

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Media Pertumbuhan

Media pertumbuhan merupakan suatu substrat atau medium yang digunakan untuk menumbuhkan dan mengembangbiakkan bakteri atau mikroorganisme (Boleng, 2017). Beragamnya jenis spesies dan proses metabolisme mikroorganisme, menyebabkan terciptanya beragam jenis media pertumbuhan (Atlas, 2010).

Media pertumbuhan mengandung nutrisi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Media pertumbuhan bakteri telah dirancang untuk hanya dapat menjadi tempat tumbuh bagi bakteri, sehingga mikroba lain seperti fungi tidak dapat tumbuh di media ini (Boleng, 2017).

a. Syarat Media Pertumbuhan

Berikut beberapa syarat untuk media pertumbuhan (Boleng, 2017; Yusmaniar et al., 2017):

- 1) Media harus memiliki semua nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri.
- 2) Media harus memiliki kondisi lingkungan (pH dan tekanan osmotik) yang sesuai dengan yang dibutuhkan bakteri.
- 3) Media harus steril

- 4) Media harus mampu memberikan pertumbuhan yang baik, cepat, murah, mudah dibuat
- 5) Media harus mampu memperlihatkan sifat khas mikroba yang ditanam

b. Jenis Media Pertumbuhan

Berikut jenis media pertumbuhan berdasarkan kebutuhan nutrisi bakteri (Cappuccino & Sherman, 2013):

1) Media yang Ditetapkan Secara Kimia (Sintetik)

Media ini terdiri dari sejumlah tertentu senyawa organik dan/atau anorganik spesifik yang murni secara kimia. Penggunaan media ini membutuhkan pengetahuan mengenai kebutuhan nutrisi spesifik mikroorganisme. Komposisi media ini telah dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi spesifik bakteri. Contoh dari media ini adalah kaldu sintetik anorganik dan kaldu garam glukosa.

2) Media Kompleks (Non-Sintetik)

Komposisi paten untuk jenis media ini belum diketahui. Namun, secara umum media ini mengandung ekstrak jaringan tanaman dan hewan. Mayoritas mengandung asam amino, gula, vitamin dan mineral. Akan tetapi, komposisi pasti untuk unsur-unsur tersebut tidak diketahui. Contoh dari media ini adalah *Nutrient Broth* (kaldu nutrien).

2. *Nutrient Agar* (NA)

a. Definisi

Nutrient agar merupakan media kultur atau pertumbuhan yang umumnya digunakan untuk kultur rutin mikroorganisme *non-fastidious* seperti bakteri yang dapat tumbuh tanpa harus pada kondisi nutrisi dan lingkungan tertentu. Selain itu, media ini juga memiliki nutrisi penting untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Media ini termasuk media kompleks dikarenakan bahan pembuatan media ini memiliki jenis dan jumlah nutrisi yang tidak diketahui secara spesifik. Kelebihan dari media kompleks yaitu media ini dapat menjadi media kultur untuk berbagai macam mikroba (Tantray et al., 2022).

b. Komposisi

1) Pepton

Pepton merupakan protein hasil hidrolisis dari substrat protein, seperti kasein (protein susu) atau bungkil kedelai, oleh enzim pepsin yang kemudian dikurangi kadar airnya sehingga berbentuk granula. Pepton mengandung campuran dari asam amino dan peptida yang dapat digunakan sebagai salah satu sumber nitrogen dalam media pertumbuhan. (Atlas, 2010; Cappuccino & Sherman, 2013; Tantray et al., 2022).

2) *Beef Extract*

Infusa daging merupakan ekstrak air yang umum digunakan sebagai sumber nutrisi untuk kultivasi mikroorganisme. Ekstrak jaringan hewan mengandung komponen protein dan glikogen konsentrasi tinggi yang larut dalam air. Selain itu, ekstrak daging juga mengandung asam amino, peptida, polisakarida, vitamin, mineral dan ion-ion logam. Bahan ini didapatkan dengan merebus jaringan hewan (daging) menggunakan air hingga didapatkan infusa (Atlas, 2010; Cappuccino & Sherman, 2013; Tantray et al., 2022).

3) Agar

Agar merupakan agen pematat yang sering digunakan untuk media kultur mikrobiologi serta tidak memiliki nilai nutrisi yang signifikan. Agar dibuat dari ganggang laut yang diekstraksi dan diambil ekstrak polisakaridanya. Titik lebur dari agar adalah pada suhu 84⁰C dan akan memadat pada suhu 38⁰C. (Atlas, 2010; Tantray et al., 2022).

3. Infusa

a. Definisi

Infusa merupakan sediaan cair yang diperoleh dengan membuat simplisia dari bahan nabati dengan pelarut air pada suhu 90⁰C selama 15 menit. Selanjutnya, diangkat dan dilakukan penyarian dalam keadaan panas. Penyarian adalah peristiwa pemindahan zat yang

semula di dalam sel ditarik oleh cairan penyari atau pelarut sehingga zat akan larut dalam cairan penyari atau pelarut. Pembuatan infusa dilakukan dengan menggunakan pelarut polar, yaitu air atau aquades (Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2017; Rohmah et al., 2021).

Kelebihan dari pembuatan infusa dengan metode infudasi ini adalah peralatan dan bahan yang digunakan sederhana dan mudah didapatkan, cara kerja yang mudah serta aplikatif untuk berbagai jenis simplisia (Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2017).

4. Talas

a. Definisi

Talas merupakan tumbuhan herba dengan tinggi 35-145 cm. Tumbuhan ini memiliki umbi berbentuk silinder atau bulat dengan permukaan kulit berwarna coklat, daging umbi berwarna putih dengan bintik-bintik ungu (Ekowati et al., 2015).

Talas sering digunakan sebagai bahan pangan karena nilai gizinya yang cukup baik. Umbi talas memiliki karbohidrat yang cukup tinggi, rendah lemak dan tinggi serat. Selain itu, umbi talas juga mengandung bermacam-macam vitamin, seperti vitamin E, vitamin B6 dan beta karoten. Kadar amilosa dalam patinya terdapat dalam jumlah yang cukup banyak, yaitu sekitar 20-25% (Murtiningsih, 2011).

b. Klasifikasi

Berikut klasifikasi ilmiah dari talas menurut *Integrated Taxonomic Information System*:

Kingdom: Plantae

Division : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Alismatales

Family : Araceae

Genus : Colocasia Schott

Species : *Colocasia esculenta* (L.) Schott

c. Kandungan Gizi

Talas memiliki keunggulan nutrisi dibanding umbi lain, seperti ubi jalar dan ubi kayu. Kandungan protein, vitamin B1, fosfor (P) dan besi (Fe) lebih tinggi dibanding umbi lainnya (Dewi et al., 2016). Namun, kadar zat gizi dan kimia tersebut tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis varietas, usia, dan tingkat kematangan talas (Judiono & Widiastuti, 2020).

Berikut kandungan nilai gizi talas:

Tabel 1. Nilai Gizi *Colocasia esculenta* (L.) Schott (per 100 gram)

Komposisi	Jumlah
Karbohidrat	25 gram
Protein	1,4 gram
Lemak	0,4 gram
Kalsium	47 mg
Fosfor	67 mg
Natrium	10 mg
Kalium	448 mg

Sumber: (Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat Kementerian Kesehatan RI, 2017)

5. Kacang Kedelai

a. Definisi

Kedelai adalah salah satu jenis kacang-kacangan yang mengandung sumber protein yang tinggi tetapi berbiaya rendah. Kedelai merupakan salah satu sumber protein, serat, mineral dan isoflavon yang rendah lemak (Heneman et al., 2016). Kandungan protein pada kacang kedelai merupakan komponen utama yang berkontribusi sebesar 45% terhadap suplai energi (kalori) (Lokuruka, 2010).

b. Klasifikasi

Berikut klasifikasi ilmiah dari kacang kedelai menurut *United States Department of Agriculture*:

Kingdom : Plantae

Division : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Fabales

Family : Fabaceae

Genus : Glycine Willd

Species : *Glycine max* (L.) Merr.

c. Kandungan Gizi

Kacang kedelai dikenal sebagai *oil seed* yang mengandung beberapa nutrisi penting seperti protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Protein dalam kedelai termasuk sumber protein yang paling

mudah dan dapat dijadikan substitusi yang baik untuk protein hewani. Hal tersebut dikarenakan kacang kedelai memiliki asam amino esensial yang juga dimiliki oleh protein hewani (Hassan, 2013).

Berikut kandungan gizi dari kacang kedelai:

Tabel 2. Nilai Gizi *Glycine max* (L.) Merr. (per 100 gram)

Komposisi	Jumlah
Karbohidrat	24,5 gram
Protein	40,4 gram
Lemak	16,7 gram
Kalsium	222 mg
Fosfor	682 mg
Natrium	210 mg
Kalium	713,4 mg

Sumber: (Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat Kementerian Kesehatan RI, 2017).

6. Ekstrak Ragi (*Yeast Extract*)



Gambar 1. Ekstrak Ragi

Sumber: (Andini, 2022)

a. Definisi

Ragi atau *Saccharomyces cerevisiae* telah umum digunakan secara tradisional dalam makanan dan minuman, seperti roti, bir atau anggur. Selain itu, ragi juga dibuat dalam bentuk *dried yeast* yang tidak aktif untuk persiapan pembuatan ekstrak ragi. Ekstrak ragi dihasilkan

dari proses penghilangan dinding sel ragi yang tidak larut air dan menggunakan konsentrat yang larut dalam air. Jadi, ekstrak ragi merupakan konsentrat yang larut dalam air dari sel ragi yang autolisis (Tomé, 2021).

Umumnya, ekstrak ragi disediakan dalam bentuk granula kering untuk mempertahankan kandungan vitamin dan nilai gizi lainnya, seperti asam amino. Kandungan gizi pada ekstrak ragi tersebut dapat digunakan sebagai salah satu sumber nutrisi pada media kultivasi bakteri (Atlas, 2010).

b. Kandungan

Ekstrak ragi mengandung kombinasi dari protein, peptida, asam amino, asam nukleat, vitamin B, mineral, karbohidrat dan komponen lainnya. Komponen utama dari ekstrak ragi adalah protein yang terhidrolisis. Kandungan asam amino bebas dan vitamin B dalam ekstrak ragi terdapat dalam konsentrasi yang tinggi. Persentase keseluruhan senyawa nitrogen dalam ragi berkisar antara 45-70%, dimana 80% kandungan tersebut berasal dari nitrogen protein, 10-12% lainnya berasal dari nitrogen asam nukleat dan sisanya berasal dari glutathione, *N-acetylglucosamine*, lesitin dan sebagainya (Tomé, 2021).

7. Serum

a. Definisi

Serum merupakan salah satu turunan dari darah yang berbentuk cair dan tidak mengandung sel-sel darah serta faktor pembekuan. Protein

yang tidak terkait dengan hemostasis dan koagulasi tetap berada dalam serum. Serum diperoleh dari darah yang tidak ditambah antikoagulan yang telah dibiarkan membeku selama 15 menit dan kemudian dipisahkan menjadi dua bagian menggunakan sentrifuge (Nugraha, 2015; Sacher & McPherson, 2012).

b. Kandungan

Serum merupakan campuran kompleks dari *growth factors* dan albumin. Serum merupakan salah satu suplemen yang dapat digunakan dalam media kultur karena mengandung asam amino, protein, vitamin (khususnya vitamin larut lemak seperti A, D, E dan K), karbohidrat, lemak, hormon, *growth factors*, mineral dan elemen penting lainnya. Selain itu, serum juga berfungsi sebagai *buffering agent* yang dapat menjaga pH media (Arora, 2013; Bonnet et al., 2020).

8. Pertumbuhan bakteri

a. Definisi

Pertumbuhan merupakan peningkatan jumlah komponen organisme secara teratur. Multiplikasi sel merupakan hasil dari pertumbuhan. Pada organisme uniselular, pertumbuhan menyebabkan penambahan jumlah individu yang membentuk suatu populasi atau koloni. Sedangkan, peningkatan ukuran bukan pertumbuhan sejati, melainkan perkembangbiakan. Hasil dari pertumbuhan dan perkembangbiakan dapat dihitung dan diukur (Brooks et al., 2012).

b. Kebutuhan Nutrisi Bakteri

Bakteri memerlukan beberapa unsur kimiawi untuk pertumbuhannya. Sebagian besar berat kering mikroorganisme merupakan bahan organik yang mengandung unsur karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen dan sulfat. Selain itu, bakteri juga membutuhkan ion anorganik seperti kalium, natrium, besi, magnesium, kalsium dan klorida. Bahan tersebut merupakan unsur yang dibutuhkan oleh organisme untuk bertumbuh, khususnya pada proses kerja dan katalisis enzimatis (Brooks et al., 2012).

1) Karbon

Unsur karbon merupakan salah satu unsur organik yang dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri dan sebagai pusat struktur dan fungsi seluler. Sumber karbon antar bakteri tidaklah sama. Berdasarkan sumber karbon yang diperlukan, bakteri dibagi menjadi beberapa golongan, yaitu:

a) Kemoheterotrof

Organisme yang membutuhkan bahan-bahan organik seperti protein, karbohidrat dan lipid sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya.

b) Hemototrof

Organisme yang sumber karbon untuk pertumbuhannya berasal dari karbon dioksida (CO_2) dan nutrien organik seperti glukosa.

c) Autotrof atau Fototrof

Organisme yang membutuhkan karbon dalam bentuk karbon dioksida (CO_2) seluruhnya untuk pertumbuhannya.

2) Nitrogen

Nitrogen merupakan atom yang penting dalam banyak makromolekul seluler, terutama protein dan asam nukleat (Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003). Nitrogen akan digunakan oleh bakteri untuk melakukan sintesis asam amino yang kemudian digunakan untuk sintesis protein, DNA dan RNA. Beberapa mikroorganisme mendapatkan sumber nitrogen dari nitrogen atmosferik, senyawa anorganik (garam amonium atau nitrat) dan senyawa organik yang mengandung nitrogen seperti asam amino (Cappuccino & Sherman, 2013).

3) Sulfur

Sulfur merupakan bagian dari beberapa asam amino sehingga termasuk komponen protein. Sulfur membentuk sebagian struktur koenzim dan ditemukan pada rantai samping protein, seperti sisteinil dan metionil. Sumber sulfur dapat berasal dari senyawa anorganik seperti ion sulfat atau berasal dari senyawa organik seperti asam amino (Brooks et al., 2012; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

4) Fosfor

Fosfor digunakan oleh bakteri untuk pembentukan asam nukleat (DNA dan RNA) serta untuk sintesis ATP. Selain itu, banyak metabolit, lipid (fosfolipid), komponen dinding sel dan beberapa protein mengalami proses fosforilasi atau penambahan gugus fosfat. Sumber fosfor yang dapat digunakan oleh mikroorganisme, umumnya dapat ditemukan dalam bentuk garam fosfat (Brooks et al., 2012; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

5) Ion Logam

Kalium (K^+), natrium (Na^+), besi (Fe^{2+}/Fe^{3+}), magnesium (Mg^{2+}), kalsium (Ca^{2+}) dan zink (Zn^{2+}) merupakan beberapa ion logam yang dibutuhkan dalam aktivitas seluler mikroorganisme, seperti osmoregulasi, pengaturan aktivitas enzim dan transpor elektron selama oksidasi hayati. Ion-ion logam ini dapat ditemukan dalam garam-garam anorganik (Cappuccino & Sherman, 2013).

6) Vitamin

Vitamin merupakan zat organik yang berperan dalam pertumbuhan seluler dan penting bagi aktivitas sel. Vitamin berfungsi sebagai sumber koenzim untuk pembentukan sistem enzim aktif (Cappuccino & Sherman, 2013).

7) Faktor Pertumbuhan

Faktor pertumbuhan adalah suatu senyawa organik yang harus dimiliki sel supaya dapat tumbuh, tetapi sel tersebut tidak dapat mensintesis bahan tersebut. Sehingga faktor pertumbuhan tersebut harus ada pada media pertumbuhannya. Faktor pertumbuhan antar spesies bakteri akan berbeda. Beberapa spesies membutuhkan faktor pertumbuhan, beberapa yang lain tidak (Cappuccino & Sherman, 2013).

8) Energi

Aktivitas metabolik seluler dalam sel hanya dapat berlangsung apabila terdapat ketersediaan jumlah energi yang konstan. Berikut dua tipe bioenergetik mikroorganisme:

a) Fototrof

Mikroorganisme tipe ini menggunakan energi radiasi sebagai sumber energi.

b) Kemotrof

Mikroorganisme ini bergantung pada oksidasi senyawa kimia sebagai sumber energi. Bakteri ini umumnya menggunakan molekul organik seperti glukosa atau molekul anorganik seperti H_2S atau $NaNO_2$ sebagai sumber energi (Cappuccino & Sherman, 2013).

c. Faktor Lingkungan

1) Suhu

Spesies mikroba yang berbeda memiliki suhu optimal untuk tumbuh yang berbeda. Oleh karena itu, bakteri telah diklasifikasikan dalam tiga golongan, yaitu psikrofilik (tumbuh dengan baik pada suhu rendah, yaitu 15-20⁰C), mesofilik (tumbuh dengan baik pada suhu 30-37⁰C) dan termofilik (tumbuh baik pada suhu tinggi, yaitu 50-70⁰C) (Cappuccino & Sherman, 2013).

Terlepas dari klasifikasi bakteri di atas, mayoritas bakteri merupakan bakteri mesofilik dengan suhu optimal untuk tumbuh berada pada suhu 30⁰C. Suhu diketahui dapat memengaruhi laju reaksi kimia melalui kerjanya pada enzim-enzim seluler. Suhu rendah dapat memperlambat aktivitas enzim sehingga berdampak pada melambatnya metabolisme sel. Sehingga, pertumbuhan sel juga dapat melambat atau bahkan terhambat (Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

Sedangkan suhu tinggi dapat menyebabkan koagulasi yang berdampak pada terjadinya denaturasi enzim yang bersifat termolabil. Selain itu, suhu yang tidak sesuai dengan suhu optimal bakteri, misalnya terlalu tinggi atau rendah, dapat menyebabkan terjadinya kematian bakteri (Brooks et al., 2012).

2) pH

Mayoritas organisme memiliki rentang pH optimal yang cukup sempit. Organisme neutrofil dapat tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0. Sedangkan untuk organisme asidofil dan alkalofil tumbuh baik pada pH 3,0 (asam) dan 10,5 (basa/alkali) (Brooks et al., 2012).

Peningkatan atau penurunan konsentrasi ion hidrogen dapat mengganggu aktivitas sel dengan memperlambat laju reaksi kimia karena terjadinya kerusakan enzim akibat ketidaksesuaian pH. Hal tersebut dapat mengganggu laju pertumbuhan dan kehidupan sel (Cappuccino & Sherman, 2013).

3) Kebutuhan Gas (Aerasi)

Kebutuhan gas bagi mayoritas sel adalah oksigen atmosferik yang dibutuhkan untuk proses biooksidatif respirasi. Oksigen atmosferik berperan penting dalam proses pembentukan ATP dan ketersediaan energi dalam bentuk yang dapat digunakan untuk aktivitas sel. Namun, jenis sel tertentu tidak memiliki sistem enzim untuk respirasi dengan menggunakan oksigen sehingga harus menggunakan bentuk respirasi anaerob atau fermentasi (Cappuccino & Sherman, 2013).

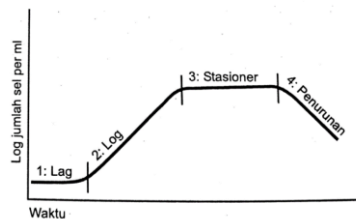
4) Tekanan Osmotik

Organisme yang memerlukan lingkungan dengan konsentrasi garam yang tinggi disebut organisme halofilik.

Sedangkan, organisme yang butuh tekanan osmotik yang tinggi disebut organisme osmofilik. Beberapa bakteri mampu mengatur tekanan osmotik dan kekuatan ionik eksternal yang bervariasi dengan cara transpor aktif ion K^+ ke dalam sel dan dengan kompensasi ekskresi putresin (suatu molekul yang bermuatan positif) (Brooks et al., 2012).

d. Fase Pertumbuhan

Apabila bakteri ditanam pada media pertumbuhan yang sesuai dan dilakukan perhitungan koloni bakteri, pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri digambarkan seperti Gambar 2. di bawah:



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Bakteri
Sumber: (Cappuccino & Sherman, 2013)

Tahap pada kurva pertumbuhan di atas, diantaranya yaitu:

1) Fase Penyesuaian (Lag)

Pada fase ini, sel melakukan adaptasi terhadap lingkungannya. Metabolisme sel akan dipercepat sehingga membuat biosintesis makromolekul seluler menjadi cepat, terutama enzim-enzim, yang disiapkan untuk fase berikutnya. Selain percepatan metabolisme sel, pada fase ini juga akan terjadi peningkatan ukuran sel. Akan tetapi, sel belum mengalami pembelahan sel, sehingga pada fase ini belum terjadi

pertumbuhan dan perkembangbiakan (Cappuccino & Sherman, 2013; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

2) Fase Pembelahan (Logaritmik)

Pada fase ini, kecepatan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri terjadi sangat cepat dan maksimum. Pada kondisi nutrisi dan fisik yang optimal, sel akan bereproduksi dengan cepat dan seragam dengan pembelahan biner. Hal tersebut menyebabkan tercapainya jumlah sel maksimum. Panjang fase ini sangat bervariasi, bergantung pada organisme dan komposisi media pertumbuhan yang digunakan. Waktu rata-rata pada fase ini diperkirakan berlangsung selama 6-12 jam (Cappuccino & Sherman, 2013; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

3) Fase Stasioner

Pada fase ini, kecepatan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri mencapai titik terendah atau nol. Hal tersebut dikarenakan kondisi lingkungan telah berubah dan tidak menguntungkan akibat semua nutrisi pada lingkungan tersebut telah digunakan untuk fase pembelahan serta terjadinya akumulasi produk metabolisme yang bersifat toksik. Jumlah sel yang mengalami pembelahan sebanding dengan jumlah sel yang mati sehingga tidak akan terjadi peningkatan jumlah sel

(Cappuccino & Sherman, 2013; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

4) Fase Penurunan (Kematian)

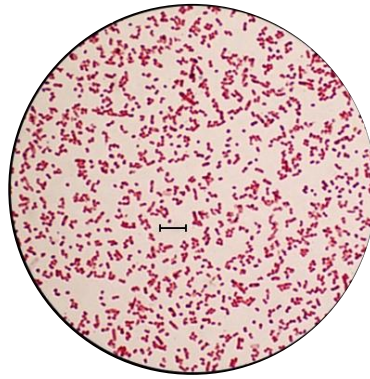
Pada fase ini terjadi peningkatan kematian sel bakteri sehingga menyebabkan terjadinya penurunan populasi bakteri. Kecepatan pertumbuhan menjadi negatif serta jumlah bakteri yang hidup menjadi sangat sedikit akibat penurunan nutrisi dan terakumulasinya buangan metabolisme yang toksik (Cappuccino & Sherman, 2013; Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003).

9. *Proteus vulgaris*

a. Definisi

Proteus vulgaris merupakan bakteri gram negatif aerobik penyebab penyakit nosokomial seperti infeksi saluran kemih (ISK) pada manusia. Selain itu, bakteri ini termasuk spesies bakteri yang menyumbang sebagian besar isolat klinis di laboratorium. Habitat bakteri ini, sebagai patogen oportunistik, yaitu dapat ditemukan pada saluran pencernaan, kulit dan mukosa oral manusia serta pada feses. Bakteri ini memiliki kemampuan luar biasa untuk bertahan hidup di saluran kemih meskipun ada pertukaran antibiotik dan kateter (Bennett et al., 2020).

Proteus vulgaris tidak memiliki spora dan dapat tumbuh pada berbagai jenis media kultur. Bakteri ini dapat tumbuh pada rentang suhu 10-43⁰C. Suhu optimal pertumbuhan bakteri ini adalah 25⁰C (Y. Wang & Pan, 2014).



Gambar 3. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri *Proteus vulgaris*
Sumber: (Johansson, 2014)

b. Klasifikasi

Berikut klasifikasi ilmiah bakteri *Proteus vulgaris* (Kuswiyanto, 2020):

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : Proteus

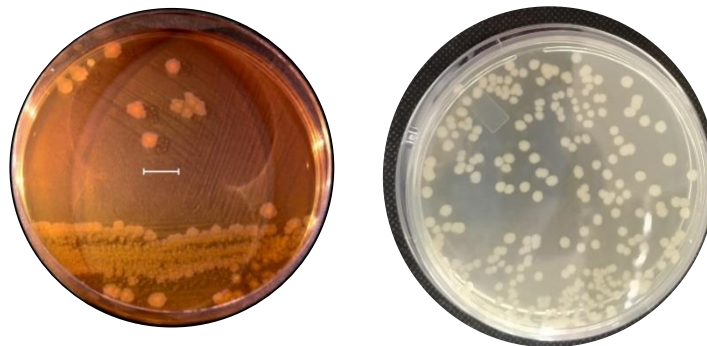
Species : *Proteus vulgaris*

c. Morfologi

Proteus vulgaris merupakan bakteri kemoheterotrof yang termasuk gram negatif dan berbentuk basil (batang). Koloni bakteri ini

pada media *plate* berbentuk irregular. Ukuran sel individu bakteri ini berukuran 0,4 ~ 1,2 ~ 0,6 μm . Sedangkan diameter dan panjang bakteri berturut-turut adalah 0,4-0,8 μm dan 1-3 μm (Kuswiyanto, 2020).

Berbeda dengan kebanyakan bakteri genus *Enterobacteriaceae*, *Proteus vulgaris* memiliki banyak *fimbriae* dan *flagella peritrichous* yang membuat bakteri ini dapat berpindah dengan cepat pada permukaan media agar sehingga menghasilkan motilitas berkerumun (*swarming*) yang khas. Selain itu, ciri khas dari kultur bakteri ini adalah adanya bau amonia. Hal tersebut dikarenakan bakteri ini mampu menghasilkan urease dan menguraikan urea menjadi amonia (Bennett et al., 2020; Kuswiyanto, 2020).



Gambar 4. Morfologi Koloni Bakteri *Proteus vulgaris* pada *Mac Conkey Agar* (Kiri) dan *Nutrient Agar* (Kanan)

Sumber: (Johansson, 2014)

d. Karakteristik Koloni dan Uji Biokimia *Proteus vulgaris*

Berikut tabel identifikasi bakteri *Proteus vulgaris*:

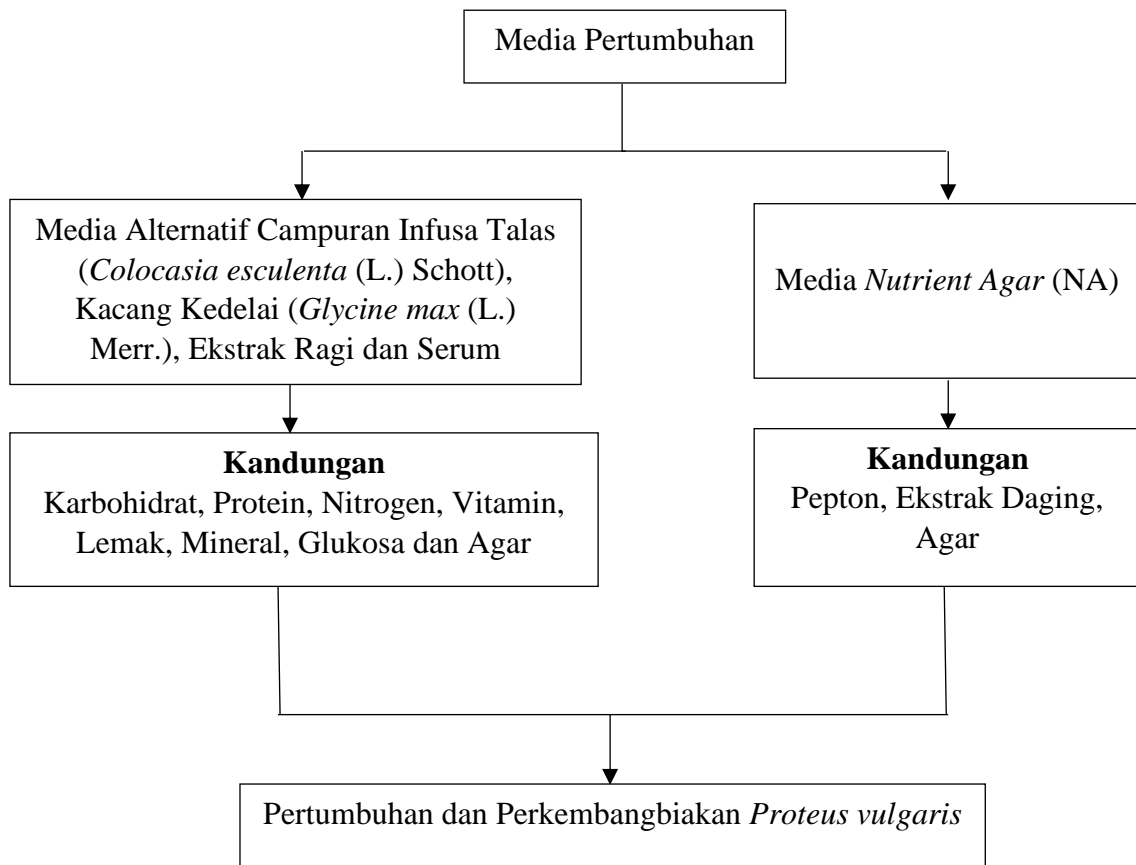
Tabel 3. Karakteristik Biakan dan Uji Biokimia

Perlakuan	Hasil
Kultur Agar	Ukuran : Kecil - Sedang
	Bentuk : Irregular
	Warna : Putih kekuningan
	Tepian : Bergelombang
	Permukaan : Kasar
	Elevasi : Datar
	Konsistensi : Lunak
	Opalesensi : Keruh
Kultur agar miring	Pertumbuhan tipis dan tersebar
Pewarnaan gram	Batang warna merah muda (gram negatif)
Fermentasi	Glukosa : Asam dan gas (+)
	Dekstrosa : Asam dan gas (+)
	Maltosa : Asam (+)
	Sukrosa : Asam (+)
	Manitol : Alkali (-)
	Laktosa : Alkali (-)
Produksi H₂S	Positif (+)
Reduksi NO₃	Positif (+)
Produksi indol	Positif (+)
Motilitas	Positif (+)
Penggunaan sitrat	Positif (+)

Sumber: (Cappuccino & Sherman, 2013)

B. Kerangka Teori

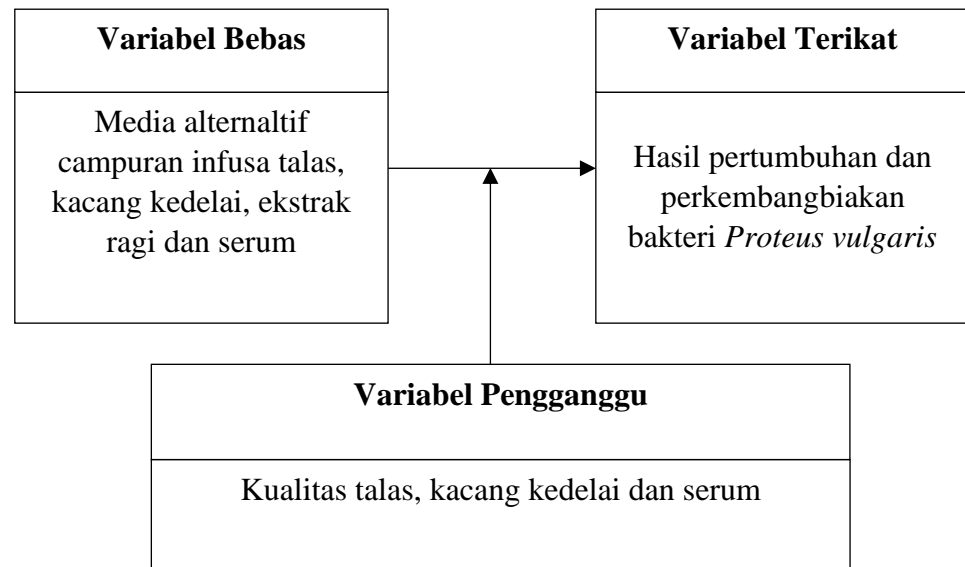
Berikut kerangka teori penelitian ini:



Gambar 5. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Berikut hubungan antar variabel penelitian:



Gambar 6. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Campuran infusa talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) ekstrak ragi dan serum dapat digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *Proteus vulgaris*.