsifikasi

Emulsifikasi adalah salah satu langkah terpenting dalam proses mikroenkapsulasi karena pengaruhnya terhadap efisiensi mikroenkapsulasi dan stabilitas produk akhir. Secara tradisional, emulsifikasi dicapai dengan homogenisasi geser tinggi. Namun, teknik emulsifikasi baru

yang berbeda seperti mikrofluidisasi dan ultrasonikasi telah diuji dalam mikroenkapsulasi bahan inti yang berbeda. Namun, hanya sedikit penelitian yang dilakukan terhadap minyak nabati kaya omega-3. Kelompok penelitian kami membandingkan homogenisasi geser tinggi (19.000 rpm selama 9 menit) dengan ultrasonikasi (60 detik pada daya 150 W) dan menguji efisiensi mikroenkapsulasi, hasil produk, dan ukuran partikel untuk enam kombinasi bahan dinding yang berbeda (Tontul dan Topuz, 2013).

Berdasarkan hasil, efisiensi mikroenkapsulasi secara umum ditingkatkan dengan ultrasonikasi; dalam duakombinasi efisiensi serupa diperoleh dengan teknik emulsifikasi yang berbeda. Demikian pula, ukuran partikel emulsi yang lebih kecil diperoleh dengan ultrasonikasi, kecuali dengan kombinasi bahan dinding HiCap 100: konsentrat protein whey. Selain itu, hasil produk tidak terpengaruh oleh metode emulsifikasi. Dalam studi lain tentang optimalisasi mikroenkapsulasi minyak biji rami, kelompok penelitian kami menemukan hubungan linier antara waktu ultrasonikasi dan efisiensi mikroenkapsulasi (Tontul dan Topuz, 2014).

Namun terdapat penelitian yang melaporkan bahwa mikrokapsul minyak chia yang diproduksi pada tekanan homogenisasi yang lebih rendah memiliki oksidasi yang lebih rendah pada akhir masa penyimpanan pada suhu 20°C selama 6 bulan (Ixtaina et al., 2015).

Beberapa penelitian yang membandingkan teknik emulsifikasi yang berbeda (homogenisasi geser tinggi, ultrasonikasi, dan mikrofluidisasi) pada mikroenkapsulasi minyak ikan juga diterbitkan. Menurut laporan Jafari dkk.

(2007) , ukuran tetesan emulsi terkecil diperoleh dengan mikrofluidisasi (0,21 μm), diikuti dengan ultrasonikasi (2,2 μm). Namun, cakupan minyak permukaannya ternyata serupa. Salah satu faktor terpenting selama emulsifikasi energi tinggi seperti ultrasonikasi dan mikrofluidisasi adalah beban energi pada emulsi. Selama emulsifikasi, ukuran partikel dapat ditingkatkan dengan menyuplai lebih banyak energi. Fenomena ini disebut pemrosesan berlebihan (over-processing) dan disebabkan oleh laju adsorpsi zat aktif permukaan yang terlalu lambat, waktu tinggal emulsi yang singkat dalam zona emulsifikasi, laju penggabungan yang tinggi, dan kepadatan energi yang sangat tinggi (Jafari dkk., 2008b).

Oleh karena itu, energi yang dimuat atau durasi proses emulsifikasi harus dioptimalkan dalam mikroenkapsulasi. Emulsifikasi dalam perangkat mikrofluida dapat dikontrol dengan sangat ketat, dan berbagai hubungan penskalaan tersedia untuk menggambarkan ukuran tetesan sebagai fungsi dari kondisi proses dalam berbagai geometri yang saat ini digunakan (Schroën et al., 2015).

Jumlah energi yang perlu digunakan untuk emulsifikasi pada perangkat mikrofluida bisa sangat berbeda dari yang diterapkan pada skala besar, dengan perangkat emulsifikasi skala mikrometer bekerja jauh lebih hemat energi (Schroën et al., 2014).

Agar dapat mewujudkan emulsifikasi pada input energi yang lebih rendah namun pada skala yang lebih besar, throughput chip mikrofluida yang berada dalam kisaran $\mu\text{l h}^{-1}$ perlu ditingkatkan dengan paralelisasi chip, untuk mencapai puluhan $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ yang biasanya diperlukan

dalam produksi makanan, atau dalam jalur persiapan bahan makanan. Tentu saja ini adalah langkah besar yang harus dilakukan, namun kemajuan besar telah dicapai. Ada dua pendekatan yang menarik di sini, yang pertama adalah memilih perangkat yang secara inheren memiliki produktivitas tinggi, seperti semua teknik berbasis geser termasuk sambungan berbentuk T dan Y, serta perangkat pemfokusan aliran, dan mengatur sistem ini di sekitar saluran pusat. Hal ini telah ditunjukkan misalnya dalam karya (Nisisako dan Torii 2008) ; dan untuk membuat tetesan yang seragam, aliran fase kontinu dan fase terdispersi perlu dikontrol dengan sangat hati-hati. Selain itu, pekerjaan yang dilakukan pada emulsifikasi saringan mikro (Situs Web Aquamarijn Microfiltrasi BV) dapat dianggap sebagai teknik mikrofluida berbasis geser yang ditingkatkan, karena saringan mikro mempunyai pori-pori yang sangat seragam. Berbagai aspek, seperti aktivasi dan interaksi pori, yang menyebabkan penurunan produktivitas dan mempengaruhi keseragaman tetesan yang terbentuk telah dibahas (Gijsbertsen-Abrahamse et al., 2004).

Meskipun sebenarnya membran bukanlah perangkat mikrofluida yang ditingkatkan, membran telah berhasil digunakan dalam emulsifikasi; dalam hal ini pori-porinya kurang seragam seperti yang terjadi pada mikrofluida, namun tetap saja emulsi yang terbentuk agak seragam, dan dapat diproduksi dengan masukan energi rendah. Gambaran umum yang bagus tentang semua metode emulsifikasi dapat ditemukan dalam ulasan Vladisavljević dkk. (2012) . Emulsifikasi membran dalam kaitannya dengan makanan diulas oleh Charcosset (2009).

EMULSIFIKASI SPONTAN

Emulsifikasi spontan adalah metode alternatif yang hemat biaya dan hemat energi yang memanfaatkan energi kimia yang tersimpan dalam sistem (Bilbao-Sáinz et al., 2010).

Berdasarkan sistem ini, sistem yang disiapkan dalam industri farmasi disebut sebagai sistem penghantaran obat pengemulsi mandiri atau sistem penghantaran obat nanoemulsifikasi. Ada tiga mekanisme utama dari proses ini:

- a. Efek Marangoni (ketidakstabilan interfase) yang disebabkan oleh tegangan permukaan dalam dispersi menghasilkan tetesan individu,
- b. Ketika tegangan antar muka mencapai hampir nol, terjadi dispersi disertai dengan peningkatan spontan pada luas permukaan antarmuka,
- c. Ketika dua fasa bercampur, fasa baru mengembun di daerah lewat jenuh.

Secara khusus, mekanisme ini terjadi ketika dua fase (fase organik dan fase air) bercampur secara spontan. Misalnya, fase organik yang terdiri dari minyak nonpolar dan surfaktan hidrofilik dan/atau pelarut organik yang larut dalam air dapat ditambahkan secara perlahan ke dalam air. Sebagai alternatif, air dapat ditambahkan ke fase organik yang mengandung minyak nonpolar, pelarut organik yang dapat larut dalam air, dan surfaktan.

Sejumlah mekanisme fisikokimia terjadi ketika dua fase bercampur. Misalnya, ketika dua fasa disatukan pada saat pencampuran, ketika komponen berpindah dari fasa terdispersi ke fasa kontinu, hal ini akan menyebabkan peningkatan luas antarmuka minyak-air, kekuatan turbulen yang besar, dan

pembentukan tetesan secara spontan. Jenis aplikasi ini banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman ketika suatu produk menjadi keruh ketika air ditambahkan ke sistem perasa, seperti minuman beralkohol rasa adas manis, misalnya ouzo dari Yunani (Horn dan Rieger, 2001).

Hal ini membantu pembentukan tetesan kecil ketika air ditambahkan ke etanol yang mengandung minyak adas manis yang menyebarkan cahaya. Kerugian utama dari pendekatan ini adalah persyaratan konsentrasi surfaktan yang tinggi yang tidak diinginkan dalam aplikasi yang berhubungan dengan makanan karena keteraturan, sifat organoleptik, dan biaya surfaktan.

EMULSIFIKASI MEMBRAN

Emulsifikasi membran melibatkan pemaksaan satu cairan yang tidak dapat bercampur, fase potensial terdispersi, ke dalam cairan lain melalui membran, biasanya kaca, yang mengandung ukuran pori yang seragam. Dalam proses batch, tetesan emulsi dibuat dengan memaksa fase yang akan terdispersi melalui membran yang ditahan dalam wadah yang berisi fase kontinyu. Pada proses kontinyu, fasa kontinyu mengalir melalui membran silinder yang terletak di dalam tabung yang berisi fasa potensial terdispersi. Fase yang akan terdispersi diberi tekanan sehingga dipaksa melewati membran.

Ukuran partikel yang diperoleh dengan menggunakan emulsifikasi membran bergantung pada diameter pori-pori membran dan tegangan antarmuka kedua fase produk. Tersedia membran dengan ukuran pori berbeda dan memungkinkan produksi emulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sangat sempit dan disesuaikan. Keuntungan utama emulsifikasi membran adalah efisiensi energi sistem yang tinggi dan

distribusi ukuran partikel yang sangat sempit yang dapat dicapai dengan teknik ini. Namun, saat ini teknik tersebut belum ditemukan penerapannya di luar skala laboratorium. Fluks terbatas yang dapat dicapai dengan emulsifikasi membran membatasi penerapannya pada pengolahan susu.

EMULSIFIKASI-GELASI

Emulsifikasi gelasi adalah metode lain yang sering digunakan untuk menyiapkan mikropartikel protein. Metode ini melibatkan proses untuk menstabilkan emulsi tetesan minyak dalam larutan protein berair (O/W) atau tetesan protein berair dalam fase minyak (W/O), diikuti dengan gelifikasi protein dengan pemanasan, pengikatan silang kimia atau enzimatis (Cho *et al.* , 2003; Gan *et al.* , 2008; Heelan dan Corrigan, 1998).

Ukuran partikel bervariasi dari beberapa mikrometer hingga 500 μm . Keunggulan teknik ini adalah kelayakannya untuk produksi skala besar dan kemampuannya menghasilkan mikropartikel dengan rentang diameter yang luas dengan mengontrol ukuran emulsi. Namun, kekhawatiran mengenai proses pemanasan untuk formulasi yang mengandung bahan-bahan yang sensitif terhadap panas, dan keamanan ikatan silang kimia, telah membatasi penerapan teknik ini. Gelasi protein yang diinduksi secara enzimatis menggunakan transglutaminase mungkin merupakan teknik yang menjanjikan untuk pembentukan sistem pengiriman nutraceutical mikro/nanopartikel. Emulsifikasi/gelasi dingin internal adalah metode aman lainnya yang mungkin layak untuk menyiapkan mikropartikel protein makanan dalam skala besar untuk aplikasi makanan (Chen dan Subirade, 2007a; Chen *et al.*, 2006).

Metode ini didasarkan pada pelepasan ion kalsium dari garam kalsium yang larut dalam asam dalam larutan protein pradenaturasi yang diemulsi. Hal ini dicapai dengan pengasaman dengan asam yang larut dalam minyak, yang berpartisi ke fase air terdispersi, melepaskan kalsium larut dan memulai gelasi. Dengan menggunakan teknik ini, mikrosfer whey dan protein kedelai telah berhasil dikembangkan pada suhu kamar. Dengan memodulasi kondisi emulsifikasi, ukuran partikel dapat dikontrol dari diameter 30 hingga 500 μm . Metode ini dapat membuka peluang menarik untuk penggunaan protein pangan sebagai pembawa senyawa nutraceutical sensitif dalam pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anief. (2000). Ilmu Meracik Obat, Teori dan Praktek, . *Gajah Mada University Press*.
- Anief, M. (1993). *Farmasetika*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Anief, M. (1994). *Faramasetika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Anonim. (1995). *Farmakope Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ansel. (1989). Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi Martin. In d. Martin, *Farmasi Fisika II* (p. 1145).
- Ansel, C. H. (1985). *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Ansel, V. (1989-1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Buku Scovilles halaman 318*. (n.d.). Fornas Edisi II.
- Hayyan, I. (n.d.). Pengertian Surfaktan atau Emulsi. <https://ibnuhayyan.wordpress.com>, pp. diakses 14-12-2015.
- Ian. (17, Januari 2009). Sistem Koloid. <https://blogkita.info/tag/emulsi/>, pp. diakses 23-10-2014.
- Jenkins. (1957). *The Art Of Compounding*.
- Lachman, L. d. (2008). *Teori dan Praktek Farmasi Industri*. Jakarta: UI Press FI VI (Dirjen POM,1995:7).
- Lahman, L, d. (1994). *Teori dan Praktek Farmasi Industri Edisi III*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Mahabah, N. (16, Mei 2009). *Farmasetika*. <https://www.freewebs.com/leosylvi/koloidemulsi.html>, pp. diakses 23-10-2014.
- Mahabah, N. (16, Mei 2009). Kloid Suspensi Larutan(Kimia). <https://nuranimahabbah.wordpress.com/2009/06/16/koloid-suspensi-larutan-kimia/>, pp. diakses 23-10-2014.
- Martin, A. S. (1993). *Farmasi Fisika 2. Edisi III*. Jakarta: UI Press. Pp. 940-1010, 1162,1163,1170.

- Martin, d. (1993). *Farmasi Fisika II*.
- Martin, W. (1971). *Dispensing of Medication 7th edition*. USA: Marck Publishing Company.
- Swarbrick. (2007). *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*.
- Voight, R. (1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi Edisi V*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Winarno, F. G. (1992). Kimia Pangan dan Gizi. In Lachman. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- <https://slideplayer.info/slide/3108840/>
- <http://eprints.undip.ac.id>
- <https://farmasiindustri.com/industri/emulgator-adalah.html#jenis-emugator> <https://www.sciencedirect-com.translate.goog/topics/food-science/emulsification? x tr sl=en& x trhl=id x tr pto=tc>

BIODATA PENULIS



Apt. Diah Wardani, M.Farm.

Dosen Program Studi Farmasi

Prodi D-III Farmasi

STIKes Karsa Husada Garut

Penulis lahir di Garut tanggal 21 Agustus 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D-III Farmasi, STIKes Karsa Husada Garut, dan juga sebagai Sekertaris Prodi D-III Farmasi STIKes Karsa Husada Garut, menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Farmasi di Universitas Garut Lulus Pada Tahun 2014 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Farmasi Konsentrasi Teknologi Farmasetika dan Kosmetik Universitas Padjajaran dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2021 Penulis melanjutkan Pendidikan Profesi di Universitas Padjajaran. Penulis menekuni bidang Menulis dan melakukan riset dan penelitian di bidang farmasi khususnya bidang Teknologi Farmasi dan Resep.

BIODATA PENULIS



Apt. Anna L Yusuf, M. Farm

Dosen Program Studi D3 Farmasi
STIKes Muhammadiyah Ciamis

Penulis adalah dosen tetap di Program Studi D3 Farmasi STIKes Muhammadiyah Ciamis sejak 2008 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan S1 di Fakultas

Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta dan Pendidikan Profesi Apoteker di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Kemudian melanjutkan S2 di Fakultas Farmasi Universitas Setiabudi Surakarta.

BIODATA PENULIS



Davit Nugraha, M. Farm.

Dosen Program Studi D3 Farmasi
STIKes Muhammadiyah Ciamis

Penulis adalah dosen tetap di Program Studi D3 Farmasi STIKes Muhammadiyah Ciamis sejak 2008 sampai sekarang. Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta kemudian melanjutkan Strata 2 di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

BIODATA PENULIS



Apt. Ida Erna Widiyawati., S.Si., M.M.Kes.

Dosen Program Studi Farmasi
Universitas Al-Ghifari Bandung

Penulis Lahir di Cirebon 15 Agustus 1971. Penulis adalah dosen tetap pada program Studi MIPA Farmasi Universitas Al-Ghifari Bandung. Menyelesaikan Pendidikan S1 Farmasi di Universitas Al-Ghifari Bandung kemudian melanjutkan Pendidikan Profesi Apoteker di Universitas Bhakti Kencana BAndyng dan S2 di Universitas Lalang Buana Bandung.

BIODATA PENULIS



Apt. Meiti Rosmiati, S.Si., M.Farm.

Dosen Tetap Program Studi D3 Farmasi
Politeknik Piksi Ganesha

Penulis lahir di Bandung 6 Mei 1970 adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Farmasi Politeknik Piksi Ganesha, dan dosen tidak tetap di STIKes Karsa Husada Garut. Menyelesaikan Pendidikan S1 Farmasi , Apoteker dan S2 Farmasi di Universitas Padjadjaran, dan sedang menempuh Pendidikan S3 di Universitas Padjadjaran Bandung.

BIODATA PENULIS



Apt. Multiani S. Latif, M.Farm
Dosen Program Studi S1 Farmasi
Universitas Negeri Gorontalo

Penulis lahir di Gorontalo 02 Oktober 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Farmasi Universitas Negeri Gorontalo. Menyelesaikan Pendidikan S1 Farmasi di Universitas Negeri Gprpntalo, dan melanjutkan Pendidikan Profesi Apoteker dan S2 Farmasi Bidang Teknologi Farmasi dan Kosmetika di Universitas Padjadjaran Bandung.

BIODATA PENULIS



Apt. Mohamad Aprianto Paneo, M.Farm

Dosen Program Studi S1 Farmasi
Universitas Negeri Gorontalo

Penulis lahir di Gorontalo 12 April 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Farmasi Universitas Negeri Gorontalo. Menyelesaikan Pendidikan S1 Farmasi di Universitas Negeri Gorontalo, dan melanjutkan Pendidikan Profesi apoteker dan S2 Farmasi Bidang Teknologi Farmasi dan Kosmetika di Universitas Padjadjaran Bandung.