

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

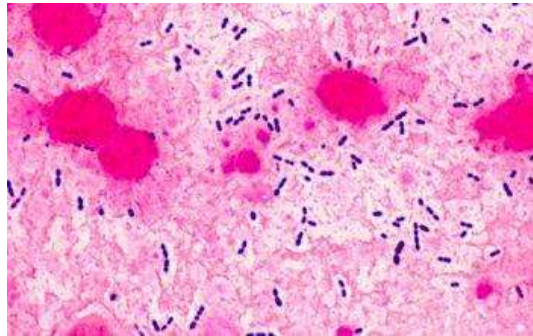
1. Bakteri *Streptococcus pneumoniae*

a. Klasifikasi dan taksonomi

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Bacillati
Filum	: Bacillota
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Famili	: Streptococcaceae
Genus	: Streptococcus
Spesies	: <i>Streptococcus pneumoniae</i> (NCBI, 2020).

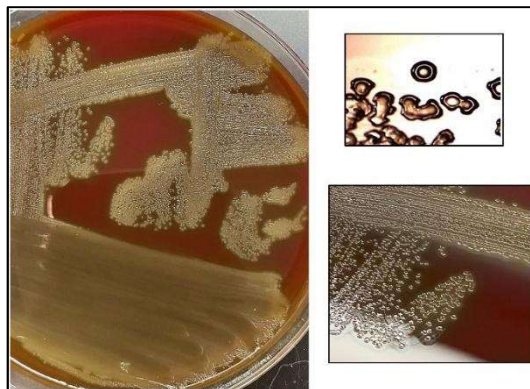
b. Morfologi dan Karakteristik

Streptococcus pneumoniae bersifat Gram positif, berantai pendek dan berpasangan serta berbentuk bulat oval dengan ciri khas menyerupai lanset. Hasil pewarnaan Gram bakteri *Streptococcus pneumoniae* dibawah mikroskop menunjukkan hasil sel bakteri berwarna ungu yang menandakan bahwa bakteri tersebut bersifat Gram positif (Fauziah, 2023).



Gambar 1. Koloni Bakteri *Streptococcus pneumoniae* pada Pewarnaan Gram
Sumber : <https://microbe-canvas.com>.

Koloni bakteri *Streptococcus pneumoniae* pada media *Blood Agar Plate* (BAP) akan terbentuk warna keabu-abuan, mukoid atau basah, memiliki cekungan ditengah koloni dan dikelilingi oleh zona hijau akibat aktivitas hemolisis alfa (Safari, dkk., 2023).



Gambar 2. Koloni Bakteri *Streptococcus pneumoniae* pada media *Blood Agar Plate* (BAP)
Sumber : <https://www.pathologyoutlines.com>.

Streptococcus pneumoniae merupakan bakteri anaerob fakultatif yang dapat bertahan hidup pada suhu 37°C dengan kadar CO₂ sekitar 5%. Agar darah (*blood agar*) dan Todd-Hewitt (THY) merupakan media pertumbuhan dari bakteri ini (Bradshaw, dkk., 2020). Bakteri ini tidak bernafas dan tidak bergerak. *Streptococcus*

pneumoniae merupakan bakteri dengan sifat fermentasi dan bergantung pada metabolisme karbohidrat untuk menghasilkan produk energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan (Paixão, dkk., 2015). Uji biokimia yang digunakan untuk membedakan dengan streptococcus lain meliputi hasil uji katalase dan oksidase yang negatif dan lisis dalam garam empedu serta kerentanan terhadap optochin (Sadowy dan Hryniewicz, 2020). Dalam suasana aerobik bakteri ini membentuk zona hemolisis alfa, sedangkan dalam suasana anaerobik bakteri ini akan membentuk zona hemolisis beta (Antushevich, 2020).

Dinding sel *Streptococcus pneumoniae* yang kompleks memainkan peran penting dalam menjaga bentuk, pertumbuhan dan pembelahan sel. Selama melakukan pertumbuhan, bakteri ini membentuk dinding sel mereka di bagian tengah sel melalui putaran pemanjangan dan pembelahan yang teratur sehingga menghasilkan bentuk sel ovokokus yang unik (Vollmer, dkk., 2019).

c. Habitat

Streptococcus pneumoniae adalah flora normal yang hidup pada *tractus respiratorium* bagian atas, bakteri ini juga dapat menjadi penyebab penyakit paru-paru invasif (IPD) (Sari, dkk., 2019). *Streptococcus pneumoniae* tinggal di nasofaring orang dewasa dan anak-anak, namun bakteri ini dapat menyebar ke area

tubuh yang lain sehingga menyebabkan penyakit infeksi oportunistik (Marquart, 2021).

d. Patogenitas

Streptococcus pneumoniae pada manusia merupakan patogen oportunistik yang menyebabkan penyakit invasif seperti radang paru-paru (Liu, dkk., 2021). *Streptococcus pneumoniae* menyebabkan jutaan orang mati diseluruh dunia dan dapat menular. Pneumokokus merupakan infeksi yang berasal dari bakteri ini. Pneumonia merupakan jenis infeksi pneumococcus yang paling sering terjadi saat ini. Pneumonia adalah masalah kesehatan global yang sangat membahayakan anak-anak dibawah usia lima tahun, orang tua, dan individu yang memiliki kondisi medis sebelumnya (Brooks dan Mias, 2018).

Antar individu, bakteri *Streptococcus pneumoniae* melakukan penyebaran dan penularan melalui droplet, kontak dekat dan penularan pada nasofaring. Penularan, kolonisasi dan invasi sangat bergantung pada kemampuan *Streptococcus pneumoniae* untuk menghindari atau memanfaatkan respon inflamasi dan kekebalan inang. Kondisi ini dapat menjadi serius ketika elemen bakteri inang dapat menembus dan menyerang area yang pada dasarnya steril, seperti sirkulasi darah, meningen, paru-paru dan rongga telinga tengah (Weiser, dkk., 2018). Dalam hal ini, bakteri pertama kali berkolonisasi pada nasofaring. Bakteri dapat

berkolonisasi karena kompetisi dengan flora normal lainnya dan mencegah sistem respons melalui proses adhesi pada sel inang dan menghindari pembersihan mukosa (Widyastuti, dkk., 2023).

e. Identifikasi Bakteri

1) Reaksi hemolisis

Reaksi hemolisis terbagi menjadi tiga kategori, yaitu :

a) Hemolisis alfa (α)

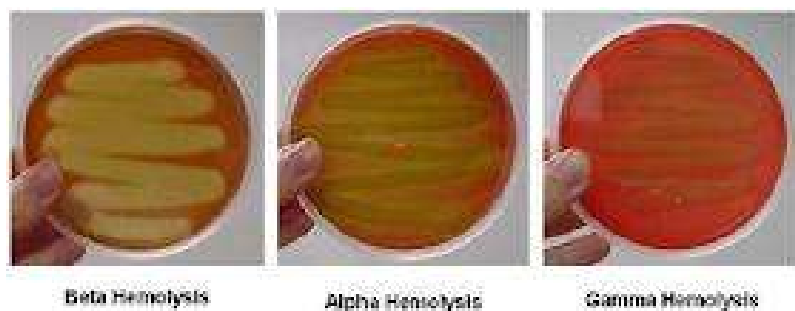
Hemolisis alfa adalah zona hemolisis disekitar koloni pada media yang terbentuk tembus cahaya dengan semburat berwarna kehijauan (Burke, 2024).

b) Hemolisis beta (β)

Hemolisis beta adalah zona hemolisis dimana media disekitar koloni tampak transparan sepenuhnya (Burke, 2024).

c) Hemolisis gamma (γ)

Hemolisis gamma adalah hemolisis yang ditunjukkan oleh media disekitar koloni yang tidak mengalami perubahan warna (Hidayat, dkk., 2018).



Gambar 3. Macam-Macam Zona Hemolisis
Sumber : <https://teknologilaboratoriummedis.com>.

Streptococcus pneumoniae merupakan jenis bakteri yang dapat menghasilkan zona kehijauan pada media *Blood Agar Plate* (BAP) yang biasa disebut dengan zona hemolisis alfa. Zona hemolisis alfa yang terbentuk pada media *Blood Agar Plate* (BAP) dapat dihubungkan dengan aktivitas hemolitik *pneumococcal pneumolysin* (ply) ataupun dapat dihubungkan dengan lisisnya eritrosit oleh hidrogen peroksida yang merupakan produk hasil pertumbuhan bakteri *Streptococcus pneumoniae* (McDevitt, dkk., 2020).



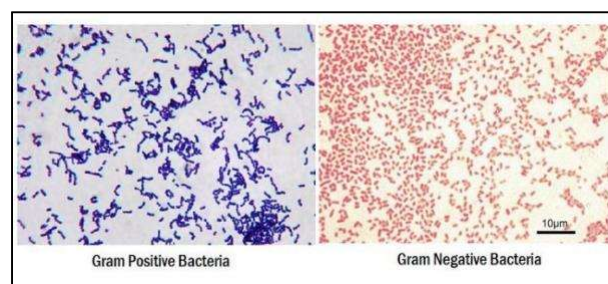
Gambar 4. Zona Hemolisis Bakteri *Streptococcus pneumoniae*
Sumber : <https://teknologilaboratoriummedis.com>.

2) Pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram termasuk dalam cara yang digunakan dalam mengklasifikasikan bakteri ke dalam dua kelompok utama berdasarkan sifat karakteristik dinding selnya, yakni bakteri Gram negatif dan bakteri Gram positif. Pewarnaan Gram bakteri Gram negatif akan berwarna merah sedangkan bakteri Gram positif akan berwarna ungu (NauE, dkk., 2022). Metode pewarnaan Gram dimulai dengan pemberian zat pewarna dasar,

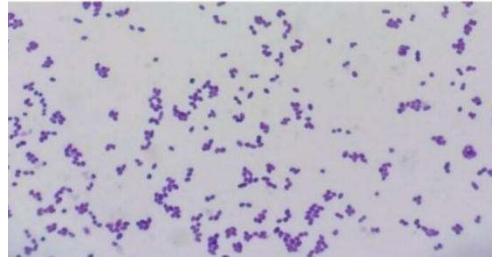
yaitu kristal violet, selanjutnya diikuti dengan larutan iodium yang dimana pada tahap ini seluruh bakteri akan terwarnai biru. Setelah sel bakteri diberi alkohol, sel bakteri Gram positif mempertahankan warna biru karena tetap menahan kompleks kristal violet-iodium. Sedangkan sel Gram negatif benar-benar kehilangan kekuatan warna karena alkohol. Pada langkah terakhir, zat pewarna tandingan seperti safranin ditambahkan (Jawetz, dkk., 2016).

Perbedaan bakteri Gram positif dan Gram negatif terletak dalam komposisi dan kekuatan dinding selnya. Bakteri Gram positif mengandung banyak peptidoglikan pada dinding selnya yang juga mengandung molekul asam teikoat. Di sisi lain, bakteri Gram negatif memiliki komposisi peptidoglikan yang lebih rendah pada struktur dinding selnya dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Perbedaan susunan dinding sel inilah yang membuat ketahanan dari bakteri Gram positif dan negatif berbeda (Rini dan Rohmah, 2020). Bakteri Gram positif dan Gram negatif ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif
Sumber : www.infolabmed.com.

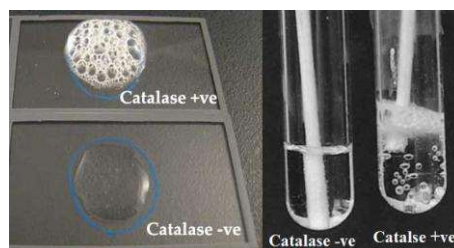
Anggota streptococcus seluruhnya merupakan bakteri Gram positif. *Streptococcus pneumoniae* mempunyai bentuk khas menyerupai lanset dalam bentuk berantai pendek atau berpasangan (Cappuccino dan Sherman, 2013).



Gambar 6. Bakteri *Streptococcus pneumoniae*, Gram Positif
Sumber : Oktari, dkk., 2018.

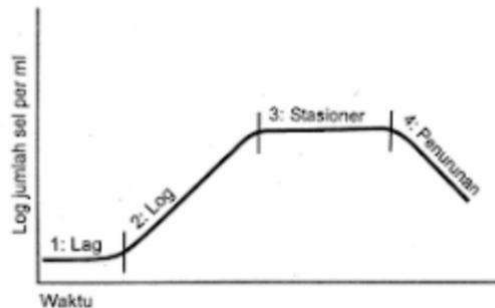
3) Uji katalase

Uji katalase dilakukan pada isolat bakteri yang telah berumur 24 jam dengan cara meneteskan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) konsentrasi 3%. Terbentuknya gelembung menandakan hasil positif karena terdapat pembentukan gas oksigen (O_2) yang dihasilkan dari pemecahan H_2O_2 oleh enzim katalase (Hairunnisa, 2019). Isolat bakteri *Streptococcus pneumoniae* setelah ditetaskan H_2O_2 tidak menunjukkan gelembung gas, ini menunjukkan bahwa bakteri *Streptococcus pneumoniae* mempunyai hasil negatif pada uji katalase (Muthmainnah, dkk., 2020).



Gambar 7. Uji Katalase Positif dan Negatif
Sumber : <https://www.microbeholic.com>.

f. Kurva Pertumbuhan Bakteri



Gambar 8. Kurva Pertumbuhan Bakteri
Sumber: Cappuccino & Sherman, 2013.

Kurva utama pembentuk fase pertumbuhan bakteri ini tersusun dari 4 fase, yaitu :

1) Fase lag/adaptasi

Fase ini merupakan fase adaptasi, dimana adaptasi akan dimulai saat mikroorganisme dipindahkan ke dalam suatu media untuk melakukan penyesuaian dengan lingkungan barunya. Beberapa faktor dapat mempengaruhi lamanya fase ini, seperti medium dan lingkungan pertumbuhan serta jumlah inokulum (Hamdiyati, 2011).

2) Fase logaritmik/eksponensial

Fase log/eksponensial adalah fase mikroorganisme melakukan pembelahan sel dengan sangat cepat dan konsisten. Kecepatan pertumbuhan mikroba lebih tinggi dibandingkan fase sebelumnya, hal ini dipengaruhi oleh pH medium tempat tumbuhnya, kandungan nutrisi dan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan udara. Pada akhir fase log, terjadi

penurunan laju pertumbuhan karena kekurangan nutrisi didalam medium dan terdapat hasil proses metabolisme yang menghentikan pertumbuhan mikroba (Hamdiyati, 2011).

3) Fase stationer

Selama fase stationer ini, populasi sel mikroorganisme akan tetap konstan yang disebabkan jumlah sel mikroorganisme yang mengalami pertumbuhan dan berkembang sama dengan jumlah sel mikroorganisme yang mengalami kematian dan ukuran sel selanjutnya menjadi berkurang karena sel terus melakukan pembelahan meskipun zat nutrisi telah habis (Hamdiyati, 2011).

4) Fase penurunan

Pada fase ini, sejumlah kelompok mikroorganisme mulai mengalami kemunduran jumlah akibat berbagai faktor, seperti nutrisi pada medium dan cadangan energi didalam sel telah terkuras sepenuhnya (Hamdiyati, 2011).

2. Media Pertumbuhan Bakteri

Media kultur juga dikenal sebagai media pertumbuhan bakteri adalah media yang terdiri dari nutrisi-nutrisi yang diperlukan mikroorganisme untuk melakukan pertumbuhan dan bertahan hidup (Atmanto, dkk., 2022). Media pertumbuhan bakteri adalah suatu produk kompleks yang berasal dari larutan penyangga nutrisi biologi, termasuk sumber nutrisi hewani, tumbuhan maupun ragi. Media pertumbuhan

bakteri terdiri dari pepton, polisakarida, garam, mineral serta faktor pertumbuhan seperti vitamin. (Bonnet, dkk., 2020).

a. Faktor Pertumbuhan Bakteri

1) Suhu

Pertumbuhan pada mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh suhu karena suhu dapat mempengaruhi enzim seluler. Aktivitas enzim akan meningkat dengan suhu yang meningkat hingga struktur proteinnya terdenaturasi. Sebaliknya, ketika suhu turun menuju titik beku enzim akan melakukan inaktivasi dan metabolisme seluler berkurang. Kebanyakan sel tidak mengalami reaksi biokimia pada suhu 0°C. Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang dapat hidup dan tumbuh pada suhu -5°C hingga 80°C. Namun demikian, setiap spesies memerlukan rentang suhu yang terbatas, yang dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas panas dari sistem enzim yang dimiliki (Cappuccino dan Sherman, 2013).

2) pH lingkungan

Kelangsungan dan perkembangan hidup suatu mikroorganisme dipengaruhi oleh kadar pH lingkungan disekitarnya. Setiap bakteri dan mikroorganisme lainnya memiliki kebutuhan dasar pH yang berbeda. Mikroorganisme diklasifikasikan menjadi asidofilik, netralofilik dan alkalofilik berdasarkan pH optimumnya. Setiap spesies memiliki

kemampuan untuk berkembang biak dalam rentang pH tertentu, yang dapat meluas maupun menyempit. Kebutuhan pH tertentu menunjukkan bagaimana organisme menyesuaikan diri dengan lingkungan alaminya (Cappuccino dan Sherman, 2013).

3) Kebutuhan oksigen

Kemampuan dan kebutuhan mikroorganisme dalam menggunakan oksigen bebas untuk respirasi seluler sangat beragam. Variasi dalam kebutuhan oksigen tersebut mencerminkan perbedaan dalam sistem enzim biooksidatif antar spesies. Dengan demikian, mikroorganisme dapat dimasukkan kedalam salah satu dari lima kelompok utama berdasarkan kebutuhan. Kelompok mikroorganisme tersebut antara lain:

- a) Aerob :mikroorganisme yang membutuhkan oksigen untuk keberlangsungan hidup dan pertumbuhan.
- b) Mikroaerofil :mikroorganisme yang membutuhkan oksigen atmosferik yang terbatas untuk pertumbuhannya.
- c) Anaerob obligat :mikroorganisme tidak membutuhkan oksigen bebas untuk tumbuh karena sistem enzim oksidatifnya membutuhkan komponen selain oksigen.
- d) Anaerob aerotoleran :mikroorganisme ini merupakan organisme fermentatif sehingga tidak memerlukan oksigen sebagai akseptor elektro terakhir.

e) Anaerob fakultatif :mikroorganisme ini dapat tumbuh didalam dua keadaan, yaitu tanpa oksigen dan dengan oksigen (Cappucino dan Sherman, 3013).

4) Kelembapan

Mikroorganisme mempunyai nilai kelembapan yang berbeda-beda. Mikroorganisme dapat tumbuh subur secara ideal pada udara disertai media yang basah (Rini dan Rohmah, 2020).

b. Sumber Nutrisi Bakteri

1) Karbon

Karbon termasuk salah satu faktor nutrisi yang sangat diperlukan untuk fungsi seluler dan struktur suatu mikroorganisme. Senyawa organik maupun anorganik dapat menghasilkan sumber karbon. Karbon yang berperan sebagai sumber energi berasal dari senyawa karbohidrat, lemak dan protein yang terdapat dalam pepton serta glukosa (Kasiyati, dkk., 2023).

2) Nitrogen

Sumber nitrogen yang diperlukan mikroorganisme untuk melakukan pertumbuhan mencakup asam amino, protein maupun urea (Kasiyati, dkk., 2023).

3) Unsur non logam

Ion seperti sulfur dan fosfor dapat digunakan untuk memberikan nutrisi seluler. Garam fosfat mengandung fosfor

yang diperlukan untuk pembuatan RNA, DNA dan adenosine trifosfat (ATP) (Kasiyati, dkk., 2023).

4) Unsur logam

Ion-ion logam seperti Ca^{2+} , Zn^{2+} , Na^+ , K^+ , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} dan Fe^{2+} memegang peranan penting dalam mendukung fungsi sel serta berbagai proses aktivitas seluler. Aktivitas seluler termasuk dalam proses osmoregulasi, pengaturan aktivasi enzim dan transport elektron (Kasiyati, dkk., 2023).

5) Vitamin

Vitamin adalah komponen yang diperlukan untuk pertumbuhan walau hanya dosis kecil. Vitamin mengatur pertumbuhan dan fungsi sel. Vitamin juga berperan sebagai koenzim untuk memproduksi sistem enzim yang aktif (Kasiyati, dkk., 2023).

6) Air

Air adalah kebutuhan utama untuk pertumbuhan bakteri, agar molekul nutrisi berukuran rendah dapat melewati membrane sel bakteri dengan efektif (Kasiyati, dkk., 2023).

7) Energi

Selama energi dalam sel konsisten, proses aktivitas metabolik seluler seperti transport aktif, biosintesis dan biodegradasi dapat berlanjut (Kasiyati, dkk., 2023).

c. Jenis-jenis Media

Media dirancang khusus dengan mengandung satu atau lebih senyawa kimia yang penting untuk spesifikasi fungsionalnya. Berikut beberapa media berdasarkan fungsinya:

1) Media selektif

Media ini umumnya dimanfaatkan untuk mengisolasi kelompok bakteri jenis tertentu karena pada media selektif terdapat senyawa kimia yang dapat menghambat perkembangan bakteri tertentu sekaligus mendukung pertumbuhan bakteri lain (Cappuccino dan Sherman, 2013).

2) Media differensial

Media ini digunakan untuk membedakan berbagai kelompok bakteri atau organisme berdasarkan hubungan morfologis dan biokimia. Media tersebut mengandung bahan kimia yang setelah inokulasi dan inkubasi mengubah tampilan pertumbuhan bakteri dan media disekitar koloni, yang akan memungkinkan dilakukan differensiasi (Cappuccino dan Sherman, 2013).

3) Media diperkaya

Media pertumbuhan yang diperkaya digunakan untuk melakukan kultur-kultur organisme pilihan dengan menambahkan nutrisi seperti darah, serum atau ekstrak ragi pada media yang digunakan (Cappuccino dan Sherman, 2013).

d. Teknik Pembiakan Bakteri

Tenik pembiakan bakteri digunakan untuk membedakan sel tunggal dari populasi (Cappuccino dan Sherman, 2013). Teknik-teknik ini meliputi:

1) Metode lempeng gores

Metode lempeng gores merupakan teknik isolasi dengan menyebarkan satu ose penuh biakan pada seluruh permukaan agar lempeng. Metode ini merupakan metode dengan teknik pengenceran yang cepat.

2) Metode lempeng sebar

Metode lempeng sebar menggunakan ose bengkok berbentuk L untuk meratakan biakan diatas agar padat dengan cawan petri diatas meja putar yang sebelumnya biakan sudah diencerkan terlebih dahulu.

3) Metode lempeng tuang

Metode ini menggunakan metode inokulum yang telah diencerkan kemudian dituang pada agar media dalam cawan petri yang masih cair dan selanjutnya agar media dibiarkan memadat.

3. Media Blood Agar Plate (BAP)

Media *Blood Agar Plate* (BAP) adalah media yang terdiri dari bahan baku *Blood Agar Base* (BAB) dengan penambahan 5-10% darah terdefibrinasi. Penambahan darah ini dilakukan sesaat darah berada pada

suhu 50-60°C. Darah yang umum dipakai adalah darah domba dengan tujuan untuk mengidentifikasi bakteri tertentu (Krihariyani, 2024).

Di laboratorium Amerika Utara defibrinasi darah domba digunakan sebagai standar untuk menentukan reaksi hemolitik dan digunakan sebagai tambahan nutrisi paling efisien untuk pembuatan media agar. Di Eropa, darah kuda biasa digunakan sebagai penambah nutrisi pada media agar darah. Darah kuda banyak mengandung piridin nukleotida (faktor V) yang mendukung pertumbuhan bakteri seperti *Haemophilus haemolyticus*. Namun, darah domba lebih unggul untuk pertumbuhan *Streptococcus* sp. terutama saat pengamatan zona hemolisis (Nurhidayanti, 2019).



Gambar 9. Media *Blood Agar Plate* (BAP)
Sumber: <https://siglaboratory.com>.

Tabel 1. Komposisi Dasar Media *Blood Agar Plate*

NO	Bahan-bahan	Gram/liter
1	Pepton	10,00
2	Triptosa	10,0
3	Natrium klorida	5,0
4	Agar	15,0
pH: 7,3 ± 0,2		

Sumber : Sapkota, 2022.

Seperti umumnya media nutrisi, agar darah mengandung satu atau lebih sumber protein, garam dan ekstrak vitamin dan mineral dari daging sapi. Selain bahan-bahan ini, 5%-10% darah mamalia yang telah

didefibrinasi juga dimasukkan kedalam media. Komposisi dasar pada media agar darah dapat ditunjukkan pada Tabel 1. di atas.

4. Pelarut Media *Blood Agar Plate*

a. Akuades

Akuades atau juga biasa disebut air kondensat merupakan air murni berasal dari proses penyulingan terbebas dari pengkontaminan dan zat pengotor. Di laboratorium akuades dimanfaatkan sebagai pelarut dan sebagai pembersih alat-alat laboratorium. Akuades dapat diperoleh dengan cara distilasi. Distilasi merupakan metode pemurnian cairan dengan cara memisahkan zat terlarut atau cairan lain berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam proses ini, air yang akan dijadikan akuades dididihkan hingga mencapai titik didihnya, kemudian uap yang dihasilkan disalurkan ke dalam kondensor untuk didinginkan, sehingga berubah kembali menjadi cairan murni melalui proses kondensasi (Khotimah, dkk., 2017).



Gambar 10. Akuades yang Terjual di Pasaran
Sumber : www.tokopedia.com.

Seperti yang kita lihat, akuades adalah pelarut yang memiliki kualitas paling tinggi dari semua cairan. Sebagian besar senyawa organik netral seperti alkohol, aldehida, gula dan keton akan segera terlarut dalam akuades (Lehninger, 1982).

b. Air tebu (*Saccharum officinarum* L.)

1) Klasifikasi dan taksonomi

Menurut Calton dkk. (2016), klasifikasi dan taksonomi tanaman tebu adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Cyperales

Famili : Poaceae

Genus : *Saccharum* L.

Spesies : *Saccharum officinarum* L.

2) Pengertian

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) termasuk dalam tumbuhan yang tumbuh di perkebunan semusim. Di Indonesia, banyak petani kecil yang menanam tanaman tebu secara mandiri atau bekerja sama dengan pabrik gula. Pabrik gula akan melakukan sewa lahan pertanian penduduk dan memperkerjakan tenaga kerja mereka untuk menanam tanaman tebu guna memenuhi kebutuhan bahan

baku mereka. Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman yang digunakan untuk membuat gula. Tanaman tebu tumbuh pada daerah yang memiliki iklim tropis. Jenis tumbuhan ini merupakan rumput-rumputan. Pulau Jawa dan Sumatra adalah tempat yang paling banyak membudidayakan tebu di Indonesia (Sulistiyanto, dkk., 2021).



Gambar 11. Pohon Tebu
Sumber: <https://www.jurnalasia.com>.

3) Kandungan air tebu

Air tebu adalah hasil proses pemerasan batang pohon tebu. Air tebu mengandung banyak senyawa nutrisi termasuk karbohidrat, sukrosa, glukosa, kalsium, vitamin, mineral dan berbagai unsur lainnya. Terdapat sekitar 8 - 16% gula sukrosa, 11 - 16% fiber serat, 69 - 76% kandungan air dan unsur nutrisi lainnya pada batang tebu yang belum diolah (Harsanto, 2011). Selain itu vitamin

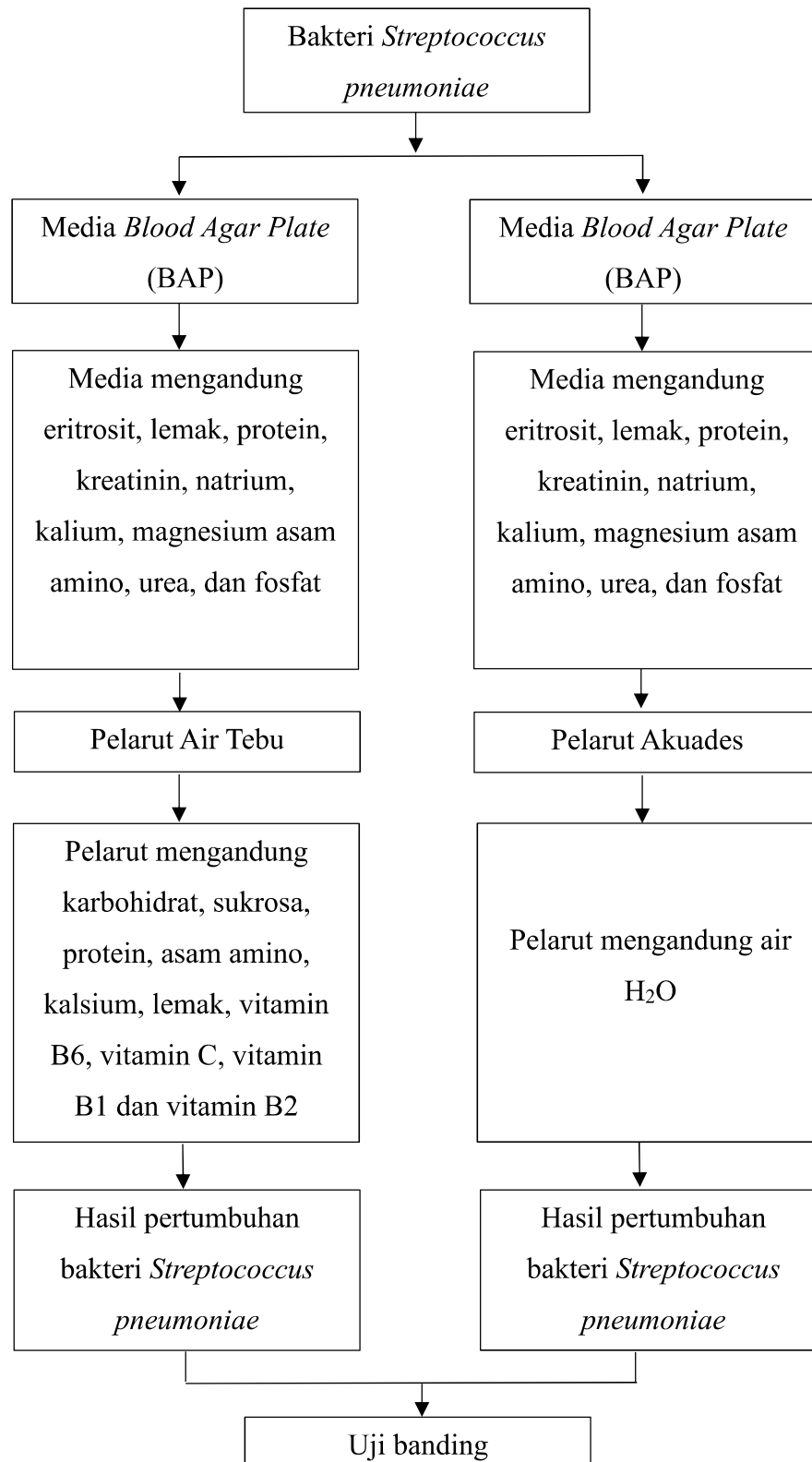
yang terkandung dalam air tebu meliputi vitamin B1, vitamin B2, vitamin B6 dan vitamin C. Air tebu yang bagus memiliki pH berkisar antara 7 sampai 5 dan berwarna hijau, coklat atau kekuningan. Air tebu yang bagus dapat diperoleh dari batang tebu berkualitas baik dan permukaannya halus tanpa kotoran (Masruri, dkk., 2022). Air tebu mengandung akan sumber nutrisi tambahan termasuk sumber karbon sederhana seperti gula yang dapat digunakan sebagai bahan fermentasi komponen nitrogen seperti asam amino, protein dan vitamin yang dapat digunakan sebagai bahan media alami pertumbuhan dan perkembangan bakteri serta harganya yang murah.



Gambar 12. Batang Tebu Hijau dan Tebu Madu
Sumber: <https://www.demfarm.id>.

B. Kerangka Teori

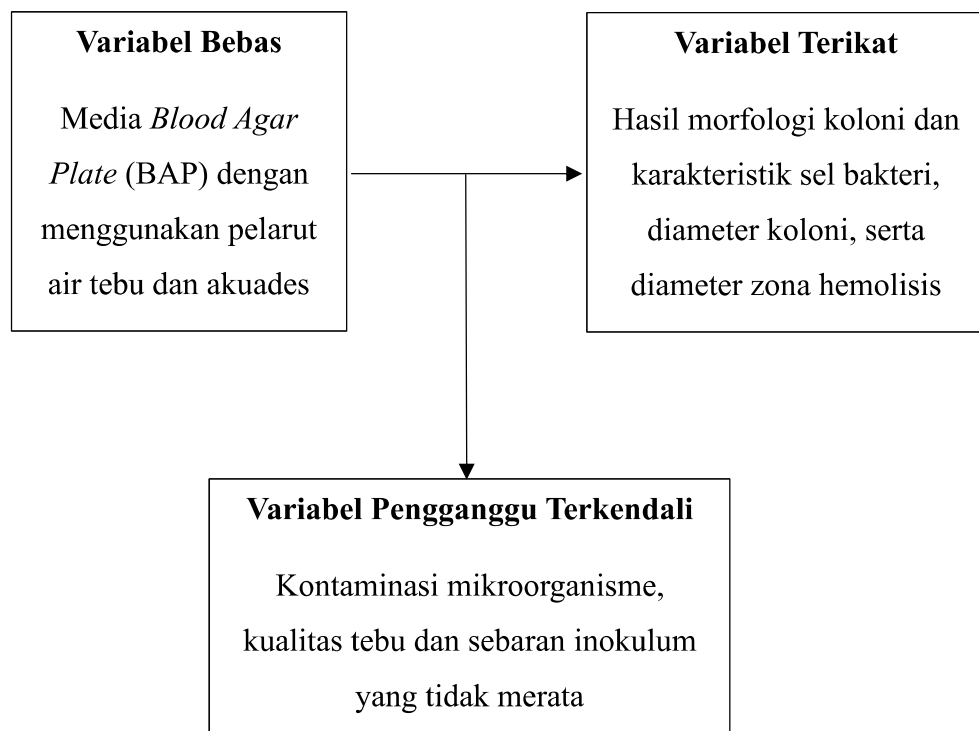
Kerangka teori penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 14. di bawah ini:



Gambar 14. Hubungan antar Variabel

D. Hipotesis

Media *Blood Agar Plate* (BAP) dengan pelarut air tebu (*Saccharum officinarum L.*) efektif digunakan untuk menumbuhkan dan menyuburkan bakteri *Streptococcus pneumoniae* dibandingkan dengan media *Blood Agar Plate* (BAP) dengan pelarut akuades.