

BAB II

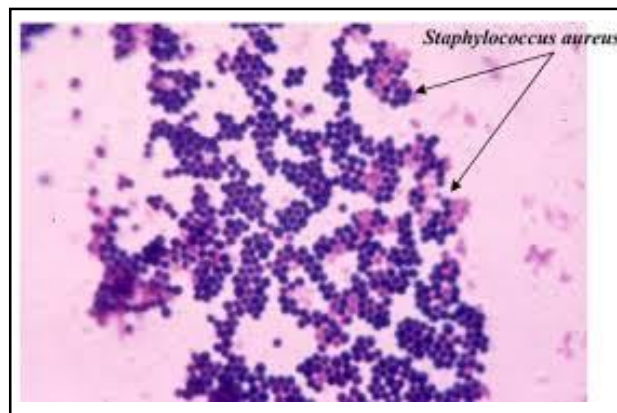
TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. *Staphylococcus aureus*

a. Definisi

Staphylococcus aureus merupakan bagian dari flora alami tubuh manusia yang umumnya menghuni permukaan kulit dan berbagai jaringan lunak, termasuk area mukosa (Tiara dan Alwi, 2014). Meskipun merupakan komponen flora normal, mikroorganisme ini mempunyai sifat oportunistik, sehingga ketika pertahanan tubuh melemah atau imunitas terganggu, maka bakteri tersebut dapat berubah menjadi agen penyebab penyakit (Apriyanti dkk, 2022). Dalam keadaan tertentu, *S. aureus* mampu memicu masalah kesehatan yang serius, mulai dari infeksi kulit dan berpotensi meningkat menjadi pneumonia atau sepsis (Cheung dkk, 2021). Bakteri *Staphylococcus aureus* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bakteri *Staphylococcus aureus*
Sumber: Todar, 2009.

b. Klasifikasi

Menurut Soedarto (2015), bakteri *Staphylococcus aureus* dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

Domain : *Bacteria*

Kingdom : *Eubakteria*

Phylum : *Firmicutes*

Class : *Bacili*

Ordo : *Bacillales*

Famili : *Staphylococcaceae*

Genus : *Staphylococcus*

Spesies : *Staphylococcus aureus*

c. Morfologi dan Identifikasi

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif yang terlihat berwarna ungu setelah pewarnaan Gram. Selnya berbentuk bulat atau coccus dengan ukuran kurang lebih 1 μm , dan terlihat berkumpul membentuk pola menyerupai buah anggur apabila diamati dengan mikroskop. Pewarnaan dilakukan untuk memudahkan dalam mengamati bentuk dan struktur dalam bakteri sehingga terlihat lebih jelas (Pelczar dan Chen, 1986). Bakteri ini tidak memiliki kemampuan bergerak (nonmotil), tidak menghasilkan spora, dan biasanya membentuk koloni berwarna emas hingga kuning (Soedarto, 2015).

Karakteristik koloni dapat bervariasi tergantung jenis media yang digunakan. Pada media agar darah atau *Blood Agar*, koloninya

akan tampak bulat berwarna kuning keemasan, bertepi halus, berdiameter 0,5-1 mm, berkilau, tampak krem dan menunjukkan hemolisis total di area sekitar koloni (Alimsardjono dkk, 2015). Sementara itu, pada media *Mannitol Salt Agar* (MSA), koloni akan terlihat halus, berbentuk bulat, berwarna kuning dengan zona kuning yang muncul di area sekitarnya serta memiliki permukaan yang cembung. Adapun pada media nutrient agar, koloni akan cenderung tampak bulat berwarna kuning dengan elevasi yang rata (Soemarno, 1987).

Uji biokimia yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri *Staphylococcus aureus*, yaitu reaksi katalase positif yang digunakan sebagai indikator kunci untuk membedakan spesies *Staphylococcus* dari spesies *Streptococcus*. Hasil koagulase positif semakin membedakan *Staphylococcus aureus* dari anggota genus *Staphylococcus* lainnya. Sementara uji fermentasi manitol yang positif digunakan untuk membedakan *Staphylococcus aureus* dari *Staphylococcus epidermidis* (Taylor dan Unakal, 2022).

d. Patogenesis

Staphylococcus aureus dapat menyebabkan penyakit pada manusia, baik dengan menginvasi jaringan maupun melalui pelepasan toksin yang dihasilkannya. Infeksi biasanya dimulai dengan kolonisasi bakteri pada tubuh, yang kemudian dapat berpindah melalui tangan ke area yang rentan seperti luka kulit, sayatan bedah, titik masuk kateter

vaskular, atau area lain dengan pertahanan tubuh yang lemah, termasuk abrasi atau eksim. Pada kulit, *Staphylococcus aureus* dapat membentuk abses sebelum menyebar ke aliran darah. Bakteri ini juga dapat menyebabkan pneumonia, infeksi tulang dan sendi, serta endokarditis, yang didukung oleh aktivitas enzim proteolitiknya. Pada individu dengan gangguan fungsi imun (seperti pasien kanker yang mengalami neutropenia), infeksi yang terkait dengan terapi intravena dapat berkembang menjadi komplikasi serius, termasuk sepsis yang mengancam jiwa akibat bakteremia *Staphylococcus aureus*. Pada pasien dengan fibrosis kistik, infeksi *Staphylococcus aureus* yang terus-menerus pada akhirnya dapat menyebabkan resistensi antibiotik (Soedarto, 2015).

e. Pertumbuhan dan Pemiakan

Staphylococcus aureus mampu tumbuh secara efektif pada berbagai media kultur bakteri, baik dalam kondisi aerobik maupun anaerob fakultatif. Pertumbuhan optimalnya terjadi pada suhu sekitar 37°C, sementara produksi pigmen lebih menonjol pada suhu antara 20–35°C (Brooks dkk, 2015). Organisme ini tumbuh subur pada kisaran pH optimal 7,0 hingga 7,5 (Bonang, 1982). Pada media padat, koloni biasanya tampak bulat, halus, dan berkilau, dengan tepi yang rata dan warna keabu-abuan yang ditonjolkan oleh pigmentasi kuning keemasan. Namun, pada media cair, *Staphylococcus aureus* tidak menghasilkan

pigmen; sebaliknya, ia menyebabkan media menjadi keruh (Brooks, Butel dan Morse, 2005).

Media yang dapat digunakan untuk pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, antara lain:

1) *Nutrient Agar Plate* (NAP)

Nutrient Agar Plate (NAP) banyak digunakan sebagai media pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, terutama untuk mengamati pembentukan pigmennya. Media NA adalah media nutrisi yang umum digunakan untuk membudidayakan bakteri. Media ini mendukung pertumbuhan beragam spesies bakteri dan jamur serta mengandung nutrisi esensial yang dibutuhkan untuk perkembangan bakteri (Tantray dkk., 2023). Pada media ini, koloni biasanya tampak bulat, memiliki pigmen kuning keemasan, permukaan halus, dan elevasi datar atau seperti cakram (Soemarno, 1987)

2) *Mannitol Salt Agar* (MSA)

MSA adalah media selektif sekaligus diferensial yang dirancang untuk mengisolasi dan mengidentifikasi *Staphylococcus aureus*. Pertumbuhan *S. aureus* pada media ini ditandai dengan perubahan warna dari merah menjadi kuning (asam), yang dipicu oleh aktivitas indikator fenol merah (Toelle dan Lenda, 2014). Perubahan warna kuning pada media ini menandakan bahwa bakteri mampu memfermentasi manitol menjadi produk sampingan yang bersifat asam. Koloni yang dihasilkan biasanya berukuran kecil

hingga sedang, berbentuk lingkaran, berwarna kuning, halus, dikelilingi zona kuning, dan menunjukkan elevasi datar atau seperti cakram (Soemarno, 1987).

3) *Blood Agar Plate*

Media (BAP) adalah media yang digunakan untuk membedakan bakteri patogen berdasarkan pola hemolitiknya. Media ini umumnya digunakan untuk membudidayakan *Staphylococcus aureus*. Koloni biasanya berukuran sedang hingga besar, berbentuk lingkaran, halus, dengan tepi rata, menghasilkan pigmen kuning keemasan, dan dikelilingi oleh zona bening hemolisis lengkap (Putri dkk, 2017).

f. Biokimia

Bakteri memiliki karakteristik biokimianya tersendiri, yang berperan penting dalam memudahkan identifikasi. Pengujian biokimia melibatkan pengenalan dan penentuan isolat bakteri murni dengan menilai sifat fisiologisnya. Biokimia berkaitan erat dengan metabolisme seluler, yang mencakup reaksi kimia di dalam sel yang menghasilkan energi atau memanfaatkannya untuk mensintesis komponen seluler dan mendukung berbagai aktivitas seluler, termasuk motilitas (Pelczar dan Chen, 1986).

Aktivitas biokimia mikroorganisme dapat dinilai dengan mengamati kemampuan mikroba dalam memanfaatkan dan memecah molekul kompleks dari lingkungan menjadi bentuk yang lebih

sederhana. Proses biokimia ini bergantung pada enzim bakteri yang mendegradasi karbohidrat, lipid, protein, dan asam amino. Produk metabolisme yang dihasilkan melalui reaksi-reaksi ini berfungsi sebagai indikator penting untuk mengidentifikasi spesies bakteri (Panjaitan dkk., 2020).

Macam-macam uji biokimia, antara lain:

1) Uji Fermentasi Karbohidrat

Uji fermentasi karbohidrat umumnya digunakan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan kemampuannya memfermentasi karbohidrat tertentu. Uji manitol, misalnya, banyak digunakan untuk mengidentifikasi *Staphylococcus aureus* dengan menginokulasi bakteri ke dalam media khusus dan menginkubasinya pada suhu 37°C selama 24 jam (Hayati dkk., 2019). Uji manitol positif ditunjukkan dengan perubahan warna media dari merah menjadi kuning, akibat produksi asam selama fermentasi manitol (Toelle dan Lenda, 2014). Pergeseran warna ini menunjukkan bahwa *S. aureus* dapat memetabolisme manitol menjadi asam (Taylor dan Unakal, 2022).

Uji glukosa juga berfungsi sebagai metode tambahan untuk mengamati fermentasi karbohidrat. Fermentasi bakteri diidentifikasi dengan perubahan warna indikator dan penurunan pH akibat pembentukan asam. Pola fermentasi karbohidrat digunakan untuk

membedakan spesies dalam genus yang sama, membantu identifikasi bakteri yang akurat (Karimela dkk, 2017).

2) Uji DNase

Uji DNase digunakan sebagai salah satu metode untuk identifikasi bakteri patogen, termasuk *Staphylococcus aureus*, berdasarkan aktivitas enzim deoksiribonuklease (DNase). Reaksi positif disebabkan oleh terbentuknya zona jernih di sekitar koloni setelah media diberi HCl, yang menandakan kemampuan *S. aureus* memecah DNA menjadi fosfo-mononukleotida. Enzim DNase merupakan protein kompleks yang tersusun dari rantai polipeptida tunggal dan terletak pada permukaan sel bakteri (Karimela dkk, 2017).

3) Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan meneteskan beberapa tetes hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% ke atas kaca objek steril. Kultur bakteri kemudian diteteskan ke atas tetesan tersebut menggunakan jarum inokulasi, dan suspensi diaduk perlahan. Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung-gelembung. Pada *Staphylococcus aureus*, uji ini menghasilkan hasil positif, ditunjukkan dengan munculnya gelembung-gelembung gas (Dewi, 2013).

4) Uji Koagulase

Uji koagulase merupakan metode tradisional yang digunakan di laboratorium mikrobiologi klinis untuk memastikan keberadaan *Staphylococcus aureus*. Uji ini mengevaluasi kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim koagulase. Terdapat dua jenis uji koagulase: slide dan tabung. Dalam uji slide (faktor penggumpalan), larutan NaCl fisiologis ditambahkan ke *object glass* berisi kultur bakteri, diikuti dengan penambahan plasma sitrat, dicampur, dan dikocok perlahan selama 2–3 menit. Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya gumpalan (Soemarno, 1987).

Uji tabung melibatkan pencampuran sekitar 200 µl plasma dengan 3–4 ose kultur bakteri dalam tabung reaksi dalam kondisi aseptik. Campuran tersebut diinkubasi pada suhu 37°C, dengan pengamatan dilakukan setelah 4 jam dan pengamatan kembali setelah 18–24 jam. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gumpalan atau konsistensi seperti jeli di dasar tabung (Dewi, 2013). Dalam pengujian koagulase, *Staphylococcus aureus* secara konsisten menghasilkan reaksi positif, dibuktikan dengan adanya gumpalan seperti jeli (Alimsardjono, dkk., 2015).

2. Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan didefinisikan sebagai proses peningkatan semua komponen penyusun suatu organisme secara teratur dan tertata. Namun, penambahan ukuran saja tidak mencerminkan pertumbuhan yang

sesungguhnya, melainkan merujuk pada proses reproduksi (Brooks dkk., 2005). Dalam istilah mikrobiologi, pertumbuhan bakteri mengacu pada penambahan jumlah sel akibat akumulasi biomassa bakteri. Ketika nutrisi yang cukup, kondisi lingkungan yang mendukung, dan faktor pendukung lainnya tersedia, sel bakteri akan membesar dan mengalami pembelahan biner, menghasilkan dua sel anak baru (Bhatia dan Ichhpujani, 2008).

a. Nutrisi pertumbuhan bakteri

Bakteri hanya dapat tumbuh dengan baik jika mendapatkan nutrisi yang cukup. Nutrisi adalah zat kimia yang berasal dari lingkungan sekitar yang berperan penting dalam berbagai proses seluler, termasuk metabolisme dan pertumbuhan. Menurut Cappuccino dan Sherman (2013), beberapa nutrisi utama yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan bakteri, yaitu:

1) Karbon

Karbon merupakan nutrisi terpenting yang dibutuhkan bakteri selama proses pertumbuhan bakteri. Karbon berfungsi sebagai atom sentral dalam menyusun semua struktur dan fungsi seluler, membentuk kerangka dasar yang mendukung kelangsungan hidup dan aktivitas sel.

2) Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur esensial untuk sintesis makromolekul seluler, terutama protein dan asam nukleat. Bakteri

memanfaatkan nitrogen untuk menghasilkan protein, DNA, dan RNA, yang vital untuk pembelahan sel dan aktivitas metabolisme.

3) Unsur Non-Logam

Bakteri juga membutuhkan unsur non-logam seperti sulfur dan fosfor untuk mensintesis protein dan asam nukleat. Sulfur berperan dalam penyusunan asam amino dan dapat diperoleh dari hidrogen sulfida (H_2S) alami atau ion sulfat. Sementara itu, fosfor berasal dari senyawa fosfat dan berperan penting dalam pembentukan DNA, RNA, dan molekul energi seperti ATP (adenosin trifosfat).

4) Unsur Logam (Ca^{2+} , Zn^{2+} , K^+ , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , dan Fe^{3+})

Ion logam sangat penting untuk mengaktifkan berbagai proses seluler, termasuk transpor elektron selama oksidasi biologis. Meskipun hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil, ion-ion ini krusial untuk menjaga metabolisme seluler yang efisien. Biasanya, bakteri memperoleh unsur logam ini dari garam organik (Cappuccino dan Sherman, 2014).

5) Vitamin

Vitamin berperan penting dalam pertumbuhan sel dan fungsi metabolisme. Vitamin berfungsi sebagai sumber koenzim yang berperan dalam reaksi enzimatik di dalam sel. Banyak sistem enzim membutuhkan vitamin atau koenzim agar berfungsi efektif dalam menjaga metabolisme bakteri.

6) Energi

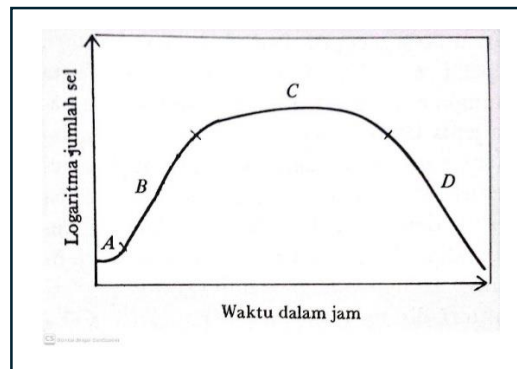
Energi merupakan kebutuhan dasar bagi aktivitas seluler vital seperti transpor aktif, biosintesis, dan degradasi makromolekul. Pasokan energi yang berkelanjutan sangat penting bagi bakteri untuk menjaga keseimbangan metabolisme dan memastikan fungsi sel yang baik (Cappuccino dan Sherman, 2014; Hamdiyati, 2011).

7) Air

Air berperan sebagai pelarut dan media universal yang memfasilitasi pengangkutan nutrisi bermolekul kecil melintasi membran sel. Air sangat penting bagi kehidupan seluler, karena sebagian besar reaksi biokimia dan proses metabolisme terjadi di lingkungan berair. Tanpa air yang cukup, penyerapan nutrisi dan metabolisme bakteri secara keseluruhan akan sangat terhambat.

b. Fase pertumbuhan bakteri

Pertumbuhan bakteri umumnya dibagi menjadi empat fase utama: fase lag (fase adaptasi atau penyesuaian), fase eksponensial (fase pertumbuhan cepat atau logaritmik), fase stasioner, dan fase penurunan atau kematian. Tahap-tahap ini merepresentasikan kondisi fisiologis bakteri di dalam media kultur. Setiap fase bertransisi secara bertahap sebelum semua sel sepenuhnya memasuki tahap berikutnya (Hamdiyati, 2011).



Gambar 2. Fase Pertumbuhan Bakteri
Sumber : Volk dan Wheeler, 1988.

1) Fase *lag*

Fase *lag* merupakan fase ketika bakteri mulai beradaptasi dengan lingkungan barunya. Faktor-faktor seperti pH, suhu, komposisi medium, konsentrasi sel awal, dan karakteristik fisiologis mikroorganisme dari medium sebelumnya memengaruhi durasi fase jeda. Setelah inokulasi, ukuran sel meningkat sementara pembelahan sel terjadi minimal atau bahkan tidak terjadi sama sekali. Fase ini ditandai dengan peningkatan komponen makromolekul, aktivitas metabolik, dan sensitivitas terhadap faktor fisik dan kimia. Fase ini juga merupakan periode adaptasi di mana terjadi akumulasi metabolit dalam populasi sel, yang pada akhirnya mengarah pada sintesis sel maksimum (Hamdiyati, 2011).

2) Fase logaritma

Peningkatan pesat pertumbuhan bakteri dapat diamati pada fase ini. Sel membelah menjadi dua, dan proses ini dipengaruhi oleh karakteristik yang diwariskan. Selama tahap ini, sel berada dalam kondisi pertumbuhan seimbang, di mana massa dan jumlah sel meningkat secara proporsional, mempertahankan komposisi

dan konsentrasi metabolit yang relatif konstan. Laju pertumbuhan selama periode ini mengikuti fungsi eksponensial alami, karena sel membelah pada laju konstan yang ditentukan oleh sifat internal dan kondisi lingkungannya. Namun, mikroorganisme yang berbeda menunjukkan laju pertumbuhan yang bervariasi. Peningkatan ini harus didukung oleh beberapa faktor, termasuk:

- a) Faktor biologis, seperti morfologi dan karakteristik organisme dalam kaitannya dengan lingkungannya, serta interaksi antarspesies ketika terdapat lebih dari satu jenis.
- b) Faktor abiotik, termasuk ketersediaan nutrisi, suhu, konsentrasi oksigen, intensitas cahaya, dan lainnya. Ketika faktor-faktor ini optimal, pertumbuhan yang stabil tercapai, menghasilkan proliferasi bakteri eksponensial. Fase ini menentukan kapasitas reproduksi maksimum mikroorganisme.
- c) Sel-sel pada tahap ini memiliki kemampuan yang kuat untuk bertahan hidup dan bereproduksi secara efisien. Fase *de-growth* biasanya terjadi menjelang akhir fase logaritmik, sebelum memasuki fase stasioner, yang ditandai dengan penurunan peningkatan populasi akibat faktor-faktor seperti penipisan nutrisi.
- d) Fase pertumbuhan yang lebih lambat juga dapat terjadi ketika fase logaritmik mencapai puncaknya, karena ketersediaan

nutrisi dan aktivitas metabolisme masing-masing sel bakteri mulai mengatur dan membatasi perkembangan selanjutnya (Hamdiyati, 2011).

3) Fase Stationer

Fase ini terjadi ketika laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematian sel sehingga tidak terjadi perubahan keseluruhan pada populasi bakteri secara keseluruhan. Keseimbangan ini terutama disebabkan oleh penurunan pembelahan sel, yang terjadi akibat kehabisan nutrisi dan akumulasi produk sampingan toksik yang menghambat pertumbuhan lebih lanjut. Fase stasioner kemudian diikuti oleh fase kematian, yang ditandai dengan laju mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju pertumbuhan, yang menyebabkan penurunan bertahap pada populasi bakteri secara keseluruhan. Selama tahap ini, jumlah sel yang bertahan hidup relatif konstan selama periode tertentu, bergantung pada spesies bakteri, tetapi akhirnya bertransisi ke periode penurunan populasi (Hamdiyati, 2011).

4) Fase kematian

Fase ini ditandai dengan peningkatan jumlah kematian bakteri yang melebihi jumlah sel yang bereproduksi. Fase kematian ditandai dengan penurunan populasi bakteri yang cepat, terutama akibat kehabisan nutrisi dan akumulasi produk limbah

toksik yang dihasilkan oleh bakteri itu sendiri. Kondisi ini dapat berlangsung selama beberapa minggu, tergantung pada spesies bakteri dan faktor lingkungan. Jika kondisi yang tidak menguntungkan ini berlanjut, bakteri dapat kehilangan kemampuannya untuk berfungsi atau beregenerasi di lingkungan baru (Hamdiyati, 2011).

c. Faktor pertumbuhan bakteri

1) Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan terpenting yang memengaruhi kelangsungan hidup bakteri. Suhu rendah dapat memperlambat metabolisme seluler, sedangkan suhu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein enzim. Kisaran suhu yang paling menguntungkan bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme hidup dikenal sebagai suhu optimal. Berdasarkan suhu pertumbuhan optimalnya, bakteri dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama menurut Cappuccino dan Sherman (2013):

- a) Bakteri psikrofilik (0–20°C)
- b) Bakteri mesofilik (20–50°C)
- c) Bakteri termofilik (50–100°C)

2) pH

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri sangat dipengaruhi oleh pH lingkungan, dan setiap spesies bakteri memiliki rentang pH spesifik yang mendukung pertumbuhannya. Tingkat pH

memengaruhi aktivitas enzim, karena enzim berfungsi paling efisien dan mengkatalisis reaksi lebih cepat pada pH optimalnya. Kisaran pH optimal untuk sebagian besar pertumbuhan bakteri adalah antara 6,5 dan 7,5 (Cappuccino dan Sherman, 2013). Berdasarkan kebutuhan pH optimalnya, bakteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Bakteri asidofilik, yaitu bakteri yang tumbuh subur dalam rentang pH 6,5–7,0.
- b) Bakteri mesofilik, yaitu bakteri yang lebih menyukai rentang pH 7,5–8,0.
- c) Bakteri alkalofilik, yaitu bakteri yang tumbuh paling baik dalam rentang pH 8,4–9,0.

3) Kelembapan

Ruangan dengan tingkat kelembapan di atas 75% cenderung mendorong pertumbuhan bakteri, sedangkan udara yang sangat kering dapat membunuh bakteri atau menghentikan aktivitas metabolismenya (Rachmatantri, 2015).

4) Pencahayaan

Proses pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh paparan cahaya. Cahaya dapat merusak sel bakteri non-fotosintetik, terutama melalui radiasi ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang berkisar antara 280 hingga 100 nm, yang mampu membunuh bakteri. Efek utama sinar UV adalah dimerisasi timin, suatu proses di mana dua

molekul timin yang berdekatan pada untai DNA yang sama membentuk ikatan kovalen, yang mengganggu replikasi dan fungsi DNA normal (Cappuccino dan Sherman, 2013).

5) Oksigen

Bakteri membutuhkan oksigen untuk proses respirasi atau untuk mengubah nutrisi menjadi energi. Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri diklasifikasikan menjadi empat kelompok utama:

- a) Bakteri aerob : membutuhkan oksigen untuk proses respirasinya.
- b) Bakteri mikroaerofilik : hanya membutuhkan jumlah oksigen yang terbatas untuk pertumbuhannya.
- c) Bakteri anaerob : tidak memerlukan oksigen, Bakteri ini tidak memiliki enzim katalase yang memecah H_2O_2 menjadi air dan oksigen.
- d) Bakteri anaerob fakultatif : mampu tumbuh baik dengan maupun tanpa oksigen (Cappuccino dan Sherman, 2013).

3. Media

a. Definisi

Media adalah zat yang menyediakan nutrisi esensial bagi mikroorganisme, seperti bakteri, untuk tumbuh dan berkembang biak (Cappuccino dan Sherman, 2013). Selain mendukung pertumbuhan bakteri, media juga digunakan untuk isolasi, inokulasi, karakterisasi

fisiologis, dan enumerasi populasi bakteri (Cahyani, 2014). Nutrisi yang terkandung dalam media merupakan zat dengan berat molekul rendah yang larut dalam air. Media pertumbuhan dianggap efektif jika dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dasar yang diperlukan untuk perkembangan mikroba secara memadai (Supriatin dan Rahayyu, 2016).

b. Jenis media

Media pertumbuhan bakteri dapat diklasifikasikan dalam beberapa cara, salah satunya berdasarkan sifat fisiknya:

1) Klasifikasi berdasarkan wujud fisik

a) Media cair

Bakteri dapat tumbuh dengan cepat pada media cair, biasanya dalam waktu 3 hingga 4 jam. Jenis media ini umumnya digunakan sebagai media pengayaan sebelum inokulasi bakteri ke media padat. Namun, media cair tidak cocok untuk mengisolasi kultur murni dan tidak memungkinkan pengamatan koloni bakteri. Contohnya antara lain Kaldu Nutrisi, Air Pepton, dan Kaldu Darah (Gupte, 2010).

b) Media padat

Media padat digunakan untuk mempelajari karakteristik koloni bakteri dan sangat efektif untuk mengisolasi bakteri dalam bentuk kultur murni. Komponen utama media padat

adalah agar, yang menyediakan basis pematat yang diperlukan (Gupte, 2010).

2) Klasifikasi Berdasarkan Fungsi

a) Media Selektif

Media selektif digunakan untuk mengisolasi jenis bakteri tertentu. Media ini mengandung senyawa kimia yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu, sehingga memudahkan isolasi bakteri yang diinginkan. Misalnya, Agar Feniletal Alkohol digunakan untuk mengisolasi sebagian besar bakteri gram positif, sementara Agar Kristal Violet cocok untuk mengisolasi banyak bakteri gram negatif (Cappuccino dan Sherman, 2013).

b) Media Diferensial

Jenis media ini mengandung komponen yang memungkinkan identifikasi mikroorganisme berdasarkan karakteristik koloni yang dapat diamati. Salah satu contohnya adalah *MacConkey Agar* (MCA), yang mengandung garam empedu untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan memungkinkan diferensiasi antara bakteri yang dapat memfermentasi laktosa dan yang tidak dapat (Cappuccino dan Sherman, 2013).

c) Media yang Diperkaya

Media yang diperkaya diformulasikan dengan menambahkan zat kaya nutrisi seperti serum, darah, atau ekstrak ragi untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang rewel (Cappuccino dan Sherman, 2013).

4. Kacang Kedelai



Gambar 3. Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.)
Sumber : Faradiba, 2021.

Menurut Dasuki (1991), tanaman kedelai diklasifikasikan secara taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophytina</i>
Subdivisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Rosales</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr.

Kedelai (*Glycine max L. Merr*) adalah tanaman polong-polongan tahunan yang dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dan kondisi iklim di wilayah tropis. Kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan kedelai adalah antara 20–30 °C. Spesies kedelai yang dibudidayakan (*Glycine max L. Merr*) di Indonesia dicirikan oleh kebiasaan tumbuh tegak, mencapai tinggi sekitar 40–90 cm, dengan batang bercabang, daun tunggal dan trifoliat, serta rambut yang agak jarang pada daun dan polong. Masa pertumbuhan tanaman berkisar antara 72 hingga 90 hari. Saat matang, sekitar 95% biji tampak kuning dan keras. Komposisi nutrisi kedelai terdiri dari sekitar 40% protein, 35% karbohidrat, 20% lemak, 18% minyak, dan 5% mineral (Hayati, 2018).

5. Kaldu Daging

Menurut SNI 01-4218-1996, kaldu daging didefinisikan sebagai produk yang diperoleh dari pemasakan bahan-bahan kaya protein seperti daging atau unggas dalam air, dengan atau tanpa penambahan bumbu atau penguat rasa. Selama proses perebusan, serat-serat otot berkontraksi, menyebabkan sari-sari alami daging terlepas ke dalam air. Sari-sari ini mengandung ekstrak yang terdiri dari air, vitamin, garam yang larut dalam air, dan peptida (rantai pendek asam amino). Oleh karena itu, kaldu daging pada dasarnya merupakan hasil ekstraksi komponen nutrisi dan zat penyedap dari daging melalui perebusan, menghasilkan cairan kaya nutrisi dengan aroma dan rasa yang khas (Amertaningtyas dkk., 2001).

6. Ekstrak Ragi

Pertumbuhan bakteri bergantung pada ketersediaan nutrisi yang cukup dalam media pertumbuhan. Dalam beberapa kasus, nutrisi atau suplemen tambahan diperlukan untuk meningkatkan proliferasi bakteri. Ekstrak ragi merupakan salah satu sumber nutrisi tambahan yang paling umum digunakan untuk memperkaya media kultur (Cappuccino, 2013). Ekstrak ragi merupakan sumber nitrogen kompleks yang berasal dari protein dan asam nukleat, mengandung peptida, vitamin B, dan sitokinin, yang berperan sebagai nutrisi esensial bagi pertumbuhan bakteri dengan mendukung berbagai mekanisme fisiologis, termasuk sintesis asam amino, asam nukleat, koenzim, dan biomolekul vital lainnya (Widiastoety, 2003).

7. Gula Manitol

Manitol adalah gula alkohol (poliol) yang banyak digunakan sebagai sumber karbohidrat dalam media mikrobiologi karena sifatnya yang stabil, larut dalam air, dan dimetabolisme oleh bakteri tertentu melalui jalur fermentasi spesifik (Tortora dkk., 2018). Senyawa ini berperan sebagai indikator metabolisme mikroba, karena beberapa bakteri mengubah manitol menjadi asam organik, yang menyebabkan perubahan pH yang terdeteksi dalam media diferensial (Madigan dkk., 2018).

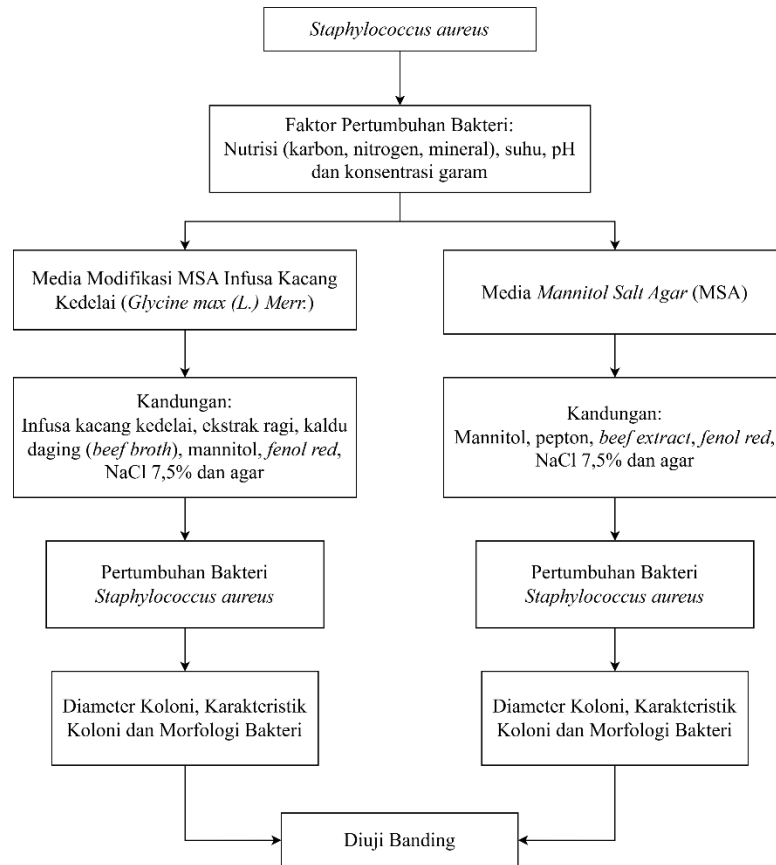
Manitol berfungsi sebagai sumber karbon esensial dalam media selektif dan diferensial, terutama untuk mengidentifikasi bakteri gram positif dan gram negatif dengan kemampuan fermentasi yang berbeda (Pelczar dkk., 2008). Dalam media berbasis fermentasi, manitol sangat

penting untuk membedakan spesies berdasarkan kemampuannya memetabolisme gula ini (Cappuccino dan Welsh, 2020).

Bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Enterococcus faecalis* diketahui dapat memfermentasi manitol, sehingga menghasilkan perubahan yang nyata pada media diferensial (Madigan dkk., 2018). Sebaliknya, organisme seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* tidak dapat memfermentasi manitol, sehingga tidak terjadi perubahan pH pada media (Tortora dkk., 2018).

B. Kerangka Teori

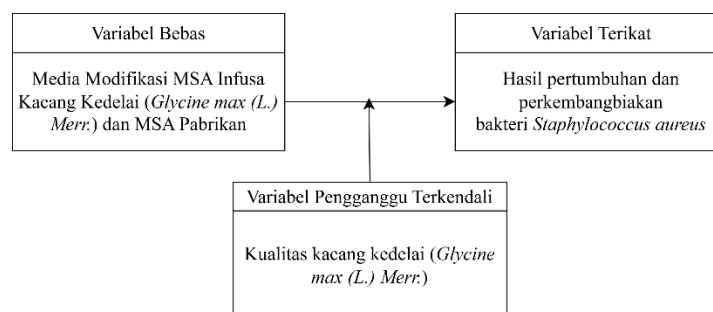
Kerangka teori penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Antar Variabel

D. Pertanyaan Penelitian

Apakah media modifikasi infusa kacang kedelai (*Glycine max L. Merr.*) yang diperkaya dengan kaldu daging, ekstrak ragi, mannitol, NaCl 7,5%, *fenol red* dan agar mampu memberikan efektivitas pertumbuhan dan kemampuan identifikasi *Staphylococcus aureus* yang setara dengan MSA pabrikan?