

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Spirulina sp*

Spirulina sp. Merupakan mikroalga yang menyebar secara luas di alam dan dapat ditemukan di berbagai tipe lingkungan, baik di perairan payau, laut dan tawar. Mikroalga *spirulina sp* Merupakan mikroorganisme autotrof berwarna hijau kebiruan yang terdiri dari sel-sel silindris yang membentuk koloni yang dimana selnya berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix) sehingga disebut sebagai juga alga biru hijau berfilamen. *Spirulina sp* termasuk dalam jenis mikroalga golongan Cyanophyta atau alga hijau biru (Blue-green algae) yang telah banyak digunakan sebagai pakan alami dalam usaha budidaya khususnya dalam pembenihan karena memiliki nilai nutrisi yang tinggi (R. E. R. Sari et al., 2018).

Spirulina sp sebagai bahan makan kesehatan karena memiliki Kandungan nutrisi yang tinggi yaitu karbohidrat, protein, lemak (gamma linolenat, omega 3, 6, dan 9), vitamin (B-kompleks, E), mineral (Fe, Ca, K), serta pigmen alami (beta karoten, klorofil, xantofil, fikosianin). *Spirulina sp* merupakan sumber antioksidan yang tinggi, yang membantu melindungi kulit dari kerusakan akibat radikal bebas, polusi, dan stres lingkungan lainnya. Kaya akan asam amino spirulina adalah sumber asam amino yang sangat baik, yang merupakan blok bangunan protein (Prasetiyo et al., 2020). Sehingga *spirulina sp* dapat berfungsi sebagai antioksidan (mencegah kanker dan radikal bebas), meningkatkan sistem imunitas tubuh (daya tahan terhadap fluktuasi lingkungan dan serangan penyakit), serta merendahkan kolestrol (Budiardi et al., 2010).

2.1.1. Klasifikasi Tanaman *Spirulina Sp.*

Kingdom	: <i>Protista</i>
Divisi	: <i>cyanophyta</i>
Kelas	: <i>Cyanophyceae</i>
Ordo	: <i>Nostocales</i>
Sub Ordo	: <i>Nostocaceae</i>
Famili	: <i>Oscillatoriaceae</i>
Genus	: <i>Spirulina</i>

Spesies : *Spirulina sp.*



Gambar 2. 1 Gambar *Spirulina sp*

Sumber : (Dinno Baskoro, 2016)

2.1.2. *Spirulina Sp* Sebagai Antibakteri

Antimikroba adalah senyawa yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Zat antimikroba yang bersifat membunuh mikroorganisme disebut mikrobisidal. Sementara itu, zat antimikroba yang banyak beredar luas saat ini cenderung bersifat sintetik. Jika digunakan secara terus-menerus dapat menimbulkan gangguan bagi kesehatan (Astika Winahyu et al., 2020a).

Antimikroba dapat ditemukan dari berbagai macam tanaman obat. Prinsip senyawa yang digunakan sebagai anti mikroba adalah tumbuhan yang menghasilkan senyawa yang dapat merusak membran atau dinding sel. Penelitian yang dilakukan Mayang et.al (2023), menunjukkan bahwa Pengaruh antibakteri *spirulina sp* dievaluasi terhadap isolat bakteri dengan menggunakan metode difusi cakram, hasilnya dibaca untuk menentukan diameter zona hambat masing-masing sampel menggunakan rumus konsentrasi hambat. Hasilnya, ekstrak air *Spirulina sp* memiliki zona hambat berkisar antara 11 - 26 mm dengan dosis 200 mg/mL dengan efek penghambatan terhadap bakteri gram positif *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus cereus*. Untuk bakteri gram negatif yaitu *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, dan *Vibrio cholerae* (Maysyafira, Medica and Husada, 2023).

2.1.3. Kandungan Kimia *Spirulina Sp*

Spirulina sp memiliki kandungan kimia seperti metabolit sekunder maupun primer, metabolit sekunder pada *spirulina sp* terdapat kandungan protein sebesar 60% dalam hitungan berat keringnya, polisakarida sebesar 15-25% DW, lipid/PUFI sebanyak 3-9% DW dan kandungan pigmen dominan berupa fikosianin serta total karotenoid. Selain itu *spirulina sp* juga mengandung asam lemak yang tinggi berupa asam palmitat sebagai saturated fatty acid (53,30-56,57%), asam oleat sebagai Monounsaturated Fatty Acid (4,34-4,50%), serta asam linoleat sebagai Polyunsaturated Fatty Acid (18,39-18,88%). Disamping tingginya kandungan protein, lipid dan polisakaridanya, pigmen pada *Spirulina sp.* juga menjadi kandungan metabolit yang paling diminati sebab memiliki antioksidan yang tinggi dan warna yang khas (biru-hijau) sehingga tak jarang dijadikan sebagai pewarna alami dalam berbagai produk makanan, minuman, obat-obatan bahkan kosmetik. Komponen-komponen biokimia tersebut memiliki peran yang besar dalam pertumbuhan *Spirulina sp* karena memiliki nilai kualitas tinggi yang dapat diaplikasikan untuk berbagai tujuan.

2.2. Madu

Madu merupakan larutan gula jenuh yang diproduksi oleh lebah. Lebah mengumpulkan nektar dari bunga tanaman, kemudian diubah melalui kombinasi enzim sebagai sekresi saliva (Saranraj dan Sivasakthi, 2018). Madu dipilih sebagai antibakteri dan melembabkan pada kulit, bahan alam yang tidak mempunyai efek samping negatif. Madu memiliki sifat hidroskopis yang biasa menyebabkan sekresi kulit menyerap yang membuat kulit menjadi segar, halus, dan juga lembut (Saragih, Y. 2021). Madu memiliki lebih dari 200 senyawa dengan gula sebagai komponen utama termasuk fruktosa (38,3%), glukosa (30,3%), maltosa (7,1%) dan sukrosa (1,3%). Zat lain yang ditemukan dalam madu diantaranya asam (0,5%), protein (0,3%), mineral (0,2%) dan senyawa metabolit sekunder seperti senyawa fenolik, asam askorbat, dan enzim (Sp & Lombok, 2021).



Gambar 2. 80 Gambar

Sumber: (Maksum rangkuti, 2024)

2.2.1 Madu Sebagai Antibakteri

Madu sejak dahulu digunakan untuk mengobati berbagai penyakit karena memiliki aktivitas antimikroba seperti anti bakteri, anti jamur, anti virus dan antioksidan (Suwito et al., 2024). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yuliati (2019) yaitu uji efektivitas larutan madu sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan *staphylococcus aureus* dan *pseudomonas aeruginosa* dengan metode disk diffusion bahwa larutan madu terhadap *S.aureus* pada konsentrasi 10^6 ppm, 5×10^6 ppm, 10^7 ppm, dan 10^8 ppm didapatkan zona hambat dengan rata-rata diameter hambat sebesar 6,5 mm, 10,5 mm, 12 mm, dan 14,7 mm. Dan pada bakteri *pseudomonas aeruginosa* dengan konsentrasi 10^6 ppm, 5×10^6 ppm, 10^7 ppm didapatkan zona hambat tersebut dengan rata-rata sebesar 6 mm, 8,5 mm, dan 9,5 mm. Sehingga madu efektif sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan pengaruh berbagai konsentrasi madu terhadap pertumbuhan bakteri tersebut, dimana semakin tinggi konsentrasi madu maka semakin besar zona hambat bakteri (Bahrudin, 2019).

2.3. Sabun Mandi Padat

Sabun mandi didefinisi sebagai senyawa Natrium dengan asam lemak yang digunakan sebagai pembersih tubuh, berbentuk padat, berbusa, dengan penambahan lainnya serta tidak menyebabkan iritasi pada kulit. Syarat mutu sabun mandi padat yang ditetapkan oleh SNI yaitu sabun padat memiliki kadar air

maksimal 23% jumlah alkali bebas maksimal 0,1% dan pH antara 6,0 -11,0 (BSN 2021).

Penggunaan sabun mandi padat merupakan salah satu cara untuk melindungi kulit dari infeksi bakteri dan mencegah penyakit infeksi kulit. Penggunaan antibakteri dari bahan sintetik dapat mencegah terjadinya infeksi, namun tidak sedikit yang memberikan efek samping seperti iritasi. Hal tersebut mendorong beralihnya penggunaan sediaan yang berasal dari alam (Aminudin et al., 2019). Sabun mandi padat digunakan untuk membersihkan tangan, wajah, dan badan. Sabun mandi padat juga dapat melembabkan kulit dan menghambat bakteri penyebab bau, tergantung pada bahan tambahan lainnya dalam proses pembuatannya (Setiawati & Ariani, 2021).

Sifat fisikokimia sabun tergantung pada beberapa faktor yang meliputi tingkat dan kemurnian alkali, jenis minyak yang digunakan dan proses saponifikasi. Fisikokimia tersebut meliputi kadar air, total lemak, pH, alkali bebas, kadar klorida. Sabun yang baik adalah sabun yang memenuhi karakteristik sesuai dengan standar yang berlaku (Setiawati & Ariani, 2021). Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku saat ini adalah SNI sabun mandi padat yaitu SNI 3532:2021 dengan persyaratan mutu seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Persyaratan Mutu Sabun Mandi Padat SNI 3532:2021

No	Parameter uji	Satuan	Persyaratan mutu
1.	pH 0,1%	-	6,0 – 11,0
2.	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 23,0
3.	Total lemak	% fraksi massa	Minimal 60.0
4.	Bahan tak larut dalam etanol	% fraksi massa	Maks. 10,0
5.	Alkali bebas (dihitung sebagai NaOH)	% fraksi massa	Maks. 0,1
6.	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam oleat)	% fraksi massa	Maks. 2,5
7.	Kadar klorida (Cl ⁻)	% fraksi massa	Maks. 1,0

2.4. Syarat Mutu Sabun

1. pH

pH merupakan singkatan dari potential hydrogen yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan dalam skala antara 1 - 14. pH netral berada pada angka 7. Nilai pH 1 hingga < 7 bersifat asam, sedangkan pH dengan nilai > 7 hingga 14 bersifat basa (Anggraini, Santi and Wuntu, 2023). Sabun dengan pH tinggi dapat meningkatkan absorpsi kulit sehingga kulit dapat menyebabkan iritasi seperti mengelupas, gatal, luka dan menjadi kering (Tungadi et al., 2022). Pengujian pH pada sediaan sabun mandi dilakukan dengan mengukur pH meter. Nilai pH adalah tolak ukur suatu derajat keasaman dan merupakan salah satu indikator pada sediaan sabun.

2. Kadar air

Kadar air merupakan jumlah kadar air yang terkandung dalam suatu bahan. Hal ini penting untuk dilakukan karena air berpengaruh terhadap kualitas dan durasi penyimpanan sabun, serta berpengaruh daya larut sabun ketika digunakan (Yansen and Humaira, 2022). Air yang ditambahkan dalam produk sabun dapat mempengaruhi kelarutan sabun dalam air. Prinsip dari pengujian kadar air sabun adalah pengukuran kekurangan berat setelah pengeringan pada suhu 105°C . Semakin banyak air yang terkandung dalam sabun, maka sabun akan cepat habis pada saat digunakan (Jayawijaya et al., 2021).

Kadar air sangat berpengaruh pada karakteristik sabun seperti sifat keras yang dapat mempengaruhi umur simpan produk. penentuan kadar air pada sabun dilakukan untuk mengetahui kandungan air dalam sabun padat. Kandungan air yang tinggi pada sabun menyebabkan sabun lebih cepat mengalami penyusutan bobot. Sedangkan kadar air yang rendah pada sabun akan meningkatkan umur simpan produk (Anggraini, Santi and Wuntu, 2023).

3. Bahan tidak larut etanol

Bahan yang tidak larut dalam etanol digunakan untuk mengetahui seberapa bagian sabun yang tidak larut dalam etanol. Prinsip yang digunakan dalam uji ini yaitu pelarutan sabun dalam etanol, penyaringan, dan penimbangan residu yang tidak larut (Kusuma Ningrum, Eko Wiyono and Amilia, 2021). Parameter tersebut merupakan penting dilakukan dalam analisis kualitas sabun, terutama dalam konteks pembuatan sabun mandi padat (Subagja Pratama et al., 2024). Menurut SNI 3532:2021 kadar bahan tidak larut dalam etanol pada sabun padat maksimal 5%.

4. Alkali bebas

Alkali bebas merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui jumlah basa yang tidak terikat oleh asam lemak. Alkali bebas memiliki sifat yang keras, sehingga sabun yang memiliki kandungan alkali yang tinggi dapat menyebabkan iritasi pada kulit karena kandungan NaOH yang bersifat higroskopis dapat menyerap kelembaban kulit dengan cepat. Kandung alkali bebas pada sabun dapat dinyatakan dengan terbentuknya perubahan warna pada saat penambahan indikator fenolftalein menjadi warna merah muda. Apabila pada saat penambahan indikator fenolftalein tidak terjadi perubahan warna maka yang dilakukan kadar asam lemak bebas yang dihitung sebagai asam oleat (Fanani et al., 2020).

5. Asam lemak bebas

Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang berada sebagai asam bebas yang tidak terikat oleh trigliserida. Asam lemak bebas ini dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi. Adanya asam lemak bebas dalam sabun dapat mengurangi daya ikat sabun terhadap minyak lemak maupun keringat (Fanani et al., 2020). Sabun yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi cenderung berbau tengik dan dapat menghambat proses pembersihan permukaan kulit oleh sabun (Rahayu, Rejeki and Sari, 2020).

6. Kadar klorida

Kadar klorida pada sabun merupakan garam asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau hewani penentuan kadar klorida ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya kandungan klorida pada sabun (Turangan et al., 2023).

2.5. Uji Sensitivitas Bakteri

Sensitivitas merupakan suatu kemampuan bahan obat yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba. Uji sensitivitas merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap zat antibakteri (antibiotik) dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri (Nufus & Pahmi, 2024). Aktivitas bakteri dapat digunakan dengan beberapa metode yaitu metode dilusi, metode difusi agar, dan metode difusi dilusi. Metode difusi adalah metode yang sering digunakan dalam analisis aktivitas antibakteri. Ada 3 cara untuk metode difusi yang sering dilakukan yaitu metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder. Prinsip kerja dari metode tersebut adalah terdifusinya senyawa antibakteri ke dalam media padat yang dimana mikroba uji telah diinokulasikan.

Metode sumuran dilakukan dengan membuat lubang yang dibuat tegak lurus pada agar dapat yang telah diinokulasikan dengan bakteri uji. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diisi dengan sampel yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambat di sekeliling lubang. Metode tersebut memiliki kelebihan yaitu lebih mudah mengukur zona hambat yang terbentuk karena bakteri beraktivitas tidak hanya di permukaan atas media agar tetapi juga sampai ke bawah. Pembuatan sumuran memiliki beberapa kesulitan seperti terdapatnya sisa-sisa agar pada suatu media yang digunakan untuk membuat sumuran, selain itu juga besar kemungkinan media agar retak atau pecah di sekitar lokasi sumuran sehingga dapat mengganggu proses peresapan antibiotik ke dalam media yang akan memengaruhi terbentuknya diameter zona bening saat melakukan uji sensitivitas (Nurhayati, Yahdiyani and Hidayatulloh, 2020).

Terbentuknya zona hambat yang berbeda-beda dapat diukur dengan beberapa kategori respon daya hambat pertumbuhan bakteri berdasarkan diameter dibagi menjadi 4, yaitu; 1) <5 mm, termasuk kategori lemah. 2) 6-10 mm, termasuk kategori sedang, 3) >10-20 mm, termasuk tegori kuat, 4). > 20 termasuk kategori sangat kuat (Deiske A. Sumilat, 2019).

Tabel 2. 2 Pengelompokan Hambatan Antibakteri

Diameter zona hambat (mm)	Respon hambatan
<5	Rendah
5 – 10	Sedang
10 – 20	Kuat
>20	Sangat kuat

Sumber : (Deiske A, 2019)

2.6. Bakteri Uji

2.6.1. *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri *pseudomonas* merupakan bakteri gram negatif, yang berbentuk batang (*rods*) atau kokus (*coccus*), aerob obligat, motil yang mempunyai flagel polar. Bakteri ini tumbuh dengan baik pada suhu 40°C atau dibawah 43°C (Pratiwi et al., 2021). *P. Aeruginosa* merupakan bakteri oportunistik yang memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi (Wulansari et al., 2019).

Pseudomonas aeruginosa termasuk dalam bakteri patogen, bakteri tersebut dapat menyebabkan infeksi pada luka dan luka bakar, menghasilkan nanah warna hijau biru; meningitis jika masuk melalui fungsi lumbal; dan infeksi saluran kencing jika masuk melalui kateter dan instrumen atau karena larutan irigasi. Penyerangan pada saluran nafas, khususnya respirator yang tercemar, mengakibatkan pneumonia nekrotika. Sebagian besar infeksi *Pseudomonas aeruginosa*, gejala dan tandanya tidak spesifik dan berkaitan dengan organ yang terserang.



Gambar 2. 145 Gambar Bakteri *Pseudomonas*
Sumber : (Alana Biggers, 2018)

Klasifikasi bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*

- Kingdom : *Procaryotae (Bacteria)*
- Filum : *Proteobacteria*
- Klas : *Gamma Proteobacteria*
- Ordo : *Pseudomonadales*
- Familia : *Pseudomonadaceae*
- Genus : *Pseudomonas*
- Spesies : *Pseudomonas aeruginosa*

Morfologi : *pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang, sporogenik, dan berflagel tunggal yang memiliki fleksibilitas nutrisi yang luar biasa. Bakteri ini berbentuk batang dengan panjang sekitar 1 – 5 mikrometer dan lebar 0,5 -1,0 mikrometer. P.aeruginosa dapat mengurangi berbagai macam molekul organik, termasuk senyawa organik seperti benzoat. P.aeruginosa telah ditemukan di lingkungan seperti tanah, air, manusia, hewan, tanaman, limbah, dan rumah sakit (Suyono & Salahudin, 2011).

2.6.2. *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* adalah salah satu jenis bakteri gram positif yang merugikan. Bakteri ini menyebabkan infeksi yang ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka (Kulla & Herrani, 2022).

Staphylococcus aureus berbentuk bulat dengan garis tengah lebih kurang 1 μm , susunan sel bergerombol sedangkan dari biakan cair terlihat sebagai sel tunggal atau tersusun berpasangan tetrad atau terdekak seperti rantai, *Staphylococcus* tidak bergerak dan tidak membentuk spora (Yanto et al., 2021).



Gambar 2. 176 Gambar Bakteri *Staphylococcus*

Sumber : (Unair News, 2020)

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus*

Divisio	:	<i>Protophyta</i>
Classis	:	<i>Schizomycetes</i>
Ordo	:	<i>Eubacteriales</i>
Familia	:	<i>Micrococcaceae</i>
Genus	:	<i>Staphylococcus</i>
Spesies	:	<i>Staphylococcus aureus</i>

Morfologi : bakteri *Staphylococcus aureus* adalah gram positif berbentuk bulat, berdiameter 0,8-1,0 μm , tidak mempunyai flagella, tidak membentuk spora, dan tersusun dalam kelompok seperti anggur yang tidak teratur. *Staphylococcus aureus* tumbuh dengan baik pada berbagai media bakteriologi dalam suasana aerob atau mikroaerofilik. Organisme ini paling cepat berkembang pada temperatur 37°C tetapi suhu terbaik untuk menghasilkan pigmen adalah suhu ruangan (20-25°C).