

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sabun**

##### **2.1.1. Definisi sabun**

Sabun merupakan salah satu produk yang di gunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk berbagai keperluan pembersihan dan kosmetik (Shahinuzzaman et al., 2016). Sabun memiliki manfaat terapeutik, salah satunya adalah membantu mengatasi gangguan kesehatan pada kulit yang diakibatkan oleh infeksi bakteri maupun jamur. Artinya, sabun juga dapat berfungsi sebagai agen penyembuh dengan cara menjaga kebersihan tubuh, sehingga menurunkan risiko terkena berbagai penyakit (Mastur et al., 2022.). Pada dasarnya, sabun merupakan hasil reaksi antara asam lemak yang berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan senyawa natrium atau kalium, menghasilkan bentuk padat, lunak, atau cair yang mampu menghasilkan busa. Sabun dibuat melalui proses saponifikasi, yaitu reaksi kimia antara lemak dan basa yang menghasilkan gliserol serta asam lemak bebas (Aji & Nuriani, 2018).

##### **2.1.2. Jenis-jenis sabun**

###### **1. Sabun padat**

Sabun batang adalah jenis sabun yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari, memiliki bentuk yang padat dan tidak transparan. Produk sabun mandi jenis ini mudah ditemukan di pasaran. Namun, proses pembuatannya memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai bentuk yang benar-benar padat. Sabun jenis ini dibuat melalui proses saponifikasi, yaitu reaksi kimia antara minyak tumbuhan atau lemak dengan natrium hidroksida (NaOH), sehingga menghasilkan sabun bertekstur keras atau padat (Kusuma Ningrum et al., 2023)

###### **2. Sabun cair**

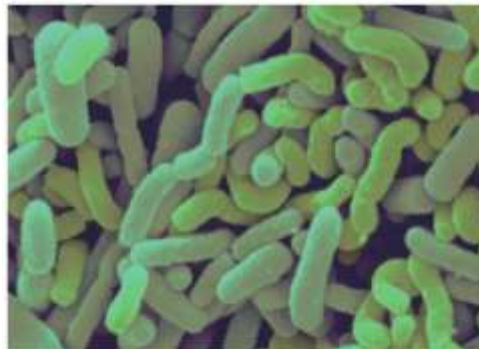
Sabun cair merupakan sediaan pembersih yang berbentuk larutan dan biasanya dikemas dalam wadah botol dengan pompa atau dispenser. Dibandingkan dengan sabun batang, sabun cair memiliki beberapa keunggulan, seperti lebih praktis untuk dibawa, mudah dalam penyimpanan, tidak mudah terkontaminasi kotoran atau rusak, serta dikemas dengan tampilan yang lebih menarik. Dalam proses pembuatannya, salah satu bahan dasar alami yang digunakan adalah minyak atau lemak yang berasal dari sumber nabati maupun hewani. (Widyasanti et al., 2017).

### 2.1.3. Preformulasi

#### 1. Leusidal

Nomor kode : M15019

INCI Nomenclature : Lactobacillus Ferment



**Gambar 1** Bakteri Lactobacillus Ferment (M15019-Leucidal-Liquid-SF-Technical-Data-Sheet-V8, 2023)

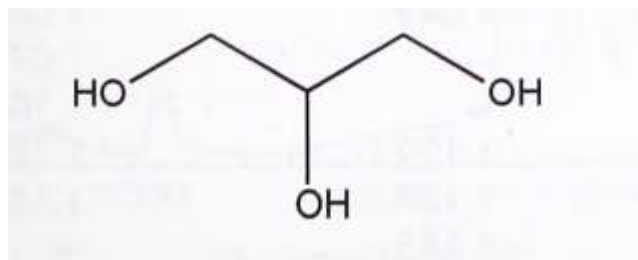
Leucidal adalah pengawet yang berasal dari bakteri asam laktat dengan basis probiotik menggunakan fermentasi dari bakteri laktobasillus. Leucidal dibuat dalam bentuk cair untuk mempermudah penggunaan, selain itu dalam proses pembuatan leucidal ini dilakukan filtrat dan penambahan lisozim pada saat fermentasi untuk memfasilitasi lisi pada sel dapat terkendali. Sehingga pelepasan peptida antimikrobanya dapat berkerja secara maksimal. Leucidal cair SF ini memiliki penampilan cairannya bening hingga keruh. Rekomendasi penggunaan yang disarankan pada rentang 2,0% – 4,0%. Selain itu leucidal

pada campuran produk di tambahkan pada pH 3-8 dengan fase dingin di bawah 70°C sebelum di beri xanthan gum dan Carbopol ultrez 10 (M15019-Leucidal-Liquid-SF-Technical-Data-Sheet-V8, n.d.).

## 2. Vegetable glycerin

Rumus kimia :  $C_3H_8O_3$

BM : 92.09



**Gambar 2** Struktur kimia Vegetable glycerin (Allen, 2015)

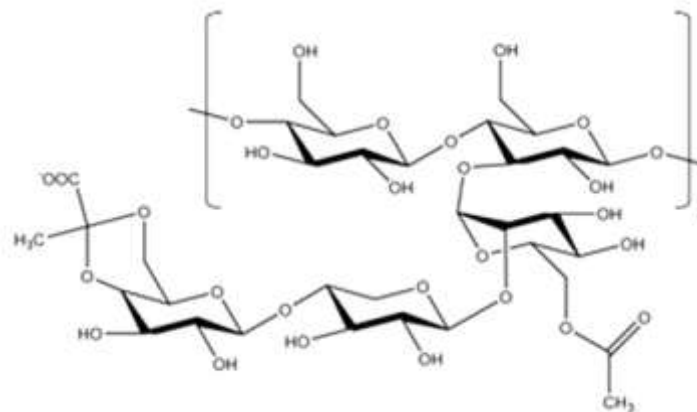
Vegetable glycerin adalah bahan multifungsi yang digunakan sebagai pengawet antimikroba, pelembut, humektan, pelumas, pembuat plastisin, pelarut, alas supositoria, pemanis, penambah viskositas, dan bahan tonisitas. Bahan ini larut dengan baik dalam pelarut seperti etanol (95%), metanol, dan air. Gliserin dapat menjadi eksplosif jika dicampur dengan zat pengoksidasi kuat, seperti kromium trioksida, kalium klorat, atau kalium permanganat. Dalam larutan encer, reaksi oksidasi berlangsung lebih lambat dan menghasilkan beberapa produk oksidasi (Allen, 2015)

Warna hitam pada gliserin dapat muncul ketika terkena cahaya atau bersentuhan dengan seng oksida atau bismut nitrat basa. Kontaminasi besi dalam gliserin juga menyebabkan penggelapan campuran yang mengandung fenol, salisilat, atau tanin. Selain itu, gliserin dapat membentuk kompleks dengan asam borat yang dikenal sebagai asam gliseroboroat, yang memiliki sifat keasaman lebih kuat dibandingkan asam borat (Allen, 2015)

## 3. Xanthan gum

Rumus kimia :  $C_{35}H_{49}O_{29}$

BM : 240



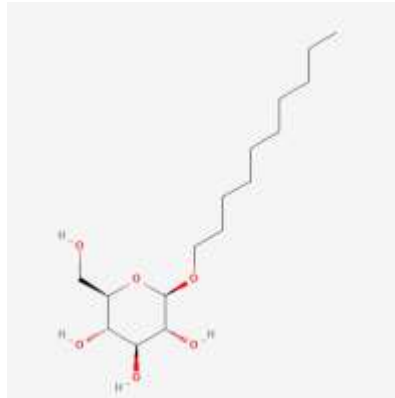
**Gambar 3** Struktur kimia Gum xanthan (Ng et al., 2020)

Gum xanthan merupakan senyawa anionik yang tidak kompatibel dengan surfaktan kationik, polimer, atau pengawet karena dapat menyebabkan terjadinya pengendapan. Pengendapan juga dapat terjadi dengan surfaktan anionik dan amfoterik pada konsentrasi tinggi. Ion logam polivalen, seperti kalsium, dapat memicu gelasi dalam kondisi basa, tetapi hal ini dapat dicegah dengan penggunaan sekuestran atau penyesuaian pH. Gum xanthan dapat bercampur dengan sebagian besar zat peningkat viskositas dan larutan organik hingga konsentrasi 50%, meskipun presipitasi atau gelasi dapat terjadi pada konsentrasi yang lebih tinggi. Viskositas gum xanthan meningkat jika digunakan bersama bahan seperti ceratonia dan gom guar, meskipun efek ini berkurang dengan adanya garam. Gum xanthan tidak kompatibel dengan zat pengoksidasi seperti persulfat dan peroksida, yang dapat menyebabkan depolimerisasi, terutama dalam kondisi panas atau dengan keberadaan logam transisi. Selain itu, gum xanthan dapat berinteraksi dengan beberapa bahan aktif, seperti amitriptyline, tamoxifen, dan verapamil (Ng et al., 2020).

#### 4. Decyl glucoside

Rumus kimia :  $\text{C}_{15}\text{H}_{32}\text{O}_6$

BM : 320,42 gram/mol



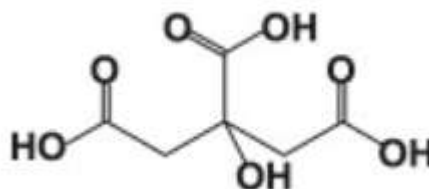
**Gambar 4** Struktur kimia Decyl glukosida (PubChem, 2025)

Decyl glukosida merupakan surfaktan yang berasal dari alami non-ionik yang umum digunakan dalam formulasi kosmetik, termasuk sampo bayi dan produk untuk kulit sensitif. Surfaktan ini disintesis melalui reaksi antara glukosa yang berasal dari pati jagung dengan dekanol, alkohol lemak yang diperoleh dari kelapa (Azzahrah et al., 2022). Decyl glucoside memiliki kompatibilitas yang baik dengan surfaktan kationik, anionic, amfoterik dan non anionic lainnya. Selain itu kondisi penyimpanan dan pengangannya juga harus diperhatikan juga, karena Decyl glukosida tidak dapat dicampur dengan agen pengoksidasi, agen pereduksi kuat ataupun asam dan basa kuat yang dapat mengakibatkan produk yang dibuat tidak baik (DECYL-GLUCOSIDE EU, 2015).

#### 5. Citric acid

Rumus kimia :  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$

BM : 210.14



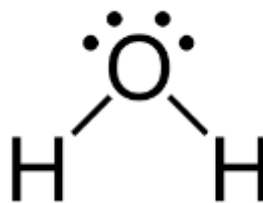
**Gambar 5** Struktur kimia Citric Acid (Allen, 2015)

Citric acid adalah bahan yang digunakan sebagai buffering agent, selain itu asam sitrat tidak cocok dengan kalium tartrat, karbonat alkali dan alkali tanah, bikarbonat, asetat, dan sulfida. Ketidakcocokan juga meliputi zat pengoksidasi, basa, zat pereduksi, dan nitrat. Zat ini berpotensi meledak jika dikombinasikan dengan logam nitrat. Saat disimpan, sukrosa dapat mengkristal dari sirup dengan adanya asam sitrat (Chemical Safety Data Sheet MSDS / SDS Citric Acid Monohydrate, 2023)

## 6. Aquades

Rumus kimia :  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$

BM : 18,02



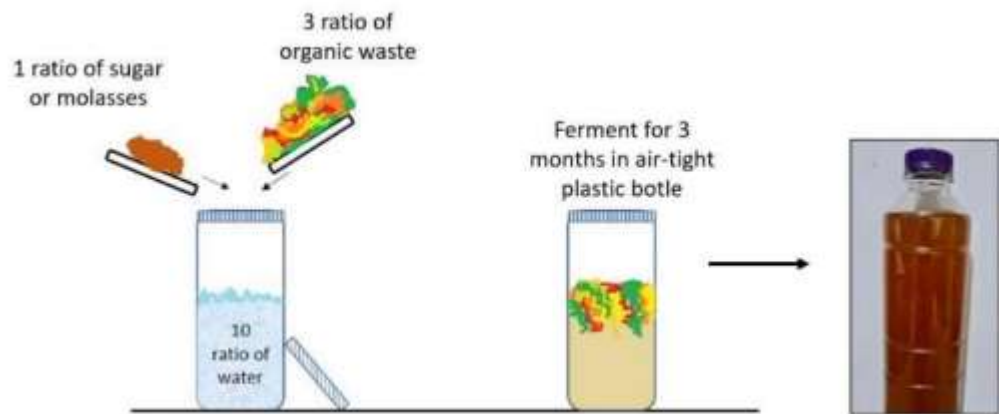
**Gambar 6** Struktur kimia aquadest (Dirjen, POM. 1979).

Aquades merupakan air hasil penyulingan yang bebas dari zat-zat pengotor sehingga bersifat murni dalam laboratorium (Minarsih & Dyaharesti, 2022). Aquades berwarna bening, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Dalam penelitian lain, aquadest digunakan sebagai pelarut untuk ekstraksi pada suatu senyawa, dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan aquadest sebagai pelarut berpengaruh terhadap kadar senyawa yang diekstraksi. Hal ini dikarenakan aquadest merupakan pelarut yang memiliki kemurnian yang tinggi dan efektif (Maya Sari et al., 2023).

## 2.2. Eco-enzyme

Eco enzyme merupakan cairan yang dilakukan dengan proses fermentasi dari pencampuran bahan organik dalam jangka waktu tertentu. Komponen dalam pembuatan eco-enzyme terdiri dari bahan organik baik itu sayur atau buah yang sudah tidak digunakan lagi, gula merah dan air dengan perbandingan

pada masing-masing komponen yaitu (3 : 1 : 10). Dalam proses fermentasi untuk menghasilkan eco-enzyme yang diinginkan membutuhkan waktu selama 3 bulan. Proses ini di perkenalkan pertama kali oleh Dr. Rosukon Poompanvong yang dijadikan solusi dalam mengelola limbah organic rumah tangga (Sulistyah et al., 2022 ;Nurlatifah et al., 2022).



**Gambar 7** Sumber (Sulistyah et al., 2022)

Selama proses fermentasi ini bahan organic akan terurai menjadi senyawa organic yang aktif seperti asam asetat, asam laktat, dan senyawa lainnya yang dihasilkan oleh produk eco-enzyme (Putri et al., 2024 ; Nurlatifah et al., 2022). Berdasarkan warna dan aroma yang dihasilkan eco-enzyme ini memiliki variasi yang berbeda, hal ini didasarkan pada bahan organic yang digunakan dalam proses pembuatan (Nurlatifah et al., 2022).

Produk eco-enzyme ini memiliki berbagai macam manfaat, seperti:

1. Sebagai pembersih dan antibakteri: hal ini dikarenakan eco-enzyme asam organic yang terkandung dan senyawa bioaktif yang mempunyai kemampuan dalam membunuh bakteri atau pathogen.
2. Pengelohan limbah: eco-enzyme dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pengurangan limbah yang berdasarkan parameter polusi seperti Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solids (TSS) dalam limbah cair.

Pertanian dan Lingkungan: Eco-enzyme dapat digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meminimalkan penggunaan pupuk kimia yang berlebihan. (Putri et al., 2024 ; Nurlatifah et al., 2022; Suliestyah et al., 2022 ).

### **2.3. Tamanan Nanas Madu (Ananas Comocus L.Merr)**

#### **2.2.1. Klasifikasi Tanaman Nanas Madu (Ananas Comocus L.Merr)**

Berdasarkan taksonomi tumbuhan, klasifikasi nanas adalah sebagai berikut:



**Gambar 8** Nanas Madu (Ananas Comocus L.Merr) (Azhari, 2021)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spematophyta
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Farinosae
Famili	: Bromoliceae
Genus	: Ananas
Spesies	: Ananas comosus L.merr

Sumber (Ardi et al., 2019)

#### **2.2.2. Morfologi Tanaman Nanas Madu (Ananas Comocus L.Merr)**

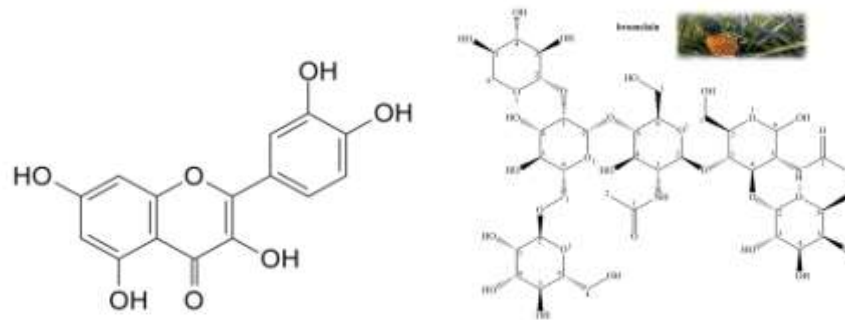
Tanaman nanas (*Ananas comosus L. merr*) merupakan tumbuhan yang berasal dari Amerika Selatan. Nanas dapat tumbuh pada daerah yang cukup untuk mendapatkan sinar matahari dengan ketinggian 500 m diatas permukaan laut, daun yang berbentuk taji dan tepian yang berduri serta ada yang tidak. Daun tanaman nanas memiliki bentuk lanset dengan ujung yang meruncing dan



pangkal yang membulat. Permukaan daun cenderung licin, dengan tulang daun yang lurus serta tepi yang bervariasi, yaitu ada yang berduri di sekelilingnya dan ada pula yang hanya menusuk pada titik-titik tertentu. Dari segi morfologi buah, tanaman nanas menunjukkan variasi pada ukuran, warna, rasa, dan bentuk buah. Pertumbuhan diameter buah nanas dipengaruhi oleh sifat genetik dari berbagai kultivar. Diameter buah yang ideal adalah yang tidak terlalu lebar, melainkan cenderung sempit, karena buah dengan diameter sempit lebih mudah ditangani dalam proses budidaya dan pemanenan. Tinggi mahkota nanas berkisar antara 10,5 - 30 cm, dengan jumlah helaian daun mahkota antara 60 - 93 dan bobot mahkota mencapai 1,4 - 4,5 gram. Buah nanas memiliki bentuk silinder yang dihiasi roset daun-daun pendek yang tersusun secara spiral, dikenal sebagai mahkota. Sementara itu, anakan pada tanaman nanas tumbuh menyebar melalui tunas samping yang berkembang menjadi cabang-cabang vegetatif, di mana cabang-cabang tersebut nantinya akan menghasilkan buah (Ardi et al., 2019).

### **2.2.3. Manfaat Tanaman Nanas Madu (*Ananas Comocus L.Merr*)**

Kulit Nanas (*Ananas comosus L.merr*) adalah bagian dari buah pisang itu sendiri, kulit pisang sering dianggap sebagai limbah. Namun dapat diketahui bahwa kulit pisang memiliki senyawa bioaktif, seperti alkaloids, flavonoid, fenol, tanin, dan glikosida (Kargutkar & Brijesh, 2018). Selain itu, nanas juga memiliki beberapa vitamin seperti vitamin (C dan E) dan karotenoid ( $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -kriptoksantin, lutein, likopen, neoxantin, violaxantin, dan zeaxantin) dalam inti daging dan kulit nanas, sehingga berdasarkan senyawa bioaktif tersebut nanas memiliki aktivitas antioksidan (Freitas et al., 2015). Dari kandungan senyawa bioaktif dari kulit nanas yang paling banyak adalah flavonoid dan bromelain dari kedua senyawa tersebut dapat berperan sebagai antibakteri (Husniah & Fadilla Gunata, 2020).



**Gambar 9** Struktur kimia flavonoid dan bromelain (Robinson, 1995) dan (Hikal et al., 2021)

## 2.4. Tanaman Lerak (*Sapindus Rarak* DC)

### 2.3.1. Klasifikasi Tanaman Lerak (*Sapindus Rarak* DC)

Berikut merupakan klasifikasi dari tanaman buah lerak (*Sapindus Rarak* DC):



**Gambar 010** Buah lerak kering Sumber (Laela et al., 2018)

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Eudikotiledon
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Sapindales

Famili	: Sapindaceae
Genus	: Sapindus
Spesies	: Sapindus rarak DC.

Sumber (Kurniasih et al., 2021).

### 2.3.2. Morfologi Tanaman Lerak (*Sapindus Rarak* DC)

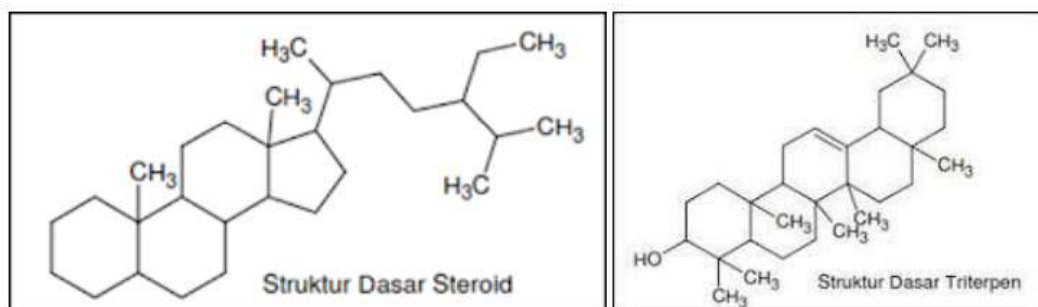
*Sapindus rarak* adalah salah satu spesies tanaman soapberry yang merupakan pohon tinggi, asli Asia Tenggara, dan kini telah tersebar luas di seluruh Asia. Nama spesiesnya berasal dari nama Malaysia "rerak" atau "rerek" (Singh & Sharma, 2019). Di China, tanaman ini dikenal dengan nama lokal Maobanwuhuanzi. *S. rarak* juga dikenal dengan nama lain seperti *Sapindus angustifolius*, *S. rarak*, dan *Dittelasma rarak*, namun nama *S. rarak* merupakan nama yang paling diterima untuk spesies tanaman ini.

*Sapindus rarak* adalah pohon peluruh yang tumbuh hingga ketinggian 42 meter, asli dari Asia Selatan dan Asia Timur. Pohon ini tersebar dari India (Assam) dan Sri Lanka di barat, hingga China dan Taiwan di utara, dan Indonesia di selatan. Umumnya, pohon ini tumbuh di hutan dengan ketinggian antara 200–1600 meter di atas permukaan laut. Di Indonesia, pohon ini dikenal dengan nama lerak atau klerek (Singh & Sharma, 2019). Daunnya majemuk, dengan 7–9 pasang anak daun yang panjangnya bisa mencapai 50 cm dan tidak berbulu. Anak daun disusun secara suboposisi atau berseling, berbentuk lanset hingga oval, ujungnya tumpul hingga meruncing, dengan tulang daun tengah sedikit menonjol di bagian atas. Infloresensinya dapat mencapai panjang hingga 35 cm, dengan bulu yang halus berwarna kuning hingga kemerahan. Bunga-bunganya berwarna putih, bersifat zigomorfik, dengan sepal datar dan berbulu panjang berwarna kuning kemerahan, serta empat kelopak berbentuk lanset-oval hingga elips. Buahnya berbentuk hampir bulat dengan ukuran 2 x 1,8 cm, berduri, berwarna merah, dan tidak berbulu. Bijinya hampir bulat dengan diameter 1,2–1,5 cm. Buah dan bijinya digunakan sebagai kancing dan manik-manik, sementara kayunya keras namun tidak tahan lama (Singh & Sharma, 2019).

### 2.3.3. Kandungan Tanaman Lerak (*Sapindus Rarak* DC)

Kandungan lain dari lerak seperti triterpen, alkaloid, steroid, antrakinom, tanin, fenol, dan flavonoid juga memiliki peran penting dalam kemampuannya mempertahankan warna. Berdasarkan penelitian tentang senyawa aktif yang telah diujikan buah lerak memiliki beberapa kandungan senyawa aktif seperti alkaloid, triterpenoid, saponin, tannin, flavonoid, steroid, dan glikosida. Dari beberapa senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang ber gram negative maupun positif (Widowati et al., 2022).

Saponin adalah senyawa glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang terutama dihasilkan oleh tumbuhan, hewan laut tingkat rendah, dan beberapa jenis bakteri. Nama saponin berasal dari bahasa Latin "sapo," yang berarti sabun. Istilah ini diambil dari nama tumbuhan *Saponaria vaccaria*, yang mengandung saponin dan digunakan sebagai bahan pencuci seperti sabun (Anggraeni Putri et al., 2023)



**Gambar 11** Struktur molekul saponin (Anggraeni Putri et al., 2023)

Saponin bekerja sebagai antibakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan, yang kemudian menyebabkan meningkatnya permeabilitas membran sel atau terjadinya kebocoran pada sel. Akibatnya, senyawa-senyawa yang berada di dalam sel keluar melalui membran luar dan dinding sel yang lemah. Senyawa tersebut kemudian berikatan dengan membran sitoplasma, sehingga mengganggu struktur dan menurunkan kestabilan membran tersebut. Kondisi ini membuat isi sitoplasma keluar dari sel, yang pada akhirnya menyebabkan sel bakteri mengalami kematian (Astika Winahyu et al., 2020).

## **2.5. Mikroorganisme**

### **3.5.1. Definisi bakteri**

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal yang ditandai dengan struktur sel prokariotik, yang memiliki beragam fungsi dan kemampuan metabolisme. Berdasarkan pohon filogenetik kehidupan, terdapat dua domain prokariotik, yaitu Bakteri dan Arkea (organisme uniseluler yang memiliki inti sel namun tidak memiliki membran inti)(Ranalli et al., 2019).

### **3.5.2. Penggolongan bakteri**

Menurut Hans Christian pada tahun 1884 bakteri dapat digolongkan berdasarkan warna yang dihasilkan, berikut merupakan jenis klasifikasi bakteri:

#### **1. Bakteri Gram Positif**

Bakteri gram positif jika di beri pewarna kristal violet maka warna tersebut akan bertahan di dinding sel peptidoglikan lalu hasil dari reaksi tersebut akan menghasilkan warna biru di pada bakteri gram positif. Bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel yang lebih tebal karena mengandung lapisan peptidoglikan yang cukup besar, dengan ketebalan mencapai 20 hingga 80 nanometer. Sebaliknya, pada bakteri gram negatif, lapisan peptidoglikannya jauh lebih tipis, hanya sekitar 2 hingga 3 nanometer, dan dilindungi oleh membran luar yang terdiri atas lapisan ganda lipid (lipid bilayer). Selain itu peptidoglikan mempunyai bentuk yang berbeda seperti koku, basil, atau filamen bercabang (Holderman et al., 2017). Berikut merupakan bakteri yang tergolong gram positif (Tetteh et al., 2020).

##### **a. Staphylococcus aureus**

*Staphylococcus aureus* adalah jenis bakteri Gram positif dengan bentuk bulat dan ukuran diameter berkisar antara 0,7 hingga 1,2 mikrometer. Bakteri ini cenderung membentuk koloni yang tersusun acak menyerupai kumpulan buah anggur. Sifatnya adalah fakultatif anaerob, tidak memiliki kemampuan bergerak, dan tidak menghasilkan spora. Lebih dari 90% isolat yang ditemukan

dalam kasus klinis menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* memiliki kapsul polisakarida atau lapisan tipis di permukaannya yang berperan penting dalam meningkatkan daya virulensinya (Khairunnisa et al., 2018).

b. *Clostridium difficile*

*Clostridium difficile* merupakan bakteri berbentuk batang (basil) Gram positif yang bersifat anaerob, mampu membentuk spora, dan menghasilkan toksin. Bentuk vegetatif dari *C. difficile* menyerupai batang dengan variasi bentuk (pleomorfik), dan biasanya ditemukan berpasangan atau membentuk rantai pendek. Ketika diamati menggunakan mikroskop, bakteri ini tampak tidak beraturan, sering kali menyerupai bentuk jarum, dengan tonjolan di ujung sel yang menunjukkan adanya spora subterminal. Pertumbuhan optimal *C. difficile* terjadi pada media agar darah dalam kondisi anaerob dan pada suhu sekitar 37°C, sesuai dengan suhu tubuh manusia. Secara fisiologis, *C. difficile* tidak memiliki aktivitas enzim katalase maupun superoksida dismutase, serta memiliki kemampuan untuk menghasilkan toksin, yaitu enterotoksin A dan sitotoksin B, yang dapat mengganggu transduksi sinyal sitoskeleton pada sel inang (Di Bella et al., 2016).

## 2. Bakteri Gram Negatif

Bakteri gram negative merupakan bakteri yang memiliki struktur yang kompleks dengan adanya dinding sel yang ada di lapisan peptidoglikan diantara 2 membran yaitu sitoplasma dan membrane luar yang mengandung lipopolisakarida. Bakteri gram negative juga jika dilakukan pengujian gram akan memberikan warna merah atau merah muda, dikarenakan lapisan peptidoglikannya, karena lapisan peptidoglikan memiliki ketebalan 510 nm dan membran luar dengan ketebalan 7,510 nm. Sehingga tidak mampu menahan pewarnaan kristal violet selama proses dekolorisasi, sehingga bakteri gram negatif akan mempertahankan pewarna safranin yang digunakan pada tahap akhir pewarnaan Gram (Panawala, 2017). Berikut merupakan bakteri yang tergolong gram negative menurut (Tetteh et al., 2020):

a. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang dengan ukuran berkisar antara 1.0-1.5  $\mu\text{m}$  x 2.0-6.0  $\mu\text{m}$ , tidak motil atau motil dengan flagela serta dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, bersifat fakultatif anaerobik dan dapat tahan pada media yang sedikit nutrisi

b. *Klebsiella pneumoniae*

*Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri gram negatif (-), berbentuk batang pendek, memiliki ukuran 0,5-0,5 x 1,2  $\mu$ . Bakteri ini memiliki kapsul, tetapi tidak membentuk spora. *Klebsiella pneumoniae* tidak mampu bergerak karena tidak memiliki flagel tetapi mampu memfermentasikan karbohidrat membentuk asam dan gas (Anderson et al., 2009; (Tika et al., n.d.)

c. *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri *Pseudomonas* sendiri memiliki karakteristik seperti, gram negatif, berbentuk batang (rods) atau kokus (coccus), aerob obligat, motil mempunyai flagel polar. Bakteri ini, oksidase positif, katalase positif, nonfermenter dan tumbuh dengan baik pada suhu 40C atau dibawah 43oC. *Pseudomonas* banyak ditemukan pada tanah, tanaman dan air. dalah bakteri berbentuk batang Gram-negatif, heterotrofik, motil, dengan panjang sekitar 1–5  $\mu\text{m}$  dan lebar 0,5–1,0  $\mu\text{m}$  (Diggle & Whiteley, 2020).

d. *Salmonella non typhi*

*Salmonella* adalah bakteri berbentuk batang, motil dengan flagela peritrik, termasuk dalam famili Enterobacteriaceae dari ordo Enterobacteriales yang merupakan bakteri Gram negatif yang tidak membentuk spora dengan ukuran batang 0,7–1,5  $\mu\text{m}$  2,2–5,0  $\mu\text{m}$  menghasilkan koloni dengan diameter sekitar 2–4 mm. *Salmonella* adalah bakteri gram-negatif kecil, berbentuk batang, anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, yang termasuk dalam golongan bakteri yang tidak dapat memfermentasi laktosa, sukrosa, atau salisin, tetapi

dapat menghasilkan gas dari fermentasi glukosa dengan menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Ethelberg et al., 2014).

e. *Acinetobacter baumannii*.

*Acinetobacter baumannii* adalah basil Gram-negatif yang bersifat aerobik, pleomorfik, dan tidak bergerak nonmotil, non-fermentasi, katalase-positif, dan oksidase-negatif yang termasuk dalam famili Moraxellaceae. Bakteri ini juga memiliki mekanisme virulensi, termasuk molekul adhesi, molekul yang terkait dengan perolehan nutrisi, produksi gelatinase, proteinase, dan pembentukan biofilm. Selain itu, *A. baumannii* memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi bahkan dalam kondisi tidak adanya air, tetap hidup hingga 100 hari dalam kondisi ini, tidak umum pada patogen Gram-negatif lainnya (Buchhorn de Freitas & Hartwig, 2022).

## **2.6. Antibakteri**

### **2.6.1. Definisi antibakteri**

Antibakteri adalah senyawa yang memiliki kemampuan untuk menghambat atau bahkan menghentikan pertumbuhan bakteri yang dapat menyebabkan infeksi, penyakit, dan kerusakan pada bahan pangan. Zat antibakteri ini termasuk dalam kelompok antimikroba, yang berperan penting dalam menanggulangi pertumbuhan bakteri. Senyawa antibakteri dapat bersifat bakterisidal, yang dapat membunuh bakteri, atau bakterostatik, yang hanya menghambat perkembangan bakteri. Berbagai antibiotik, seperti aminoglikosida,  $\beta$ -laktam, tetrasiklin, dan kuinolon, bekerja dengan mekanisme yang berbeda, di antaranya menghambat sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas dinding sel, mempengaruhi sintesis protein, mengganggu sintesis asam nukleat, dan menghambat metabolisme sel mikroba (Elzuhria A et al., 2023).

### **2.6.2. Mekanisme antibakteri**

Uji aktivitas antibakteri adalah metode untuk menilai kemampuan suatu bahan atau senyawa dalam menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri.



Antibakteri bekerja dengan menargetkan berbagai struktur atau proses penting dalam bakteri. menurut Parker 2016, dalam konteks biofilm, agen antibakteri menghadapi tantangan tambahan karena adanya pelindung fisik dan biokimia yang diberikan oleh biofilm itu sendiri. Beberapa mekanisme utama adalah sebagai berikut:

### **1. Penghambat Biosintesis Dinding Sel**

Pada antibakteri yang menargetkan biosintesis dinding sel bersifat bakterisida dalam aksinya. Karena sel manusia tidak membuat peptidoglikan, cara kerja ini merupakan contoh yang sangat baik dari toksisitas selektif.

### **2. Penghambat Biosintesis Protein**

Pada penghambatan biosintesis protein adalah Ribosom sitoplasma yang ditemukan dalam sel hewan (80S) secara struktural berbeda dari yang ditemukan dalam sel bakteri (70S), menjadikan biosintesis protein sebagai target selektif yang baik untuk obat antibakteri. Beberapa jenis penghambat biosintesis protein Permeabilitas Membran Sel sebagai berikut:

#### **a. Penghambat Sintesis Protein yang Mengikat Subunit 30S**

Dalam subunit 30S ini dengan cara mengganggu kemampuan pemeriksaan kompleks ribosom. Gangguan ini menyebabkan ketidakcocokan antara kodon dan antikodon, yang mengakibatkan produksi protein dengan asam amino yang salah dan protein yang dipersingkat yang dimasukkan ke dalam membran sitoplasma. Gangguan membran sitoplasma oleh protein yang salah membunuh sel bakteri.

#### **b. Penghambat Sintesis Protein yang Mengikat Subunit 50S**

Ada beberapa kelas obat antibakteri yang bekerja melalui pengikatan ke subunit 50S ribosom bakteri. Obat antibakteri makrolida memiliki struktur cincin yang besar dan kompleks dan merupakan bagian dari kelas yang lebih besar dari metabolit sekunder yang diproduksi secara

alami yang disebut poliketida, senyawa kompleks yang diproduksi secara bertahap melalui penambahan berulang unit dua karbon dengan mekanisme yang mirip dengan yang digunakan untuk sintesis asam lemak.

### **3. Penghambat Fungsi Membran**

Dalam penghambatan fungsi membran pada bakteri biasanya membutuhkan obat yang bersifat lipofilik dengan sifat seperti deterjen dan berinteraksi dengan komponen lipopolisakarida dari membran luar bakteri gram negatif, yang akhirnya mengganggu membran luar dan dalam dan membunuh sel bakteri.

### **4. Penghambat Sintesis Asam Nukleat**

Berdasarkan mekanisme dari penghambatan sintesis asam nukleat baik pada bakteri yang berespektrum sempit maupun luas, bakteri dapat di hambat dengan cara aktivitas RNA polimerase bakteri dan menghambat transkripsi, sehingga membunuh sel dan menghambat aktivitas DNA girase dan menghalangi replikasi DNA, sehingga membunuh sel.

### **5. Penghambat Jalur Metabolisme**

Mekanisme dalam penghambatan jalur metabolisme adalah dengan menghambat enzim yang terlibat dalam produksi asam dihidrofolat, kemudian obat akan memblokir biosintesis bakteri asam folat dan, selanjutnya, pirimidin dan purin yang diperlukan untuk sintesis asam nukleat. Mekanisme kerja ini memberikan penghambatan pertumbuhan bakteristatik terhadap spektrum luas patogen gram positif dan gram negatif. Karena manusia memperoleh asam folat dari makanan alih-alih mensintesisnya secara intraseluler, sulfonamida secara selektif beracun bagi bakteri.

### **6. Penghambat ATP Sintase**

Dalam penghambat ATP Sintase meskipun mekanisme spesifiknya belum dijelaskan, senyawa ini tampaknya mengganggu fungsi ATP sintase, mungkin

dengan mengganggu penggunaan gradien ion hidrogen untuk sintesis ATP melalui fosforilasi oksidatif, yang menyebabkan berkurangnya produksi ATP.

### 2.6.3. Uji aktivitas antibakteri

Metode Broth Microdilution (BMD) adalah metode referensi untuk menguji bakteri anaerob, menggunakan kit seperti MICRONAUT-S Anaerobes MIC Test dan Thermo Scientific Sensititre Anaerob MIC Plate. Prosesnya melibatkan pengenceran isolat dalam tabung yang direduksi, dilanjutkan dengan inokulasi 100  $\mu$ L larutan ke dalam sumur. Metode ini akurat dalam menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM), tetapi memiliki kelemahan, yaitu tidak dapat digunakan sebagai kontrol kualitas untuk bakteri *E. coli* (Matuschek et al., 2018).

## 2.7. Evaluasi Sifat Fisik

**Table 1** Syarat mutu sabun cair berdasarkan SNI 2588 2017.

Kriteria uji	Satuan	Syarat
pH	-	4-10
Total bahan aktif	% fraksi massa	Min. 10
Bahan yang tidak larut etanol	% fraksi massa	Maks. 10
Alkali bebas (dihitung sebagai NaOH)	% fraksi massa	Maks. 0.05
Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam oleat)	% fraksi massa	Maks. 1
Cemaran mikroba angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^3$
<b>Catatan</b> Alkali bebas atau asam lemak bebas merupakan pilihan tergantung pada sifat asam atau basa		

### 2.7.1. Uji organoleptic

Uji organoleptic dilakukan untuk menilai dengan indra manusia seperti penglihatan, penciuman, rasa dan sentuhan dari sediaan sabun berdasarkan

karakteristik fisik yang meliputi bentuk, warna, dan bau yang dihasilkan (Farmakoepe Indonesia, 2020). Parameter dalam uji organoleptic untuk sediaan sabun cair harus memiliki bentuk cair, bau dan warna yang khas (Jurnal Farmasi et al., 2019).

#### **2.7.2. Uji pH**

Uji pH merupakan pengujian untuk mengukur derajat keasamaan menggunakan pH meter, dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh stabilitas dan efektivitas, dan keamanan produk berdasarkan SNI 2588 2017 terkait syarat mutu pH pada sabun cair yaitu di rentang 4-10.

#### **2.7.3. Uji bobot jenis**

Uji bobot jenis ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi dampak dari bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi sabun cair terhadap bobot jenis sabun cair, yang berkisar antara 1,01 hingga 1,10 g/ml (Rosmainar, 2021).

#### **2.7.4. Uji tinggi busa**

Uji tinggi busa dilakukan untuk mengontrol kestabilan busa dari sabun cair yang dihasilkan. Jika semakin tinggi nilai daya busa, maka akan semakin tinggi pula kualitas dari busa yang dihasilkan. Dalam pengujian tinggi busa ini harus mampu bertahan >60% dari volume awalnya (Rosmainar, 2021).

#### **2.7.5. Uji viskositas**

Pengujian viskositas bertujuan untuk menentukan nilai resistensi zat cair untuk mengalir dengan adanya pemeriksaan ini dapat memudahkan produk sabun cair dalam pengaplikasian. Semakin sedikit kadar air dalam sabun maka viskositas nya akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya. Berdasarkan standar umum pada uji viskositas sabun cair yaitu 400-4000 Cp (Rosmainar, 2021).

#### **2.7.6. Uji stabilitas**

Pengujian kestabilan dilakukan dengan menggunakan metode penyimpanan dipercepat, di mana sediaan ditempatkan secara bergantian pada suhu ekstrem. Pengamatan dan evaluasi kestabilan dilakukan berdasarkan parameter

organoleptik, homogenitas, pH, serta tinggi busa. Uji stabilitas merupakan pengujian jangka panjang (real time) dan percepatan (accelerated) yang dilakukan pada batch sesuai dengan protokol yang telah ditetapkan, untuk memastikan periode uji ulang atau masa simpan (shelf-life) produk jadi (Usman et al., 2023).

**Table 2** Jenis Kondisi Penyimpanan yang direkomendasikan untuk produk dalam lemari es (refrigerator) (WHO, 2018).

Uji	Kondisi penyimpanan	Periode waktu yang dibutuhkan oleh data saat penyerahan
Uji stabilitas jangka Panjang ( <i>Real Time</i> )	$5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	12 bulan atau 6 bulan
Uji stabilitas dipercepat (Accelerated)	$25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/60\% \text{ RH} \pm 5\% \text{ RH}$ $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/65\% \text{ RH} \pm 5\% \text{ RH}$ $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/75\% \text{ RH} \pm 5\% \text{ RH}$	6 bulan