

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Media Pertumbuhan

a. Definisi

Mikroorganisme dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya membutuhkan nutrisi yang mengandung berbagai nutrisi yang mengandung unsur makro dan unsur mikro. Nutrien atau zat makanan yang mikroorganisme butuhkan untuk kultur disebut dengan media (Yusmaniar, dkk., 2017).

b. Syarat Media Pertumbuhan

Media yang baik dapat memenuhi kebutuhan mikroorganisme untuk mendukung pertumbuhan. Nutrien-nutrien dasar dan faktor fisik merupakan kebutuhan yang harus ada pada media (Cappuccino, 2013). Menurut Cappuccino (2013), nutrisi dan zat yang dibutuhkan sebagai syarat media pertumbuhan antara lain:

1) Kebutuhan Nutrisi

a) Karbon

Karbon adalah sumber terpenting untuk pertumbuhan mikroorganisme dan menjadi pusat struktur dan fungsi seluler. Mikroorganisme yang bergantung pada karbon yaitu autotrof yang tumbuh pada media dengan karbon anorganik seperti karbon dioksida dan heterotrof yang tumbuh pada media berisi

nutrien organik terutama glukosa.

b) Nitrogen

Nitrogen juga penting bagi mikroorganisme terutama protein dan asam nukleat. Protein sebagai molekul struktural, fungsional dan enzim-enzim yang bertanggungjawab atas aktivitas metabolik sel. Asam nukleat meliputi DNA dan RNA yang aktif pada sintesis protein dalam sel.

c) Unsur non-logam

Unsur non-logam terpenting untuk pertumbuhan mikroorganisme adalah sulfur dan fosfor. Sulfur merupakan bagian integral beberapa asam amino sebagai sumber organik dan sulfat sebagai sumber anorganik. Fosfor untuk pembentukan asam nukleat DNA dan RNA serta sintesis senyawa ATP.

d) Unsur logam

Unsur logam yang mikroorganisme butuhkan untuk pertumbuhan yaitu Ca^{++} , Zn^{++} , Na^+ , K^+ , Cu^{++} , Mn^{++} , Mg^{++} dan $\text{Fe}^{+2,+3}$. Unsur logam dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit.

e) Vitamin

Vitamin merupakan zat organik yang berperan penting dalam pertumbuhan seluler, aktivitas sel dan pembentukan sistem enzim aktif. Vitamin dapat digunakan untuk memperkaya media dan sebagai zat pendukung.

f) Air

Air dibutuhkan sel untuk mempermudah nutrien berbobot molekul rendah melintasi membran sel.

g) Energi

Energi berperan agar aktivitas metabolik seluler seperti transpor aktif, biosintesis dan biodegradasi makromolekul dapat berlangsung. Bioenergetik fototrof menggunakan sumber energi radiasi, sedangkan bioenergetik kemotrof menggunakan sumber organik seperti glukosa dan sumber anorganik seperti H_2S atau $NaNO_2$.

2) Faktor Fisik

a) Suhu

Suhu mempengaruhi kerja laju reaksi kimia pada enzim-enzim seluler. Bakteri terdapat pada kisaran yang luas. Suhu rendah memperlambat aktivitas enzim sehingga menghambat metabolisme sel dan pertumbuhan sel. Suhu tinggi menyebabkan denaturasi sel karena terjadi koagulasi.

b) pH lingkungan ekstraseluler

pH lingkungan ekstraseluler sangat berpengaruh pada aktivitas enzimatis sel. Pada metabolisme sel, pH optimalnya berkisar pH 7 atau netral. pH yang tidak stabil ketika terjadi peningkatan atau penurunan akan membuat laju reaksi kimia menjadi lambat.

c) Kebutuhan gas

Sebagian besar sel membutuhkan oksigen atmosferik untuk proses bioksidatif respirasi. Oksigen atmosferik juga berperan dalam pembentukan ATP dan ketersediaan energi untuk aktivitas sel.

c. Komposisi media

Media pertumbuhan mikroorganisme terdiri dari nutrien dan zat-zat yang diperlukan. Media yang biasanya digunakan mengandung pepton, agar dan ekstrak daging atau ekstrak tanaman (Atlas, 2010).

1) Pepton

Pepton adalah suatu protein semicerna dan sebagai sumber utama nitrogen (Cappuccino, 2013). Pepton berperan sebagai cairan penyangga bagi zat-zat dengan sumber nitrogen (Gupte, 1990).

2) Ekstrak Daging atau Tanaman

Ekstrak daging dan tanaman adalah cairan infusi yang mengandung asam amino dan peptida, karbohidrat, vitamin, mineral dan unsur logam. Ekstrak daging mengandung protein yang larut air dengan konsentrasi relatif tinggi dan glikogen. Ekstrak tanaman mengandung karbohidrat dengan konsentrasi relatif tinggi (Atlas, 2010).

3) Agar

Agar digunakan jika media yang akan dibuat bentuknya berupa

padat. Agar hanya sebagai pematat yang terbuat dari ganggang merah dan bukan makanan bagi mikroorganismenya (Dwidjoseputro, 2010).

d. Macam-macam Media

Media pertumbuhan bakteri jenis-jenisnya antara lain:

1) Media berdasarkan bentuknya menurut Yusmaniar., dkk (2017)

a) Media cair

Media cair digunakan untuk pembenihan mikroorganismenya yang akan ditanam pada media padat, tidak untuk isolasi mikroba atau mempelajari koloni mikroorganismenya.

b) Media semi padat

Media semi padat digunakan pada mikroorganismenya yang hidup secara anaerobik atau fakultatif. Media ini hanya mengandung agar sebesar 0.5 %.

c) Media padat

Media padat biasanya digunakan untuk menumbuhkan mikroorganismenya seperti bakteri dan jamur, digunakan untuk memperoleh biakan murni, untuk isolasi dan mempelajari koloni kuman. Media padat mengandung komposisi agar sebesar 15 %.

2) Media berdasarkan fungsinya menurut Cappuccino (2013)

a) Media selektif

Media selektif digunakan untuk mengisolasi kelompok bakteri

spesifik dan menghambat pertumbuhan bakteri lainnya. Contoh media selektif, yaitu agar feniletil alkohol untuk isolasi bakteri gram-positif, agar kristal violet untuk isolasi bakteri gram-negatif, agar NaCl 75%.

b) Media diferensial

Media diferensial digunakan untuk membedakan kelompok bakteri secara morfologis dan biokimia. Media ini menghasilkan perubahan karakteristik pada media di sekeliling koloni karena kandungan zat-zat kimia yang bereaksi. Contoh media diferensial, yaitu agar garam mannitol, agar MacConkey, agar Eosin-Metilen Biru (Levine).

c) Media diperkaya

Media diperkaya adalah media dengan penambahan bahan-bahan bernutrisi tinggi, seperti darah, serum, atau ekstrak khamir, dengan tujuan pertumbuhan organisme selektif. Contoh dari media diperkaya yaitu, agar darah.

3) Media berdasarkan bahan yang digunakan menurut Cappuccino (2013)

a) Media yang ditetapkan secara kimia (sintetis)

Media sintetis terdiri dari beberapa senyawa organik dan anorganik spesifik yang murni secara kimia. Kaldu sintetik anorganik dan kaldu garam-garam glukosa adalah contoh media yang ditetapkan secara kimia.

b) Media kompleks (non sintetik)

Komposisi kimia media ini tidak diketahui secara pasti. Media kompleks terdiri dari ekstrak jaringan tanaman atau hewan dan bervariasi dalam komposisi kimianya seperti asam amino, gula, vitamin dan mineral. Kaldu nutrien dan kaldu ekstrak khamir merupakan contoh dari media kompleks.

2. Media *Nutrient Agar* (NA)

a. Definisi

Media *Nutrient Agar* (NA) merupakan media dengan sifat fisik padat dan termasuk media kompleks yang digunakan umumnya untuk pertumbuhan, isolasi biakan murni atau media penyimpanan kultur (Atlas, 2010).

b. Prinsip

Media *Nutrient Agar* (NA) dalam 1000 ml akuades memiliki komposisi 5,0 gram pepton, 3,0 gram ekstrak daging sapi dan 15 gram agar (Cappuccino, 2013).

3. Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Bakteri

a. Definisi

Pertumbuhan merupakan kenaikan jumlah komponen organisme secara teratur. Kenaikan ukuran bukan suatu pertumbuhan. Kenaikan jumlah dari satu bakteri menjadi sebuah populasi akibat multiplikasi sel disebut dengan pertumbuhan (Jawetz dkk, 2005).

b. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Pembiakan mikroorganisme dengan menggandakan diri terjadi melalui kondisi lingkungan dan elemen-elemen kimia yang tersedia. Faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan bakteri adalah nutrisi lengkap dan kondisi lingkungan (Jawetz dkk, 2005).

1) Nutrien

Berbagai nutrisi dibutuhkan dalam masing-masing ukuran untuk tiap komposisi. Nutrisi dibutuhkan untuk metabolisme bakteri sesuai dengan fungsi masing-masing nutrisi yang bakteri butuhkan untuk tumbuh.

2) Konsentrasi Ion Hidrogen (pH)

pH optimum berbeda untuk tiap spesies. Umumnya mikroorganisme tumbuh baik pada kisaran pH 6,0-8,0. Beberapa spesies bakteri dapat tumbuh pada pH optimum serendah 3,0 dan pH optimal setinggi 10,5.

3) Suhu

Suhu optimum untuk tumbuh pada tiap mikroorganisme berbeda tergantung spesiesnya. Umumnya mikroorganisme dapat tumbuh baik pada suhu kisaran 30-37°C, spesies yang tumbuh pada suhu ini adalah mesofilik. Spesies bakteri yang tumbuh pada suhu rendah kisaran 15-20°C adalah psikofilik dan yang spesies bakteri yang tumbuh pada suhu tinggi pada kisaran 50-60°C adalah termofilik.

c. Kurva Pertumbuhan

Kurva merupakan gambaran tahap-tahap siklus pertumbuhan. Kurva dapat digunakan dalam perhitungan jumlah sel dan dapat mendeskripsikan secara terstandarisasi kecepatan pertumbuhan organisme (Cappuccino, 2013). Menurut Cappuccino (2013), secara umum tahapan kurva pertumbuhan adalah sebagai berikut :

1) Fase Lag

Fase penyesuaian sel-sel terhadap kondisi lingkungan yang baru. Metabolisme dipercepat sehingga terjadi peningkatan ukuran sel, namun jumlah sel tidak meningkat karena tidak terjadi pembelahan sel.

2) Fase Log

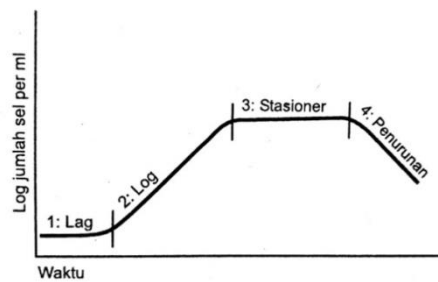
Sel-sel bereproduksi dengan cepat dan seragam dengan cara pembelahan biner. Karena ada pada kondisi nutrisi dan fisik yang optimum, sehingga peningkatan populasi terjadi dan jumlah sel maksimum dapat tercapai.

3) Fase Stasioner

Terjadi pembelahan sel yang jumlahnya sama dengan sel yang mati sehingga tidak terjadi peningkatan jumlah sel. Jumlah populasi bertahan pada tingkat maksimum pada periode waktu tertentu. Hal ini disebabkan berkurangnya beberapa metabolit penting.

4) Fase Penurunan atau Kematian

Sel mati secara serentak dengan laju yang cepat akibat berlanjutnya penurunan nutrisi. Penurunan populasi jumlahnya hampir sama dengan jumlah peningkatan pada fase log.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri

Sumber: Cappuccino, 2013

d. Teknik Pembiakan Bakteri

Biakan murni dilakukan dengan tujuan pemisahan populasi untuk mendapatkan sel-sel tunggal sehingga pemisahan spesies yang berbeda mudah dilakukan (Cappuccino, 2013). Teknik isolasi biakan murni bakteri menurut Cappuccino (2013) adalah sebagai berikut :

1) Metode lempeng gores

Teknik pengenceran dengan metode isolasi yang cepat, dilakukan dengan menyebarkan satu ose biakan ke permukaan lempeng agar. Biakan disebarkan dengan metode penggoresan ke seluruh permukaan agar, umumnya metode gores kuadran.

2) Metode lempeng sebar

Menggunakan mikroorganisme yang diencerkan, digunakan batang bengkok steril berbentuk L dan disebarkan pada permukaan agar dengan cawan petri di atas meja putar.

3) Metode lempeng tuang

Pada cawan petri berisi media agar yang masih cair dituangkan inokulum yang telah diencerkan lalu dicampur dan dibiarkan memadat.

4. Kacang Kedelai

a. Deskripsi

Kacang kedelai merupakan bahan pangan jenis kacang-kacangan yang mengandung protein tinggi, kaya akan vitamin A, E, K dan B serta mineral seperti K, Fe, Zn dan P, serta tinggi lemak (Winarti, 2010). Selain mengandung zat gizi dasar, kacang kedelai mengandung zat alami seperti serat, asam lemak tak jenuh ganda, peptida, oligosakarida, glikosakarida dan isoprenoid, polifenol dan isoplavon, kolin dan lesitin, bakteri asam laktat, fitosterol dan vitamin serta mineral tertentu (Judiono dan Widiastuti, 2020).



Gambar 2. Kacang Kedelai

Sumber: Irwan, 2006

b. Klasifikasi

Klasifikasi kacang kedelai *Glycine max* (L.) Merr. menurut Dasuki (1991) adalah sebagai berikut :

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

c. Kandungan

Kacang kedelai mengandung protein, vitamin dan mineral yang tinggi. Dalam bobot kering kacang kedelai mengandung 40% protein nabati, sedangkan 18-32% pada kacang-kacangan lainnya (Krisnawati, 2017). Kandungan nutrisi kedelai per 100 gram ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Kedelai per 100 gram.

Komponen	Jumlah
Energi	381 kkal
Protein	40,4 g
Lemak	16,7 g
Karbohidrat	24,9 g
Serat	3,2 g
Kalsium	222 mg
Fosfor	682 mg
Besi	10 mg

Sumber : Mahmud, dkk, 2009

d. Penepungan kacang kedelai

Pembuatan tepung kedelai menggunakan biji kedelai dengan proses pemanasan (perebusan, pengukusan, penyangraian), bertujuan

untuk menginaktifkan antitripsin dan lipoksigenasi sehingga kedelai tidak berbau (Widowati, 2007).

e. Infusa

Infusa merupakan sediaan cair yang diperoleh dengan membuat simplisia dari bahan nabati dengan pelarut air pada suhu 90°C selama 15 menit (Anief, 2007).

5. Umbi Talas

a. Deskripsi

Talas merupakan tanaman pangan jenis umbi-umbian dengan kandungan gizinya meliputi karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor dan serat (Judiono dan Widiastuti, 2017).



Gambar 3. Umbi Talas
Sumber: Cahya, 2004

b. Klasifikasi

Klasifikasi umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) menurut *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) atau Sistem Informasi Taksonomi Terpadu adalah sebagai berikut :

Divisi : Tracheophyta

Subdivisi : Spermatophytina

Kelas	: Magnoliopsida
Superordo	: Lilianae
Ordo	: Alismatales
Famili	: Araceae
Genus	: Colocasia Schott
Spesies	: <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott

c. Kandungan

Talas adalah umbi dengan karbohidrat tinggi berupa pati dengan kandungan amilosa 17-28%, amilopektin 72-83% dan oligosakarida (Judiono dan Widiastuti, 2017). Komposisi zat gizi dan kimia tersebut bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis varietas, usia, dan tingkat kematangan talas. Kandungan nutrisi talas per 100 gram ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Talas per 100 gram.

Komponen	Jumlah
Karbohidrat	28,2 g
Protein	1,5 g
Lemak	0,3 g
Kalsium	31 mg
Fosfor	67 mg
Serat	0,7 g

Sumber : Judiono dan Widiastuti, 2017

d. Penepungan umbi talas

Talas dapat digunakan sebagai bahan pembuatan tepung adalah karena memiliki kandungan karbohidrat berupa pati yang tinggi serta kadar air yang rendah. Dilakukan proses perendaman dan penjemuran bertujuan agar kadar air berkurang.

e. Infusa

Infusa merupakan sediaan cair yang diperoleh dengan membuat simplisia dari bahan nabati dengan pelarut air pada suhu 90°C selama 15 menit (Anief, 2007).

6. Ekstrak Ragi

Bakteri tumbuh melalui kecukupan nutrisi pada media pertumbuhan, diperlukan nutrisi tambahan sebagai suplemen atau penunjang pertumbuhan yang lebih dari biasanya. Ekstrak ragi menjadi salah satu sumber nutrisi tambahan sebagai media yang diperkaya (Cappuccino, 2013). Ekstrak ragi merupakan bahan kompleks sebagai sumber nitrogen dengan komponen protein dan asam nukleat yang juga mengandung peptida, vitamin B dan sitokinin sebagai nutrisi tambahan dalam media pertumbuhan bakteri (Widiastoety, 2003).

Ekstrak ragi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari spesies khamir yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang diperoleh dari toko bahan kimia dengan harga 4000 rupiah per gram. Ekstrak ragi berbentuk granula kering yang larut dalam air hangat. Peranan ekstrak ragi selain sebagai sumber nitrogen juga penting dalam pemecahan karbohidrat (gula) menjadi karbon dioksida dan alkohol sehingga dapat mempercepat proses metabolisme bakteri (Ganjar, 2003).

7. *Escherichia coli* (*E. coli*)

a. Deskripsi

Escherichia coli merupakan flora normal yang biasa ditemukan

dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. *Escherichia coli* dapat menyebabkan diare, infeksi saluran kemih dan infeksi saluran cerna lainnya. *Escherichia coli* adalah bakteri Gram negatif bersifat anaerob fakultatif dan dapat digunakan sebagai indikator kontaminasi fekal pada air minum, air mandi dan makanan. *Escherichia coli* biasa digunakan sebagai bakteri yang dipelajari fisiologinya karena mudah ditumbuhkan dan mudah didapat (Berg, 2004).

- b. Klasifikasi bakteri *Escherichia coli* menurut Soedarto (2015) sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gamma proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

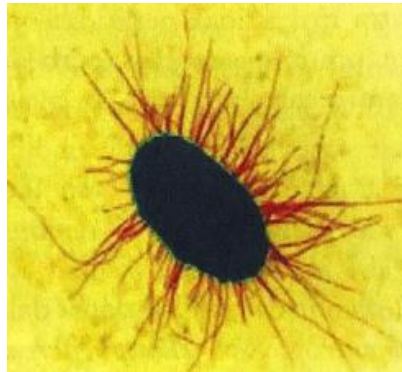
Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

- c. Morfologi

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif berukuran 1,4 μm x 0,4 sampai 0,7 μm , yang berbentuk batang lurus, beberapa seperti kapsul, sebagian bergerak aktif dengan flagel peritrik dan tidak memiliki spora (Kuswiyanto, 2016). *Escherichia coli* bersifat mikroaerofilik, meragi laktosa dan rata-ata dapat tumbuh pada medium pertumbuhan (Radji, 2019). *Escherichia coli* dapat membentuk rantai,

strukturnya dikelilingi membran sel dari sitoplasma yang mengandung nukleoprotein. Beberapa membran *Escherichia coli* tertutup dinding sel yang berlapis kapsul. *Escherichia coli* memiliki flagella dan pili yang menjulur dari permukaan (Budiyanto, 2004).



Gambar 4. *Escherichia coli* beserta flagel peritrik
Sumber: Kuswiyanto, 2016

d. Patogenitas

Escherichia coli menjadi patogen ketika jumlah bakteri di dalam tubuh lebih dari normal. Infeksi-infeksi yang disebabkan oleh *Escherichia coli* menurut Jawetz (2005) :

1) Infeksi sistem saluran kencing

Infeksi ini paling banyak disebabkan oleh *Escherichia coli* dan jumlah untuk infeksi saluran kencing pertama pada wanita muda sekitar 90%. Pada infeksi ini dapat terjadi bakteremia dengan sepsis sebagai tanda klinis.

2) *Escherichia coli* yang berhubungan dengan penyakit diare

Penyebab diare umumnya yaitu bakteri *Escherichia coli* yang mekanismen penyakitnya berbeda berdasarkan sifat karakteristik dari virulensinya.

a) *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC)

EPEC merupakan penyebab utama diare pada bayi. Akibat infeksiya adalah diare yang cair yang susah diatasi namun tidak kronis.

b) *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC)

ETEC merupakan penyebab umum diare pada anak dan orang-orang yang bepergian jauh dengan sanitasi yang buruk.

c) *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC)

EHEC menjadi penyebab diare parah dengan pendarahan yang disertai sindrom uremik hemolitik (penyakit akibat kegagalan ginjal akut disertai anemia hemolitik mikroangiopathi dan

d) *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC)

EIEC menyebabkan penyakit yang mirip seperti shigellosis. Gejala yang timbul biasanya diare disertai dengan demam. EIEC masuk dan berkembang dalam epitel sel-sel kolon sehingga menyebabkan kerusakan pada sel kolon.

e) *Enteroadgregative Escherichia coli* (EAEC)

EAEC menyebabkan diare akut dan kronis dalam jangka waktu 14 hari. EAEC melekat pada mukosa, menghasilkan enterotoksin dan sitotoksin. Mengakibatkan kerusakan mukosa dan terjadi diare.

3) Sepsis

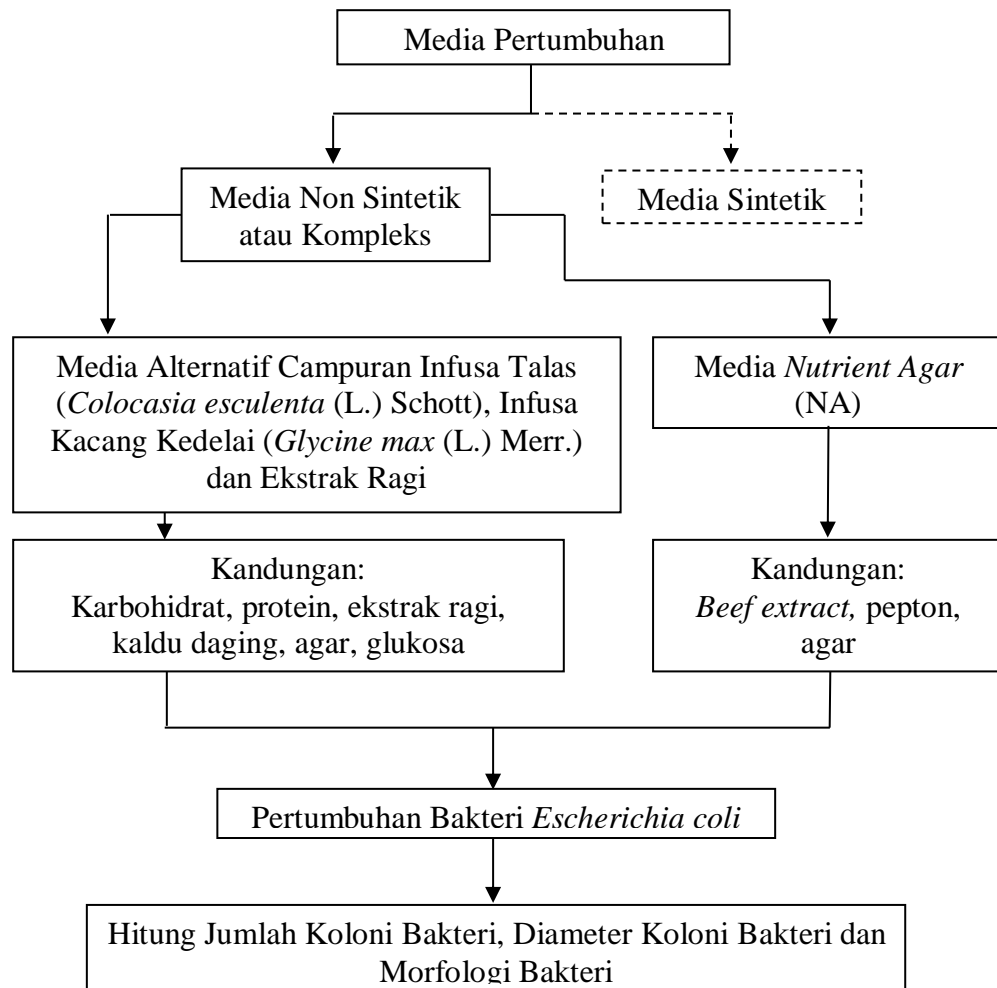
Sepsis terjadi ketika *Escherichia coli* masuk ke aliran darah dan jumlah antibodi IgM yang sedikit, khususnya pada bayi.

4) Meningitis

Escherichia coli merupakan salah satu penyebab utama peradangan pada bayi.

B. Kerangka Teori

Kerangka teori penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.

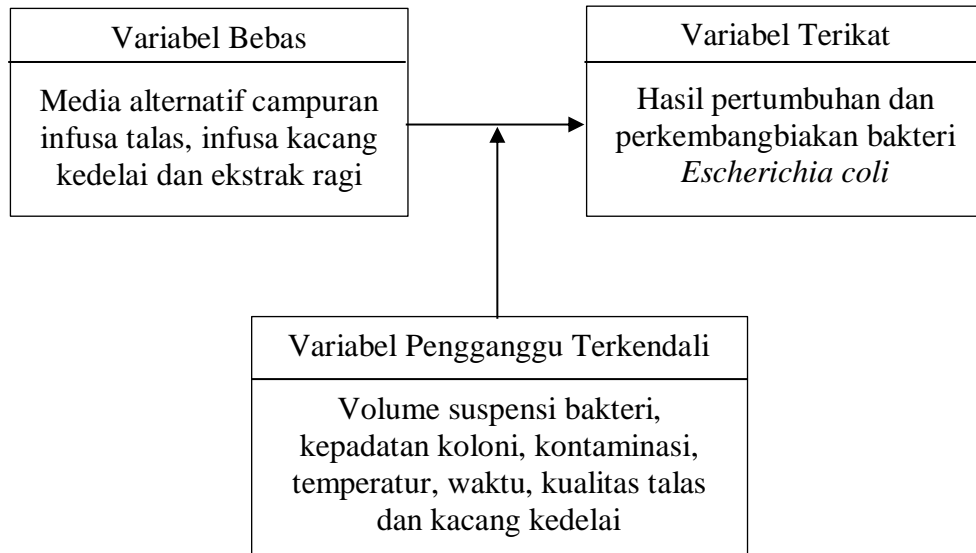


Gambar 5. Kerangka Teori

Sumber: Cappuccino, 2013

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Campuran infusa talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), infusa kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) dan ekstrak ragi efektif digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.