

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit merupakan bagian terluar tubuh yang berfungsi sebagai pembatas antara tubuh dan lingkungan sekitar. Kulit juga memiliki berbagai kelenjar yang mencakup kelenjar minyak atau *glandula sebacea*. *Glandula sebacea* berperan dalam menjaga keseimbangan kelembapan kulit melalui produksi sebum. Namun, aktivitas berlebihan kelenjar minyak pada kulit ini dapat memicu masalah kulit, seperti *Acne vulgaris* atau jerawat (Wibawa & Winaya, 2019). *Acne vulgaris*, atau yang lebih dikenal sebagai jerawat, sering menjadi masalah kulit bagi remaja dan dewasa muda. Jerawat terjadi akibat peradangan kronis pada folikel polisebasea, tersumbatnya folikel polisebasea dan peradangan umumnya disebabkan oleh bakteri *Propionibacterium acnes* (Asbullah *et al.*, 2021). Berbagai obat anti jerawat yang tersedia di pasaran umumnya mengandung antibiotik sintetis seperti eritromisin dan klindamisin, yang dapat menyebabkan efek samping seperti iritasi, resistensi bakteri, dan reaksi *imunohipersensitivitas* (Suryani *et al.*, 2023). Salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan adalah penggunaan bahan alami dalam formulasi obat anti jerawat seperti rumput laut diketahui mengandung berbagai senyawa aktif yang berpotensi sebagai antibakteri.

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya laut yang memiliki banyak manfaat, termasuk dalam industri farmasi dan kosmetik. Salah satu rumput laut yang banyak tumbuh di perairan Bali adalah Bulung Sangu. Bulung sangu (*Gracilaria* sp.) mengandung karagenan, senyawa polisakarida sulfat yang memiliki aktivitas antibakteri (Cunha & Grenha, 2016). Karagenan diketahui memiliki kemampuan antibakteri alami melalui mekanisme kerja yang melibatkan interaksi elektrostatis antara gugus asam dalam struktur karagenan dengan membran sel bakteri (El-Fawal, 2014). Interaksi ini menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri dan memicu kebocoran sitoplasma yang pada akhirnya mengakibatkan kematian bakteri atau mikroorganisme tersebut (Madruga *et al.*,

2020). Karagenan yang merupakan salah satu metabolit primer dari *Gracilaria* sp., telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri. Pada penelitian Dewi (2024), karagenan *Gracilaria* sp. menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Enterococcus faecalis*, dengan zona hambat kategori kuat. Aktivitas antibakteri yang sangat kuat juga ditunjukkan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Sukmayanthi, 2024). Selain itu, *Gracilaria* sp. memiliki efek kuat terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*, dengan zona hambat rata-rata 11,08 mm pada konsentrasi 20 mg/ml; 17,10 mm pada konsentrasi 30 mg/ml, dan 18,35 mm pada konsentrasi 40 mg/ml (Susianti, 2024), serta terhadap bakteri *Salmonella typhi*, yang menunjukkan aktivitas antibakteri kuat dengan zona hambat rata-rata 11,91 mm pada konsentrasi 20 mg/ml; 11,1 mm pada konsentrasi 3 mg/ml, dan 16,98 mm pada konsentrasi 40 mg/ml (Widiastusi, 2024).

Potensi antibakteri yang dihasilkan oleh karagenan *Gracilaria* sp. dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif produk kosmetik untuk berbagai permasalahan kulit, termasuk untuk jerawat, seperti sabun padat. Sabun padat merupakan salah satu produk yang banyak diformulasikan sebagai kosmetik untuk melindungi kulit dari bakteri dan berbagai permasalahan kulit (Sakindatama *et al.*, 2024). Sabun merupakan produk pembersih yang dibuat melalui proses saponifikasi, yaitu reaksi antara asam lemak dan basa seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH), yang menghasilkan sabun dan gliserol sebagai produk sampingan (Fessenden & Fessenden, 1997). Sabun yang dibuat dengan NaOH akan berbentuk padat, sedangkan KOH menghasilkan sabun cair. Dalam industri, sabun dibuat dengan merebus lemak bersama NaOH, kemudian ditambahkan natrium klorida (NaCl) agar sabun mengendap dan dapat dipisahkan dari gliserol (Sari *et al.*, 2010). Sabun padat lebih banyak digunakan karena lebih stabil secara fisik, lebih tahan lama, serta memiliki kadar air yang lebih rendah (13,28%–14,92%) dibandingkan sabun cair (47,53%–55,92%), sehingga tidak mudah larut saat digunakan (Sukeksi *et al.*, 2017). Selain itu, sabun padat memiliki kadar alkali bebas yang lebih rendah yang menjadikannya lebih aman bagi kulit (Sari *et al.*, 2010). Dengan sifat surfaktannya, sabun dapat menurunkan tegangan permukaan air, memudahkan pengangkatan kotoran dan minyak dari kulit, serta membantu

menghilangkan bakteri (Murtadho & Suryandari, 2021). Oleh karena itu, sabun padat menjadi pilihan yang lebih praktis, ekonomis, dan efektif dalam menjaga kebersihan tubuh (Maulidha & Dewajani, 2022).

Dalam pengembangan sabun, evaluasi mutu sangat penting untuk menjamin kualitas dan keamanan. Evaluasi mutu dilakukan untuk menilai karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis sabun. Evaluasi organoleptik dilakukan untuk menilai kualitas sabun, sedangkan uji pH memastikan tingkat keasaman tetap aman bagi kulit. Uji ketinggian busa dan uji kadar air untuk mengetahui ketahanan fisik serta kestabilan produk selama penyimpanan. Selain itu, sabun harus diuji kualitasnya untuk memastikan tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme berbahaya. Standar Nasional Indonesia (SNI 3532:2021) mengatur batas maksimal jumlah mikroorganisme yang diperbolehkan dalam produk kosmetik, termasuk sabun. Pengujian seperti Angka Lempeng Total (ALT) dan Angka Kapang dan Khamir (AKK) penting dilakukan untuk memastikan bahwa sabun tidak mengandung mikroorganisme dalam jumlah yang berbahaya. Batas maksimal cemaran lempeng total dan kapang khamir berdasarkan SNI 3532:2021 adalah $\leq 10^3$ CFU/g untuk cemaran lempeng total dan $\leq 10^2$ CFU/g untuk cemaran kapang khamir. Selain itu, keberadaan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* harus diuji karena dapat menyebabkan infeksi kulit, terutama bagi individu dengan kulit sensitif (Pananginan *et al.*, 2020). Jika hasil uji menunjukkan keberadaan mikroorganisme ini, maka *Staphylococcus aureus* akan terlihat berwarna kuning (Puspadewi & Adirestuti, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan penelitian formulasi sediaan sabun padat dengan menggunakan bahan aktif karagenan yang diperoleh dari bulung sangu (*Gracilaria* sp.). Evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji organoleptik (bentuk, warna, dan aroma), pH, ketinggian busa, dan kadar air untuk menilai mutu fisik sediaan. Selain itu, sabun juga diuji cemaran mikroba seperti Angka Lempeng Total (ALT), Angka Kapang dan Khamir (AKK), keberadaan *Staphylococcus aureus* serta dilakukan uji antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes*. Pada penelitian ini, karagenan diformulasikan dengan konsentrasi 1% dan 5% dengan dasar bahwa pada penelitian sebelumnya karagenan

dengan konsentrasi 1% dan 5% menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat pada beberapa bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus* dan *S.epidermidis* (Mopangga *et al.*, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah penelitian, yaitu :

1. Apakah formula sabun padat dari karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi parameter mutu fisik, meliputi uji organoleptik, pH, kadar air, dan ketinggian busa?
2. Apakah formula sabun padat dari karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi pengujian mutu mikrobiologi, termasuk Angka Lempeng Total (ALT), Angka Kapang dan Khamir (AKK), dan cemaran *Staphylococcus aureus*, sesuai standar nasional yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI 3532:2021)?
3. Apakah sabun padat dengan bahan aktif karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memiliki aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acnes*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disimpulkan beberapa tujuan khusus penelitian, yaitu :

1. Untuk mengetahui apakah formula sediaan sabun padat dengan bahan aktif karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi parameter mutu fisik, meliputi uji organoleptik, pH, kadar air, dan ketinggian busa.
2. Untuk mengetahui apakah formula sediaan sabun padat dengan bahan aktif karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi persyaratan mutu mikrobiologi, termasuk Angka Lempeng Total (ALT), Angka Kapang dan Khamir (AKK), dan cemaran *Staphylococcus aureus* berdasarkan standar nasional yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI 3532:2021).

3. Menguji aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acnes* dari sediaan sabun padat dengan bahan aktif karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Dapat digunakan sebagai sumber informasi dan pengetahuan dalam pengembangan pembuatan sediaan sabun padat dari bahan alami dari karagenan rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) serta menghasilkan sediaan sabun padat dengan mutu fisik yang baik dan memiliki daya hambat terhadap *Propionibacterium acnes* sebagai sumber data bagi penelitian lanjutan yang serupa.

1.4.2 Manfaat Praktis

Dapat dijadikan acuan dalam pemanfaatan rumput laut bulung sangu sebagai antibakteri untuk jerawat, khususnya dalam formulasi sabun padat. Selain itu, langkah ini juga diharapkan mampu meningkatkan potensi dan manfaat rumput laut bulung sangu sebagai bahan baku yang potensial dalam industri kosmetik dan kesehatan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumpun Laut Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut (*seaweed*) merupakan kelompok ganggang makro yang terbagi dalam tiga kelas utama yaitu alga hijau (*Chlorophyta*), alga coklat (*Phaeophyta*), dan alga merah (*Rhodophyta*). Secara taksonomi, rumput laut termasuk dalam divisi *Thallophyta*, karena struktur tubuhnya tidak memiliki perbedaan yang jelas antara batang, akar, dan daun, sehingga seluruh bagian tumbuhan disebut talus. Talus pada rumput laut dapat memiliki berbagai bentuk, seperti bulat, pipih, gepeng, atau berbentuk rambut, dan dapat terdiri dari satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler) (Sarita *et al.*, 2021). Talus ini juga menunjukkan keanekaragaman sifat fisik, mulai dari yang lunak seperti gelatin (*gelatinous*), keras dan mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak bagai tulang rawan (*cartilaginous*), hingga yang berserabut (*spongy*) (Suparmi & Sahri, 2009). Keanekaragaman bentuk dan tekstur talus ini menunjukkan kemampuan rumput laut untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan perairan yang berbeda (Merdekawati & Susanto, 2009).

Gracilaria merupakan jenis rumput laut yang tergolong dalam alga merah. Di berbagai wilayah pesisir Indonesia, *Gracilaria* dikenal dengan beragam nama lokal, seperti Bulung Sagu di Bali, Janggut Dayung di Bangka, Sango-sango atau Dongi-dongi di Sulawesi, Bulung Embulung di Jawa dan Bali, Bulung Tombong Putih di Lombok, serta Lotuotu di Ambon (Sasadara, 2020). Bulung sangu merupakan salah satu spesies *Gracilaria* sp. yang dikenal sebagai sumber utama agar dan karagenan yang sering digunakan dalam berbagai industri (Yulistiana *et al.*, 2020). Selain itu, *Gracilaria* sp. mengandung gel yang aktif dalam mengikat air yang menjadikannya bahan yang sangat berguna dalam produk pengental dan stabilisator (Cyntya *et al.*, 2018). *Gracilaria* sp. juga dikenal mudah untuk dibudidayakan dengan biaya relatif rendah sehingga memiliki potensi besar sebagai komoditas ekspor yang dapat mendukung perekonomian Indonesia (Suparmi & Sahri, 2009).



Sumber: Ardina Dwi Yan (2017, Gambar 2.1)

Gambar 2.1 *Gracilaria* sp.

2.1.1 Taksonomi rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memiliki klasifikasi sebagai berikut :

<i>Super Kingdom</i>	: Eukaryota
<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Phylum</i>	: Rhodophyta
<i>Class</i>	: Florideophyceae
<i>Subclass</i>	: Rhodymeniophycidae
<i>Order</i>	: Gracilariales
<i>Family</i>	: Gracilariaceae
<i>Genus</i>	: <i>Gracilaria</i> (Sasadara, 2020)

2.1.2 Morfologi rumput laut bulung sangu (*Gracilaria* sp.)

Gracilaria sp. adalah tanaman laut yang tumbuh secara alami di dasar perairan (bitnik) dan melekat pada substrat padat seperti pasir, lumpur, cangkang, batu, kayu, atau karang. Tanaman ini berkembang di perairan intertidal dengan salinitas antara 12-30‰ pada kedalaman 10-15 meter, namun dapat tumbuh hingga kedalaman 250 meter dari permukaan laut (Aryawan *et al.*, 2024). *Gracilaria* sp. memiliki struktur tubuh yang disebut talus, yang berbentuk silindris atau sedikit pipih dengan ujung meruncing. Permukaan talus dapat halus atau berbintil, dengan

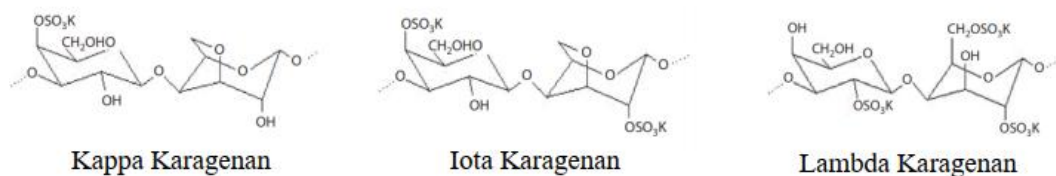
panjang yang bervariasi mulai dari 3,4 cm hingga lebih dari 60 cm. Warna talus dapat berubah, dari merah muda hingga merah coklat gelap, yang akan memudar menjadi merah muda saat terkena sinar matahari. Talus yang berbintil sering dijumpai pada karposporofit yang mengandung karpospora (Wirawan *et al.*, 2020).

Gracilaria sp. memiliki alat pengikat berbentuk cakram yang disebut *hold fast*, yang membantu tanaman ini melekat pada substrat. Tumbuhan ini membentuk rumpun dengan percabangan tidak teratur, seperti *dikotomous*, *alternate*, atau *pinnate* (Wirawan *et al.*, 2020). Bagian yang menyerupai batang pada *Gracilaria* sp. disebut *stipe*, sedangkan bagian yang berfungsi untuk fotosintesis disebut *blades*. *Gracilaria* sp. memerlukan cahaya, karbondioksida, oksigen, dan nutrisi yang memadai untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangannya. *Gracilaria* sp. dapat beradaptasi pada suhu lingkungannya dan tumbuh dengan baik pada kedalaman 5 cm. Suhu optimum yang dibutuhkan *Gracilaria* sp. adalah 20-28°C, dengan salinitas 25 permil dan pH antara 8-8,5 (Sasadara, 2020).

2.2 Karagenan

Karagenan adalah polisakarida galaktosa yang diperoleh melalui proses ekstraksi dari berbagai jenis alga merah, termasuk *Gracilaria* sp.. Umumnya, karagenan mengandung mineral seperti natrium, magnesium, dan kalsium. Mineral-mineral ini dapat berikatan dengan gugus ester sulfat yang terdapat pada galaktosa dan kopolier 3,6-anhydro-galaktosa (Jayanti *et al.*, 2023). Secara spesifik, karagenan termasuk dalam kelompok *sulphated polysaccharide*, yaitu polisakarida sulfat yang menjadi komponen utama dinding sel pada rumput laut (Cunha & Grenha, 2016). Karagenan diketahui memiliki kemampuan antibakteri alami melalui mekanisme kerja yang melibatkan interaksi elektrostatik antara gugus asam dalam struktur karagenan dengan membran sel bakteri. Interaksi ini menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri dan memicu kebocoran sitoplasma (El-Fawal, 2014), yang pada akhirnya mengakibatkan kematian bakteri atau mikroorganisme tersebut (Madruga *et al.*, 2020).

2.2.1 Sifat Karagenan



Sumber: Thakur and Thakur (2016, Gambar 2.2)

Gambar 2.2 Struktur Karagenan

Karagenan diklasifikasikan ke dalam enam jenis utama, yaitu Iota (ι), Lambda (λ), Kappa (κ), Theta (θ), Nu (ν), dan Mu (μ), dengan tiga jenis pertama memiliki signifikansi tinggi dalam bidang farmasi. Kappa karagenan dikenal memiliki kemampuan pembentukan gel yang paling kuat, sedangkan Lambda karagenan bersifat non-gelling dalam air. Di sisi lain, Iota karagenan juga dapat membentuk gel, tetapi dengan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan Kappa karagenan (Prihastuti & Abdassah, 2019).

Tabel 2.1 Sifat Karagenan

Karagenan	Kappa Karagenan	Iota Karagenan	Lambda Karagenan
Pembentukan gel ionik	Gel dengan garam kalium	Gel dengan garam kalsium	Tidak ada pembentukan gel
Tekstur gel	Rapuh dengan sedikit sineresis	Elastis dan tidak ada sineresis	Tidak ada sineresis
Stabilitas <i>freeze/thaw</i>	Tidak stabil	Stabil	Stabil
Viskositas	Thixotropik rendah	Thixotropik tinggi, sedang	Thixotropik tinggi, sedang; membentuk larutan yang viskositasnya tinggi
Kelarutan dalam air	Larut dengan sempurna dalam air panas; sebagian larut dalam air dingin	Larut sempurna dalam air panas	Larut sempurna dalam air panas; sebagian larut dalam air dingin
Stabilitas asam	> pH 3,8, pH netral dan alkali	> pH 3,8, pH netral dan alkali	-

Sumber: Thakur and Thakur, 2016

2.2.2 Ekstraksi Karagenan

Ekstraksi merupakan metode pemisahan suatu komponen terlarut dari campurannya menggunakan pelarut yang sesuai, sehingga menghasilkan zat yang lebih murni dan terpisah dari material yang tidak larut (Departemen Kesehatan RI, 2000). Dalam proses ekstraksi karagenan dilakukan melalui dua metode utama, yaitu ekstraksi dalam air panas dan larutan alkali. Metode alkali lebih sering digunakan karena mampu meningkatkan kekuatan gel yang dihasilkan. Proses ini diawali dengan tahap persiapan bahan baku, rumput laut dikeringkan dan dicuci berulang kali untuk menghilangkan kontaminan seperti pasir, garam, dan biota laut (Prihastuti & Abdassah, 2019).

Setelah tahap persiapan, ekstraksi dilakukan dengan cara memanaskan rumput laut dalam larutan alkali selama beberapa jam untuk melarutkan komponen yang tidak diinginkan. Residu yang tersisa terdiri dari campuran karagenan dan selulosa, yang kemudian dipisahkan lebih lanjut. Karagenan yang telah diekstraksi selanjutnya diendapkan menggunakan kalium klorida atau alkohol, lalu dikeringkan dan digiling menjadi serbuk. Proses akhir sering kali mengalami proses standarisasi dengan pencampuran serta penambahan gula atau garam untuk memperoleh karakteristik fisikokimia yang sesuai dengan kebutuhan industri (Prihastuti & Abdassah, 2019).

2.4.1 Klasifikasi *Propionibacterium acnes*

<i>Kingdom</i>	: Bacteria
<i>Phylum</i>	: Actinobacteria
<i>Class</i>	: Actinobacteridae
<i>Order</i>	: Actinomycetales
<i>Family</i>	: Propionibacteriaceae
<i>Genus</i>	: <i>Propionibacterium</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Propionibacterium acnes</i> (Carrol et al., 2017)

2.3 Aktivitas Antibakteri Rumput Laut Bulung Sangu (*Gracilaria* sp.)

Gracilaria sp. dikenal mengandung metabolit primer yang memiliki potensi sebagai antibakteri (Insani *et al.*, 2022). Karagenan yang merupakan salah satu metabolit primer dari *Gracilaria* sp., telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri. Pada penelitian Dewi, (2024) karagenan *Gracilaria* sp. menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Enterococcus faecalis*, dengan zona hambat rata-rata 12,83 mm pada konsentrasi 20 mg/ml, 11,66 mm pada konsentrasi 30 mg/ml, dan 17,83 mm pada konsentrasi 40 mg/ml, yang semuanya tergolong dalam kategori kuat. Aktivitas antibakteri yang sangat kuat juga ditemukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, hasil penelitian Sukmayanthi, (2024) dengan nilai rata-rata 19,02 mm pada konsentrasi 20 mg/m, 24,72 mm pada konsentrasi 30 mg/ml, dan 22,53 mm pada konsentrasi 40 mg/ml. Selain itu, *Gracilaria* sp. memiliki efek kuat terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*, dengan zona hambat rata-rata 11,08 mm pada konsentrasi 20 mg/ml, 17,10 mm pada konsentrasi 30 mg/ml, dan 18,35 mm pada konsentrasi 40 mg/ml (Susianti, 2024), serta terhadap bakteri *Salmonella typhi*, yang menunjukkan aktivitas antibakteri kuat dengan zona hambat rata-rata 11,91 mm pada konsentrasi 20 mg/ml, 11,1 mm pada konsentrasi 3 mg/ml, dan 16,98 mm pada konsentrasi 40 mg/ml, berdasarkan penelitian (Widiastusi, 2024).

Penelitian oleh Putri *et al.* (2023) melaporkan bahwa ekstrak *Gracilaria* sp. dengan konsentrasi 4%, 8%, dan 12% menunjukkan penghambatan terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, namun dengan kategori zona hambat lemah. Penelitian oleh Bhernama, (2020) juga menemukan bahwa *Gracilaria* sp. memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan zona hambat yang tergolong sedang. Hasil uji lainnya menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,05%, ekstrak *Gracilaria* sp. menghambat bakteri *Escherichia coli* ($9,33 \pm 1,16$ mm) dan bakteri *Staphylococcus aureus* ($7,67 \pm 0,58$ mm) dalam kategori sedang. Peningkatan konsentrasi hingga 10% menunjukkan bahwa zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* meningkat hingga kategori kuat ($12,33 \pm 2,08$ mm), sementara terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* tetap dalam kategori sedang ($9,67 \pm 0,58$ mm) (Melki *et al.*, 2011).

Penelitian oleh Darmawan, (2023) menunjukkan bahwa karagenan *Gracilaria* sp. dengan konsentrasi 50 mg/mL, 75 mg/mL, dan 100 mg/mL dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumonia* dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 28,33 mm, dan 33,33 mm, dan 32,67 mm yang termasuk dalam kategori sangat kuat. Penelitian oleh Yanti, (2023) menunjukkan bahwa karagenan *Gracillaria* sp. dengan konsentrasi 50 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan rata-rata diameter zona hambat 18,33 mm yang termasuk dalam kategori kuat. Sedangkan untuk konsentrasi 75 mg/mL dan 100 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan rata-rata diameter zona hambat 23,66 mm dan 24 mm yang termasuk dalam kategori sangat kuat.

2.4 *Propionibacterium acnes*

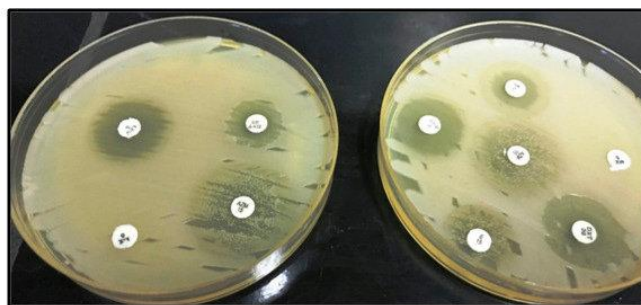
Propionibacterium acnes merupakan bakteri Gram-positif anaerob berbentuk batang yang tumbuh relatif lambat namun masih toleran terhadap udara. *Propionibacterium acnes* adalah flora normal kulit manusia dan umumnya ditemukan pada berbagai jaringan tubuh, seperti paru-paru, jaringan prostat, rongga mulut, saluran pernafasan atas, saluran telinga eksternal, konjungtiva, usus besar, uretra, dan vagina (Oprica, 2006). Meskipun merupakan bagian dari mikrobiota alami kulit, bakteri *Propionibacterium acnes* berperan dalam patogenesis jerawat (Hafsari *et al.*, 2015).

Mekanisme kerja *Propionibacterium acnes* dalam pembentukan jerawat melibatkan kerusakan pada lapisan stratum germinativum dan stratum korneum melalui sekresi zat kimia yang dapat menghancurkan dinding pori-pori. Hal ini menyebabkan penyumbatan asam lemak dan minyak pada kulit yang kemudian mengeras dan memicu inflamasi. Jika jerawat disentuh, peradangan dapat semakin meluas, menyebabkan minyak dan lemak yang mengeras menjadi lebih besar (Afifi *et al.*, 2018; Suryani *et al.*, 2023).

Analisis genom bakteri ini menunjukkan adanya beberapa gen yang mampu menghasilkan enzim yang dapat melemahkan struktur kulit serta protein, yang berpotensi memicu respons imun tubuh. Selain itu, *Propionibacterium acnes* memproduksi katalase serta senyawa seperti indol dan nitrat, baik secara terpisah

maupun bersamaan. Dari segi morfologi dan struktur, bakteri ini memiliki kemiripan dengan *Corynebacterium*, tetapi tidak bersifat toksigenik (Sugita *et al.*, 2010).

2.4.2 Morfologi *Propionibacterium acnes*



Sumber: Nazipi, *et al.*, (2017, Gambar 2.3)

Gambar 2. 3 *Propionibacterium acnes* pada media agar

Propionibacterium acnes merupakan bakteri Gram positif berbentuk batang dengan ukuran panjang sekitar 1-1,5 μm dengan lebar 0,5-0,8 nm (Carrol *et al.*, 2017; Pariury *et al.*, 2021). Bakteri ini dapat ditemukan dalam spesimen klinis dan umumnya tumbuh sebagai anaerob obligat, meskipun beberapa strain memiliki toleransi terhadap oksigen. Namun, pertumbuhannya tetap lebih optimal dalam kondisi anaerob. Sebagai anggota genus *Propionibacterium*, bakteri ini tidak membentuk spora, bersifat nonmotil, dan dapat ditemukan dalam bentuk sel tunggal, berpasangan, atau rantai pendek dengan berbagai konfigurasi. Selain itu, *Propionibacterium acnes* bersifat katalase positif dan mampu memfermentasi glukosa, menghasilkan asam propionat serta asam asetat dalam jumlah besar (Carrol *et al.*, 2017). Beberapa strain bakteri *Propionibacterium acnes* bersifat patogen bagi hewan dan tanaman, tetapi tidak bersifat toksigenik. Habitat utamanya adalah kulit, terutama ditemukan di folikel sebaceous (Pariury *et al.*, 2021).

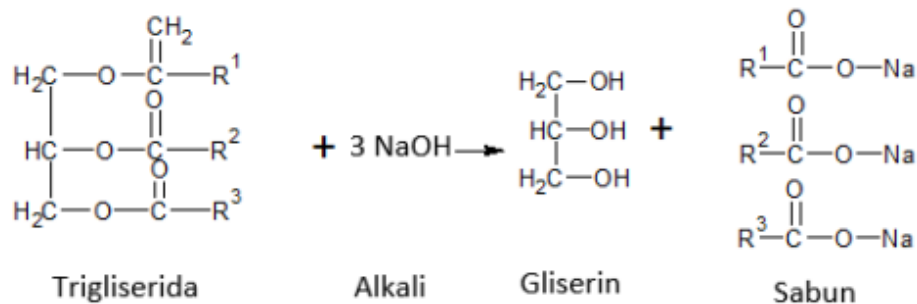
2.4.3 Patogenesis *Propionibacterium acnes*

Propionibacterium acnes merupakan bakteri Gram positif berbentuk batang yang secara alami hidup sebagai flora normal di kulit manusia. Bakteri ini berperan dalam proses pembentukan jerawat dengan mengeluarkan berbagai enzim hidrolitik yang dapat merusak folikel pilosebacea. Enzim-enzim yang dihasilkan, seperti lipase, hialuronidase, protease, lesitinase, dan neuraminidase, memiliki peran

penting dalam memicu peradangan pada kulit. Salah satu mekanisme yang dilakukan *Propionibacterium acnes* adalah mengubah asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh, yang menyebabkan sebum mengalami pematatan. Jika produksi sebum meningkat, maka populasi *Propionibacterium acnes* juga akan bertambah, karena bakteri ini menggunakan lemak sebagai sumber makanannya (Hafsari *et al.*, 2015).

Pada kasus *Acne vulgaris*, akumulasi sebum dalam unit pilosebacea menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan *Propionibacterium acnes*. Trigliserida yang terdapat dalam sebum akan dipecah oleh enzim lipase yang dihasilkan bakteri ini menjadi digliserida, monogliserida, serta asam lemak bebas. Ketiga zat tersebut selanjutnya dikonversi menjadi gliserol yang digunakan oleh *Propionibacterium acnes* dalam proses metabolismenya. Infeksi bakteri ini pada unit pilosebacea akan memicu respon inflamasi, yang secara klinis dapat terlihat dalam bentuk lesi kulit seperti papula, pustula, nodul, hingga kista (Carrol *et al.*, 2017).

2.5 Sabun



Sumber: Maulidha & Dewajani (2022, Gambar 2.3)

Gambar 2.4 Reaksi Saponifikasi

Sabun merupakan hasil reaksi hidrolisis antara asam lemak dan basa dalam proses saponifikasi. Proses ini melibatkan reaksi lemak atau gliserida dengan basa seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) untuk membentuk sabun dan gliserol sebagai produk sampingan (Fessenden & Fessenden, 1997). Sabun yang dibuat dengan NaOH menghasilkan sabun padat, sedangkan

KOH menghasilkan sabun cair. Dalam industri lemak disabunkan dengan larutan NaOH melalui proses saponifikasi, kemudian ditambahkan NaCl untuk mengendapkan sabun sehingga dapat dipisahkan dari campuran. Gliserol yang terbentuk diekstraksi melalui proses destilasi. Sabun yang dihasilkan dapat diberi bahan tambahan seperti pewangi dan zat warna guna meningkatkan kualitas dan daya tarik produk akhir (Sari *et al.*, 2010).

Sabun terdiri dari asam lemak dan alkali, di mana pemilihan asam lemak mempengaruhi karakteristiknya (Damartha *et al.*, 2022). Sabun dapat dibuat melalui dua metode, yaitu saponifikasi dan netralisasi minyak. Saponifikasi terjadi melalui reaksi trigliserida dengan alkali dan menghasilkan gliserol, sedangkan netralisasi terjadi akibat reaksi asam lemak bebas dengan alkali tanpa menghasilkan gliserol (Widyasanti *et al.*, 2016). Secara kimia, sabun merupakan garam alkali karboksilat dari asam lemak seperti asam palmitat (C16) dan asam stearat (C18) yang terdiri dari bagian hidrofobik untuk mengikat lemak dan kotoran serta bagian hidrofilik yang larut dalam air, sehingga efektif dalam proses pembersihan (Hidayah *et al.*, 2023).

Sabun memiliki bentuk yang beragam, seperti padat, cair, dan lunak tergantung jenis alkali yang digunakan. Sabun padat lebih stabil secara fisik dan lebih terjangkau dibandingkan sabun cair (Sukeksi *et al.*, 2017). Selain itu, sabun padat memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sabun cair. Sabun padat memiliki kadar air lebih rendah, yaitu sekitar 13,28% hingga 14,92%, sedangkan sabun cair memiliki kadar air yang jauh lebih tinggi, berkisar antara 47,53% hingga 55,92%. Kadar air yang rendah ini membuat sabun padat tahan lebih lama dan tidak mudah larut saat digunakan. Sabun padat juga memiliki kadar alkali bebas yang lebih rendah (0,03%-0,047%) dibandingkan dengan sabun cair (0,086%-0,095%), sehingga lebih aman bagi kulit. Dari segi tingkat keasaman (pH), sabun padat memiliki pH 8,49-8,9, yang masih dalam batas aman dan sebanding dengan pH sabun komersial (Sari *et al.*, 2010).

Dengan karakteristik ini, sabun padat menjadi pilihan yang lebih tahan lama, lebih hemat, dan memiliki kadar alkali yang lebih rendah dibandingkan sabun cair. Selain sebagai pembersih, sabun juga memiliki sifat surfaktan yang

menurunkan tegangan permukaan air, sehingga memudahkan pengangkatan kotoran dan minyak dari kulit (Sari *et al.*, 2010). Sabun dibuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui saponifikasi atau netralisasi dengan basa organik maupun anorganik tanpa menimbulkan iritasi pada kulit (Maulidha & Dewajani, 2022). Selain itu, sabun membantu mengangkat kotoran serta bakteri yang menempel di kulit, menjadikannya bagian penting dari kebersihan sehari-hari (Murtadho & Suryandari, 2021).

2.5.1 Metode pembuatan sabun

Pembuatan sabun dapat dilakukan dengan dua metode utama, yaitu proses dingin (*cold process*) dan proses panas (*hot process*). Perbedaan utama dari kedua metode ini terletak pada suhu yang digunakan selama reaksi saponifikasi berlangsung. Proses dingin merupakan metode alami yang dilakukan dengan mencampurkan minyak atau asam lemak dengan alkali tanpa pemanasan, melainkan hanya diaduk secara terus-menerus pada suhu ruang, yaitu sekitar 30-35° C (Amrillah *et al.*, 2023). Sebaliknya, pada proses panas, campuran minyak atau lemak dan alkali dipanaskan hingga suhu sekitar 60-80°C agar reaksi saponifikasi berlangsung lebih cepat (Winanti & Gultom, 2024).

2.5.2 Syarat mutu sabun

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2021), terdapat sejumlah parameter mutu yang harus dipenuhi dalam pembuatan sabun padat. Standar ini menetapkan persyaratan kualitas sabun mandi padat agar sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Rincian mengenai persyaratan mutu tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan Mutu Sabun Mandi Padat Menurut SNI 3532:2021

No	Kriteria Uji	Satuan	Mutu
1	Kadar air	% fraksi massa	Maksimal 15,0
2	pH 0,1%	-	6,0-11,0
3	Total lemak	% fraksi massa	Minimal 65,0
4	Bahan tak larut etanol	% fraksi massa	Maksimal 5,0
5	Alkali bebas (dihitung sebagai NaOH)	% fraksi massa	Maksimal 0,1
6	Asam lemak bebas (dihitung sebagai Asam Oleat)	% fraksi massa	Maksimal 2,5
7	Kadar klorida	% fraksi massa	Maksimal 1,0
8	Lemak tak tersabunkan	% fraksi massa	Maksimal 0,5
9	Cemaran mikroba		
9.1	Angka Lempeng Total (ALT)	Koloni/g	Maksimal 1×10^3
9.2	Angka Kapang dan Khamir (AKK)	Koloni/g	Maksimal 1×10^3
9.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Per 0,1 g contoh	Negatif
9.4	<i>Staphylococcus aureus</i>	Per 0,1 g contoh	Negatif
9.5	<i>Candida albicans</i>	Per 0,1 g contoh	Negatif

2.6 Evaluasi mutu fisik sabun padat

Evaluasi mutu fisik sediaan meliputi pemeriksaan organoleptik, uji pH, uji kadar air, dan uji kekerasan sabun.

a) Pemeriksaan organoleptik

Pemeriksaan organoleptik adalah pengujian yang meliputi pengamatan pada bentuk, warna, dan bau dari sediaan sabun yang didiamkan selama 7 hari. Pengamatan organoleptik dilakukan secara visual (Firdaus *et al.*, 2020).

b) Uji keasaman (pH)

Pemeriksaan uji pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2021), pH

sabun mandi padat berkisar antara 6,0-11,0. Sabun yang memiliki pH terlalu tinggi (bersifat basa) dapat menyebabkan iritasi pada kulit, seperti timbulnya luka, rasa gatal, pengelupasan, atau membuat kulit menjadi kering akibat meningkatnya daya serap terhadap kelembapan alami kulit. Uji pH dilakukan replikasi sebanyak 3 kali (Firdaus *et al.*, 2020).

c) Uji kadar air

Kadar air menggambarkan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Berdasarkan standar dari Badan Standardisasi Nasional (2021), kadar air maksimum yang diperbolehkan dalam sabun adalah 15,0%. Variasi antar formulasi dalam penelitian ini hanya terletak pada perbedaan konsentrasi NaOH. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan dalam pembuatan sabun, kadar air yang dihasilkan cenderung semakin rendah (Firdaus *et al.*, 2020).

d) Uji ketinggian busa

Sebanyak 1 gram sabun dimasukkan ke dalam tabung ukur yang berisi 10 ml aquades, lalu dikocok hingga menghasilkan busa. Setelah itu, dilakukan pengamatan terhadap tinggi busa yang terbentuk dalam rentang waktu sekitar 15 hingga 45 menit. Ketinggian busa kemudian diukur, dibiarkan selama 5 menit, dan dilakukan pengukuran ulang terhadap tinggi busa yang tersisa.

2.7 Uji Cemarkan Mikroba

2.7.1 Angka lempeng total (ALT)

Angka Lempeng Total (ALT) digunakan untuk menghitung jumlah bakteri dalam suatu sampel. Metode ini dilakukan dengan mengatur sampel sedemikian rupa sehingga memungkinkan pertumbuhan bakteri yang ada. Jumlah total bakteri yang terdeteksi bergantung pada susunan bakteri dalam media pertumbuhan, di mana setiap bakteri yang berkembang akan membentuk koloni tunggal yang dapat dihitung (Febrya & Ningsih, 2024). Angka Lempeng Total (ALT) mengacu pada jumlah bakteri mesofil per mililiter atau gram sampel yang diuji. Bakteri aerob mesofil tumbuh optimal pada suhu 25°C hingga 45°C, sehingga setelah proses

inkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai, jumlah koloni yang muncul pada cawan media dihitung. Perhitungan dilakukan pada cawan petri yang berisi 30 hingga 300 koloni, dan jumlah total bakteri yang terdeteksi bergantung pada susunan bakteri dalam media pertumbuhan. Hasil akhir dinyatakan sebagai jumlah koloni yang dihitung dikalikan dengan faktor pengenceran (Desvianty, 2024).

2.7.2 Angka kapang khamir (AKK)

Angka Kapang Khamir (AKK) merupakan indikator jumlah total kontaminasi kapang dan khamir dalam suatu produk uji. Prinsip AKK dilakukan dengan menginokulasikan cuplikan sampel ke dalam cawan berisi media pertumbuhan, kemudian diinkubasi selama tiga hingga lima hari pada suhu 20-25°C. Setelah inkubasi selesai, jumlah kapang dan khamir yang tumbuh dihitung. Pengujian AKK bertujuan untuk memastikan bahwa jumlah kapang dan khamir dalam sampel tidak melebihi batas yang telah ditetapkan. Hal ini penting karena pertumbuhan kapang dan khamir yang berlebihan dapat mempengaruhi stabilitas produk serta berpotensi menghasilkan alfatoksin, senyawa berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan (Desvianty, 2024). Dalam industri kosmetik, uji AKK dilakukan untuk memastikan bahwa cemaran fungi masih dalam batas yang diperbolehkan. Berdasarkan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 12 Tahun 2019, batas maksimum yang diperbolehkan adalah tidak lebih dari 10^3 koloni per gram (Anggraeni, 2024).

2.7.3 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif yang termasuk dalam keluarga Micrococcaceae. Bakteri ini berbentuk bulat (kokus) dan membentuk koloni khas menyerupai rangkaian anggur. *Staphylococcus aureus* bersifat fakultatif anaerob, tidak bergerak, serta tidak membentuk spora. Bakteri ini juga sangat tahan terhadap pengeringan dan secara alami ditemukan sebagai flora normal pada kulit serta saluran pernapasan bagian atas. Selain itu, *Staphylococcus aureus* dapat ditemukan di lingkungan seperti tanah, air, dan debu di udara (Wiriandini *et al.*, 2024). Pada media padat, koloninya tampak berwarna kuning keemasan. Bakteri ini juga mampu menghasilkan endotoksin serta enam jenis

enterotoksin, yaitu enterotoksin A, B, C1, C2, D, dan E, yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan. *Staphylococcus aureus* umumnya terdapat pada pori-pori, permukaan kulit, kelenjar keringat, dan saluran usus manusia (Puspadewi & Adirestuti, 2017).

2.8 Metode Pengujian Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan dua metode utama, yaitu metode difusi dan metode dilusi. Metode difusi digunakan untuk menilai sensitivitas suatu bahan uji terhadap bakteri dengan prinsip kerja senyawa antimikroba yang berdifusi ke dalam media padat yang telah diinokulasi bakteri uji. Salah satu teknik yang sering digunakan dalam metode ini adalah difusi cakram, dimana zona bening yang terbentuk di sekitar cakram menjadi indikator aktivitas antimikroba (Nurhayati *et al.*, 2020).

Keunggulan metode difusi cakram meliputi kemudahan prosedur, biaya yang lebih ekonomis, fleksibilitas, serta memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme secara nyata tanpa memerlukan keterampilan khusus. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti sulitnya penerapan pada mikroorganisme dengan pertumbuhan lambat serta pengaruh kondisi inkubasi, inokulum, dan ketebalan medium terhadap hasil pengukuran zona hambat (Intan *et al.*, 2021). Zona hambat sendiri merupakan daerah bening di sekitar sumur dalam media pertumbuhan bakteri yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri (Putri *et al.*, 2016).

Selain metode cakram, teknik lain yang juga umum digunakan adalah metode difusi sumuran. Pada metode ini, dilakukan pembuatan lubang secara vertikal pada media agar padat yang sebelumnya sudah diinokulasi dengan bakteri uji. Lubang tersebut kemudian diisi dengan sampel yang ingin diuji. Setelah proses inkubasi, diamati apakah terbentuk zona bening di sekitar sumur, yang menunjukkan adanya aktivitas antibakteri (Pelczar, 2006). Kelebihan dari metode sumuran adalah senyawa antimikroba yang diuji bisa menyebar lebih merata, baik ke permukaan maupun ke dalam media, sehingga hasil pengukuran zona hambat bisa lebih akurat. Meskipun begitu, metode ini juga memiliki beberapa kendala, misalnya sisa agar yang menempel pada media atau kemungkinan terjadinya

retakan di sekitar sumur, yang bisa memengaruhi proses difusi senyawa dan mengganggu interpretasi hasil.

Sementara itu, metode dilusi digunakan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Metode ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu dilusi agar solid dan dilusi cair (Retnaningsih *et al.*, 2019). Metode dilusi cair dilakukan dengan membuat seri pengenceran agen antimikroba dalam medium cair yang kemudian ditambahkan dalam mikroba uji, dan digunakan untuk mengukur KHM. Sedangkan, metode dilusi padat dilakukan dengan cara menginokulasi mikroba uji ke dalam media agar yang telah mengandung agen antimikroba, yang bertujuan untuk menentukan KBM. Keuntungan dari metode dilusi ini adalah bahwa satu konsentrasi agen antimikroba dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji secara bersamaan (Fitriana *et al.*, 2019).

2.9 Monografi Bahan

2.9.1 *Virgin Coconut Oil (VCO)*

Virgin Coconut Oil (VCO) atau minyak kelapa murni merupakan minyak yang dihasilkan dari olahan daging kelapa dengan karakteristik jernih, tidak berasa, dan memiliki aroma khas kelapa. VCO mengandung berbagai jenis asam lemak jenuh, termasuk asam laurat yang juga ditemukan dalam air susu ibu, serta asam kaprat dan asam kaprilat yang memiliki sifat antimikroba, antioksidan, antijamur, dan antibakteri (Radhiah *et al.*, 2022).

2.9.2 Minyak zaitun

Minyak zaitun merupakan minyak yang diperoleh dari buah *Olea europaea*. Minyak ini berbentuk cairan berminyak yang jernih dengan warna bening hingga kuning kehijauan. Minyak ini memiliki kelarutan yang rendah dalam etanol 95%, tetapi dapat bercampur dengan eter, kloroform, minyak bumi (50-70°C), dan karbon disulfida. Karena kaya akan asam lemak tak jenuh, minyak zaitun rentan terhadap oksidasi dan tidak dapat bercampur dengan zat pengoksidasi. Selain itu, minyak ini dapat disaabunkan dengan alkali hidroksida (Rowe *et al.*, 2009).

2.9.3 Minyak kelapa sawit (*Palm oil*)

Minyak kelapa sawit atau *Palm oil* lebih dikenal sebagai minyak goreng yang mengandung asam lemak esensial, salah satunya asam palmitat. Kandungan asam palmitat dalam minyak kelapa sawit cukup tinggi, yakni sekitar 44,3%. Dalam industri pembuatan sabun, asam palmitat berperan penting dalam meningkatkan kekerasan sabun dan menghasilkan busa yang lebih stabil (Afrozi *et al.*, 2021).

2.9.4 NaOH

Natrium hidroksida (NaOH) adalah senyawa alkali yang umum digunakan sebagai agen pengalkali dan *buffer*, terutama dalam pembuatan sabun padat. Senyawa ini berbentuk padatan berwarna putih atau hampir putih dan dapat berbentuk pelet kecil, serpihan, atau batang. NaOH mudah larut dalam air dan etanol serta bersifat higroskopis, sehingga dapat menyerap kelembapan dan karbon dioksida dari udara. Sebagai basa kuat, NaOH tidak dapat bercampur dengan senyawa yang mudah mengalami hidrolisis atau oksidasi dan dapat bereaksi dengan asam, ester, serta eter, terutama dalam larutan air. Salah satu fungsi utamanya adalah sebagai zat pembentuk sabun melalui proses saponifikasi (Rowe *et al.*, 2009).

2.9.5 *Oleum rosae*

Oleum rosae atau minyak mawar merupakan zat tambahan yang berfungsi sebagai pewangi dengan aroma khas menyerupai bunga mawar. Minyak ini berbentuk cairan yang dapat berwarna kuning atau tidak berwarna, serta memiliki rasa yang khas. Pada suhu 25°C, minyak mawar akan mengalami peningkatan viskositas hingga menjadi kental. Selain itu, *oleum rosae* memiliki sifat larut dalam satu bagian kloroform P dan dalam larutan jernih lainnya (Kemenkes RI, 1979).

2.9.6 Aquadest

Aquadest atau air murni merupakan hasil penyulingan yang bebas dari zat pengotor. Cairan ini tidak berwarna, jernih, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Aquadest berfungsi sebagai pelarut serta media pembawa dalam berbagai formulasi dan sebaiknya disimpan dalam wadah tertutup untuk menjaga kemurniannya (Kemenkes RI, 2020).

2.10 Analisis Data

Analisis data adalah proses pemeriksaan, pembersihan, transformasi, dan pemodelan data dengan tujuan menemukan informasi yang bermanfaat, menarik kesimpulan, dan mendukung pengambilan keputusan. Dalam penelitian kuantitatif, analisis data digunakan untuk menguji hipotesis dengan pendekatan statistik, baik parametrik maupun nonparametrik. Analisis data dalam penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel melalui pengujian hipotesis asosiatif korelasional. Teknik analisis data sangat bergantung pada jenis data dan tujuan penelitian, yang akan menentukan apakah uji parametrik atau nonparametrik lebih sesuai untuk digunakan (Akbar *et al.*, 2024).

2.10.1 Statistika parametrik dan nonparametrik

Dalam analisis data kuantitatif, metode statistik dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu statistika parametrik dan statistika nonparametrik. Statistika parametrik digunakan ketika data berdistribusi normal dan memiliki skala pengukuran interval atau rasio. Metode ini lebih kuat dalam menarik kesimpulan karena mempertimbangkan parameter populasi. Salah satu contoh uji dalam kategori ini adalah *One-Way ANOVA*, yang digunakan untuk membandingkan rata-rata lebih dari dua kelompok. Sebaliknya, statistika nonparametrik digunakan ketika data tidak berdistribusi normal atau berskala ordinal maupun nominal. Metode ini lebih fleksibel karena tidak bergantung pada asumsi distribusi data. Salah satu contoh uji dalam kategori ini adalah uji *Kruskal-Wallis*, yang merupakan alternatif *One-Way ANOVA* untuk data yang tidak memenuhi asumsi normalitas (Susanto *et al.*, 2024).

2.10.2 Uji hipotesis *One-Way ANOVA*

Uji *One Way ANOVA* digunakan untuk membandingkan lebih dari dua kelompok data dan merupakan bentuk pengembangan dari uji-T. Metode ini bertujuan untuk menguji signifikansi hasil penelitian dengan menentukan apakah ada perbedaan nyata di antara dua atau lebih sampel yang dapat mewakili populasi. Menurut (Palupi & Prasetya, 2021), syarat yang harus dipenuhi dalam uji *One Way ANOVA* meliputi:

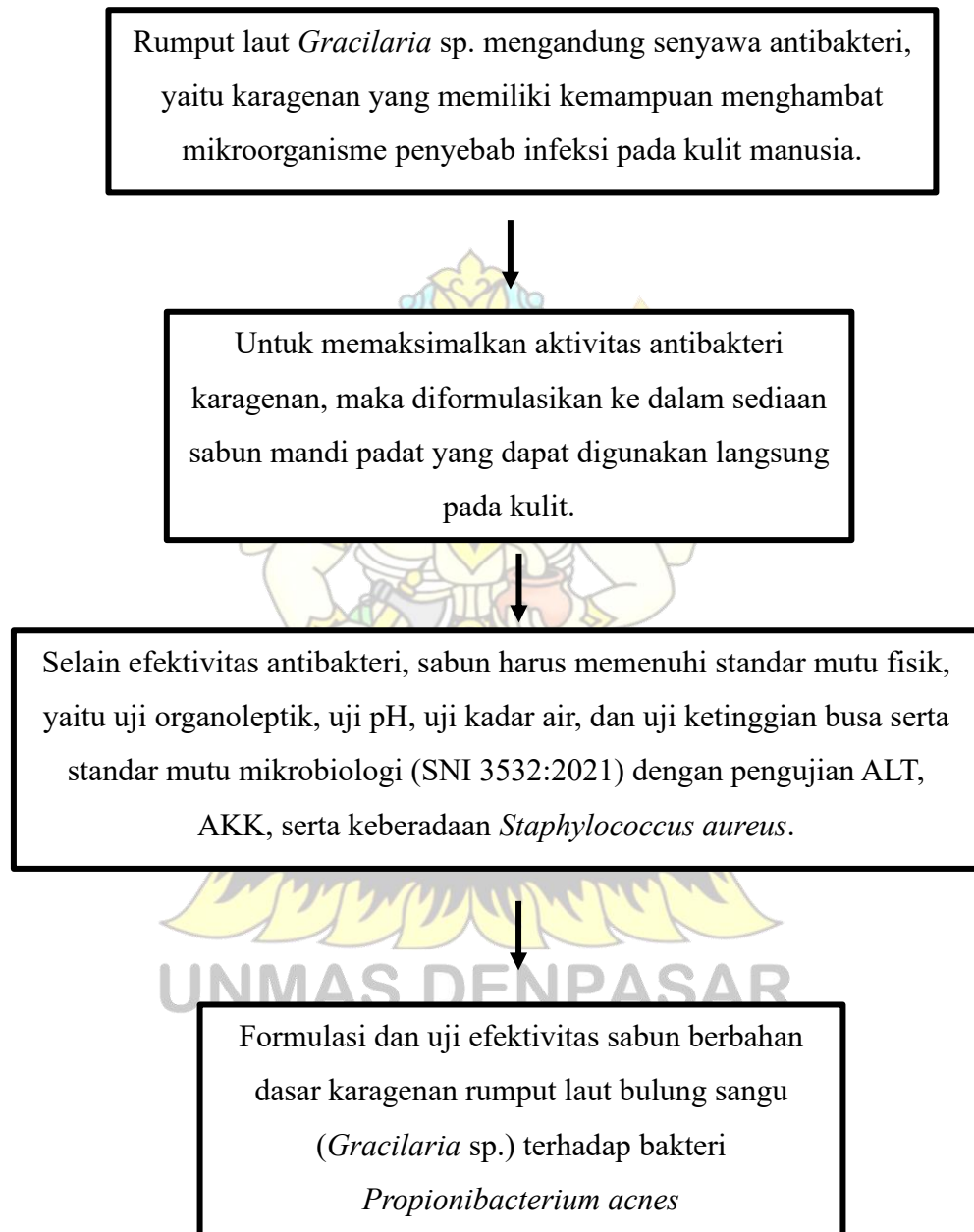
- a) Sampel harus berasal dari kelompok yang independen.
- b) Data setiap kelompok harus berdistribusi normal.

2.10.3 Uji hipotesis *Kruskal-Wallis*

Uji *Kruskal-Wallis* merupakan metode statistik nonparametrik yang digunakan untuk menganalisis perbedaan antara lebih dari dua kelompok independen. Uji ini merupakan alternatif dari *ANOVA* ketika asumsi untuk analisis parametrik tidak terpenuhi. Metode ini dapat diterapkan dalam kondisi di mana beberapa asumsi parametris tidak dapat dipenuhi. (Quraissy *et al.*, 2021) menjelaskan beberapa asumsi yang mendasari uji *Kruskal-Wallis*, yaitu :

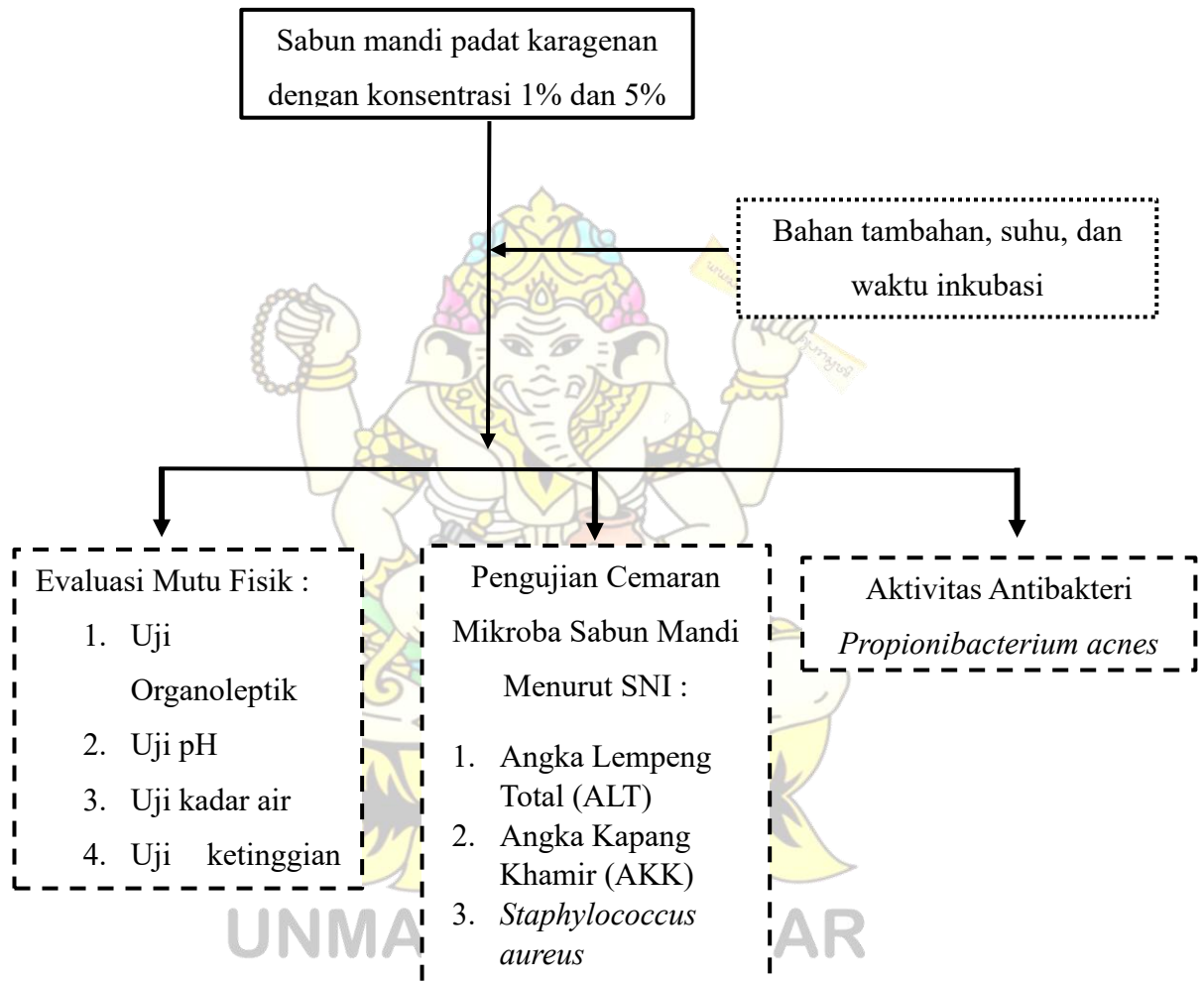
- a) Data yang digunakan merupakan sampel acak.
- b) Populasi tidak harus mengikuti distribusi tertentu.
- c) Ukuran sampel antar kelompok tidak harus sama.
- d) Skala data yang digunakan minimal adalah skala ordinal.
- e) Setiap sampel harus bersifat independen dan tidak saling memengaruhi.
- f) Variabel acak bersifat kontinu.

2.11 Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

2.12 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

Variabel Bebas :

Variabel Terkontrol :

Variabel Terikat :

2.13 Hipotesis

1. Diduga sediaan sabun ekstrak karagenan bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi parameter mutu fisik, meliputi uji organoleptik, pH, kadar air, dan ketinggian busa berdasarkan standar nasional yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI 3532:2021).
2. Diduga sediaan sabun ekstrak karagenan bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memenuhi persyaratan mutu mikrobiologi, termasuk Angka Lempeng Total (ALT), Angka Kapang dan Khamir (AKK), cemaran *Staphylococcus aureus* berdasarkan standar nasional yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI 3532:2021).
3. Diduga sediaan sabun ekstrak karagenan bulung sangu (*Gracilaria* sp.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes*.

