

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### **1. Media Pertumbuhan Bakteri**

###### **a. Definisi**

Media pertumbuhan bakteri adalah media berupa suatu bahan yang memiliki persediaan nutrisi yang dibutuhkan bagi mikroorganisme seperti bakteri untuk tumbuh dan berkembangbiak (Elsevier, 2024). Media pertumbuhan bakteri yang baik harus memiliki lingkungan yang sesuai untuk tempat hidup bakteri dan mampu memenuhi kebutuhan dasar bagi mikroorganisme. Media pertumbuhan juga dapat digunakan untuk isolasi, inokulasi, pengujian sifat fisiologis serta perhitungan jumlah koloni bakteri (Tortora dkk, 2021).

###### **b. Syarat media pertumbuhan bakteri**

Menurut Boleng (2017) Media pertumbuhan bakteri yang baik harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Media harus dalam keadaan steril dan tidak terkontaminasi oleh organisme lain agar tidak kesulitan saat identifikasi bakteri.
- 2) Memiliki kelembapan yang cukup, pH yang sesuai serta kadar oksigen yang baik serta mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan bagi bakteri untuk tumbuh dan berkembang (Atmanto, 2022)

- 3) Media mampu menumbuhkan bakteri secara cepat dan memberi kualitas yang baik serta menunjukkan semua karakteristik bakteri yang akan diamati.
- 4) Media pertumbuhan harus memiliki kandungan nutrisi yang sesuai dan dibutuhkan oleh bakteri tersebut. Unsur-unsur zat yang harus diperhatikan dalam media pertumbuhan bakteri adalah:

- a) Karbon

Karbon merupakan kebutuhan yang paling penting dan sebagai atom pusat untuk semua struktur dan fungsi seluler. Karbon dalam bentuk organik maupun anorganik dibutuhkan sebagai sumber energi metabolisme pada kelompok organisme. Penggunaan sumber karbon dalam medium dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan pada mikroorganisme. Terdapat dua jenis mikroba yang bergantung pada karbon, yaitu autotrof (menggunakan senyawa anorganik dalam bentuk karbon dioksida) dan heterotrof (menggunakan senyawa organik, terutama glukosa).

- b) Nitrogen

Nitrogen merupakan komponen utama asam nukleat dan protein. Asam nukleat berperan dalam sintesis protein dalam sel, sedangkan protein berperan sebagai molekul-

molekul struktural dan molekul fungsional yang bertanggung jawab atas aktivitas metabolik sel (Cappucino dan Sherman, 2017). Nitrogen digunakan untuk menyintesis protein, DNA dan RNA. Bakteri memperoleh nitrogen dari proses dekomposisi bahan organik atau berasal dari ion amonium serta dari senyawa nitrat dan nitrogen yang ada di udara melalui proses fiksasi.

c) Unsur non-logam

Unsur non-logam utama yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan adalah sulfur dan fosfor. Sulfur diperlukan bakteri untuk sintesis protein bersama nitrogen. Pembentukan asam nukleat DNA dan RNA diperlukan fosfor dan nitrogen. Sulfur diperoleh dalam bentuk ion sulfat atau berasal dari  $H_2S$  yang ada di alam. Sedangkan fosfor diperoleh dari senyawa fosfat (FK UNIBRAW, 2003).

d) Unsur logam

Ion logam dibutuhkan bakteri agar proses aktivitas seluler berjalan secara efisien. Contoh ion logam antara lain seperti  $Ca^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ . Aktivitas seluler tersebut meliputi aktivitas enzim, serta transport elektron selama proses oksidasi hayati. Ion tersebut hanya dibutuhkan dalam konsentrasi yang sedikit. Unsur logam tersebut juga

dapat diperoleh dari garam-garam anorganik (Cappucino dan Sherman, 2017).

e) Vitamin

Vitamin merupakan mikronutrien organik yang berperan dalam pertumbuhan seluler serta bagian penting untuk aktivitas sel, selain itu berperan sebagai sumber kenzim yang dibutuhkan untuk pembentukan sistem enzim aktif (Cappucino, 2017).

f) Air

Seluruh sel membutuhkan air suling yang ada pada media diperlukan untuk membantu nutrien berbobot molekul rendah dapat melintasi membran sel.

g) Energi

Energi berperan penting dalam aktivitas metabolik kehidupan seluler, seperti transport aktif, biosintesis dan biodegradasi makromolekul. Aktivitas metabolik kehidupan seluler tersebut membutuhkan energi yang konstan agar tetap dapat berlangsung. Tipe bioenergetik ada dua yaitu fototrof dan kemotrof. Mikroorganisme tipe fototrof menggunakan energi radiasi sebagai sumbernya. Sedangkan mikroorganisme tipe kemotrof bergantung pada oksidasi senyawa kimia sebagai sumber energinya.

c. Klasifikasi media

Menurut Atmanto dkk (2022), klasifikasi media bakteri dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan fisiknya dan fungsinya

1) Media berdasarkan fisiknya, antara lain:

a) Media cair

Media cair adalah media pertumbuhan bakteri yang tidak mengandung agar atau zat pematat. Media ini juga bisa digunakan untuk pertumbuhan berbagai jenis bakteri. Contohnya adalah *Nutrient Broth* (NB), *Lactose Broth* (LB) dan *Tryptic Soy Broth* (TSB) (Benson, 2021).

b) Media padat

Media padat adalah media yang pada umumnya digunakan untuk pertumbuhan dan kembangbiakan bakteri di permukaan untuk mengamati tampilan dari koloni. Media ini mengandung zat pematat seperti agar. Contohnya adalah *Nutrient Agar* (NA), *Plate Count Agar* (PCA), *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Mac Conkey Agar* (MCA) (Yusmaniar dkk, 2017).

c) Media semi-padat

Media semi-padat adalah media pertumbuhan bakteri yang mengandung zat pematat. Media ini mengandung setengah jumlah agar yang seharusnya, sehingga memiliki konsistensi kenyal dan tidak sepenuhnya padat. Selain itu media ini umumnya dapat digunakan untuk tujuan khusus,

seperti pemindahan kultur dan indikasi motilitas atau pergerakan bakteri dan mendukung pertumbuhan anaerobik.

2) Klasifikasi berdasarkan fungsinya, antara lain:

a) Media basal

Media basal atau dikenal sebagai media dasar adalah media yang digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat media yang lebih kompleks. Media ini dapat mendukung pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme.

b) Media selektif

Media selektif adalah media yang dirancang khusus untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu sekaligus menghambat mikroba lain yang tidak diinginkan. Hal ini biasanya ditandai dengan menambahkan zat pewarna, garam empedu, natrium klorida tinggi atau senyawa yang bersifat toksik terhadap kelompok mikroba tertentu.

c) Media diferensial

Media diferensial adalah media yang digunakan untuk membedakan satu mikroorganisme dengan mikroorganisme lainnya. Hasil dari pertumbuhan di media diferensial ini menghasilkan perubahan karakteristik yang tampak atau pola pertumbuhan yang berbeda, sehingga membantu dalam mengidentifikasi dan membedakan mikroorganisme satu dengan lainnya. Media ini hanya

menunjukkan apakah mikroorganisme target terdapat dalam media melalui perubahan pola pertumbuhan atau perubahan tampilan yang dapat diamati secara visual (Pujiati, 2019).

d) Media diperkaya

Media diperkaya merupakan media yang telah ditambah bahan-bahan bernutrisi tinggi, seperti darah, serum atau ekstrak khamir untuk menunjang pertumbuhan organisme tertentu. Contoh media ini adalah media *Blood Agar Plate* (BAP).

d. Hal-hal yang penting dalam media kultur

Menurut Hafsan (2019) terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam media kultur, yaitu:

1) Bahan baku air

Bahan baku air pembuatan media umumnya menggunakan air demineralisasi atau hasil destilasi dengan syarat harus memiliki konduktivitas dengan maksimal 25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pada 25°C dengan batas minimal kandungan mikroorganisme lain di bawah 100 CFU/mL.

2) Penimbangan bahan media

Penimbangan dilakukan menggunakan neraca analitik dengan ketelitian tinggi hingga 0,001 gram.

3) Konsentrasi dan proses pelarutan agar

Konsentrasi pada media pertumbuhan bakteriologi umumnya sekitar 15 g/L agar pada media padat. Pelarut agar menggunakan akuades (air suling) untuk menghindari adanya bahan-bahan yang mempengaruhi kelarutan (stabilitas) zat yang digunakan (Sharma. 2024). Proses pelarutan dilakukan menggunakan *hotplate* dan *magnetic stirrer* dan proses pelarutan dilakukan hingga agar atau serbuk tidak menempel pada dinding Erlenmeyer atau menggumpal dan sudah bersatu pada larutan. Proses ini dilakukan pada suhu 84°C dan media pertumbuhan akan menjadi padat pada suhu 38°C atau pada suhu ruang. Konsentrasi agar yang lebih tinggi pada media pertumbuhan bakteri dapat mempercepat pematatan media.

#### 4) Ketebalan agar dan luas cawan

Ketebalan agar media pertumbuhan bakteri sangat penting untuk proses pertumbuhan bakteri dan akan mempengaruhi faktor serta teknis dalam penanaman bakteri. Ketebalan agar dapat bervariasi tergantung dengan ukuran cawan petri yang digunakan. Ukuran cawan petri pada media dapat tersedia dalam berbagai macam ukuran dan diameter. Cawan petri umumnya digunakan memiliki ukuran  $\pm 15$  cm dan dapat menampung 15 – 20 mL media agar (Wardani dkk, 2023).

#### 5) Penuangan media ke dalam cawan

Proses penuangan media padat umumnya menggunakan media Erlenmeyer yang dimasukkan di *autoclave* sebagai sterilisasi dan kemudian disebarkan ke cawan petri. Penuangan pada media padat harus memperhatikan suhu media, tidak terlalu panas saat dituang untuk mencegah kondensasi. Media padat harus didinginkan hingga mencapai suhu 50°C selama 30 menit sebelum dituang ke cawan petri.

## 2. Media *Mac Conkey Agar* (MCA)

### a. Definisi

*Mac Conkey Agar* (MCA) adalah media selektif diferensial yang dapat digunakan oleh bakteri Gram negatif berbentuk batang (Sari dkk, 2023). MCA menggunakan laktosa sebagai sumber karbohidrat dan indikator pH yaitu pewarna *neutral red*, untuk mendeteksi kemampuan memfermentasi laktosa, sehingga MCA mampu membedakan bakteri gram negatif fermenter laktosa dan nonfermenter laktosa. (Widianingsih dan Aliando, 2018). Hasil pertumbuhan koloni bakteri *Enterobacter aerogenes* pada media MCA membentuk koloni berwarna merah muda dengan tampak besar dan licin, hal ini dikarenakan *Enterobacter aerogenes* merupakan fermenter laktosa.

### b. Kandungan

Komposisi MCA ditampilkan pada Tabel 1:

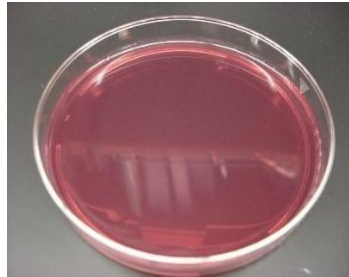
Tabel 1. Komposisi Media MCA

| Formula         | Gram per liter |
|-----------------|----------------|
| Pepton          | 20,0           |
| Protease pepton | 3,0            |
| Laktosa         | 10,0           |
| Bile Salt       | 1,5            |
| Crystal violet  | 0,001          |
| Neutral Red     | 0,03           |
| Natrium klorida | 5,0            |
| Agar            | 15,0           |

Sumber: Tyasningsih dkk, 2020

Pepton pada komposisi media MCA berfungsi untuk menyediakan nitrogen, vitamin, mineral dan asam amino esensial untuk pertumbuhan bakteri, laktosa untuk menyediakan karbon dan energi serta sebagai sumber karbohidrat yang berfungsi sebagai pembeda antara bakteri yang bisa memfermentasi laktosa dan yang tidak bisa memfermentasi laktosa, *bile salts* untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, natrium klorida (NaCl) sebagai penyedia elektrolit dan keseimbangan osmotik media agar sesuai dengan kondisi ideal bagi pertumbuhan bakteri, *neutral red* sebagai indikator pH yang berubah warna akibat fermentasi laktosa, kristal violet sebagai agen selektif yang fungsinya menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, bekerja sama dengan garam empedu sebagai agen selektif dan agar memiliki fungsi sebagai agen pematat media.

Media MCA pada cawan petri ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Media *Mac Conkey Agar* (MCA)

Sumber: Toruan dkk, 2023

### 3. Indikator *Neutral red*

#### a. Definisi

*Neutral red* adalah indikator pH yang paling umum digunakan dalam media diferensial untuk membantu mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam memfermentasi karbohidrat khususnya pada media enterik seperti MCA.

#### b. Peran dan Fungsi *neutral red*

Peran *neutral red* dalam mengidentifikasi fermentasi laktosa sangat penting karena bakteri fermenter menghasilkan asam melalui metabolisme gula sehingga pH lingkungan disekitar koloni menurun dan menyebabkan indikator menjadi merah. *Neutral red* juga berfungsi membantu memperjelas presipitasi garam empedu di sekitar koloni fermenter laktosa, sehingga koloni tampak lebih kontras dibandingkan dengan latar media (Artauli dkk, 2023). Hal ini menjadikan *neutral red* berfungsi tidak hanya sebagai pewarna media, tetapi juga sebagai indikator

fisiologis yang memudahkan pemisahan dan diferensiasi bakteri berdasarkan aktivitas biokimianya.

c. Aktivitas Metabolisme

*Neutral red* akan menjadi kuning pucat pada pH netral hingga alkali ( $\text{pH} > 7,0$ ) karena terjadi proses deprotonasi, yaitu proton ( $\text{H}^+$ ) lepas mengakibatkan bentuk indikator menjadi  $\text{In}^-$ . Hal ini mengubah struktur kimia dan spektrum penyerapan cahaya senyawa, sehingga *neutral red* berada dalam bentuk basa yang tidak berwarna. Hal ini menyebabkan koloni non-fermenter tampak pucat dan transparan. Sedangkan pada kondisi asam ( $\text{pH} < 6,8$ ), *neutral red* mengalami proses protonasi (pengikatan ion  $\text{H}^+$ ) yang mengubah struktur kimianya dan menghasilkan warna merah muda yang menjadikannya indikator sensitif untuk mendeteksi produksi asam oleh bakteri fermenter laktosa. ASM (*American Society for Microbiology, Carbohydrate Fermentation Protocol*) tahun 2021 mencatat bahwa *neutral red* telah digunakan selama lebih dari satu abad karena konsistensi warna dan kestabilannya.

4. Indikator *Phenol red*

a. Definisi

*Phenol red* merupakan salah satu indikator pH golongan sulfonftalein yang sering digunakan dalam preparat kultur dan uji fermentasi karena memberikan perubahan warna yang jelas saat pH medium berubah akibat produksi asam oleh mikroorganisme.

Indikator pH dapat mempengaruhi tampilan visual koloni, tetapi tidak secara langsung memengaruhi pertumbuhan mikroba.

b. Peran dan Fungsi *phenol red*

*Phenol red* berfungsi mengevaluasi intensitas pertumbuhan bakteri karena reaksi biokimia yang dihasilkan bersifat kuantitatif terhadap konsentrasi asam atau basa. Selain itu *phenol red* berfungsi sebagai indikator pH dalam media kultur, ketika bakteri memfermentasi gula dan menghasilkan asam, medium menjadi lebih asam (pH menurun) dan *phenol red* berubah menjadi dari merah ke kuning. Kondisi tersebut mencerminkan aktivitas metabolik serta keadaan fisiologis sel yang sedang dikultur.

c. Aktivitas Metabolisme

Saat mikroorganisme tumbuh dalam media yang mengandung gula atau karbon lain maka mulai memetabolisme senyawa tersebut dan menghasilkan produk metabolit. Perubahan warna pada *phenol red* dibedakan berdasarkan pada beberapa kondisi, pada kondisi asam tampak berubah menjadi kuning (Riadi dkk, 2022), hal ini menunjukkan bahwa sel tumbuh dengan baik. Sedangkan pada rentang pH netral tampak merah/orange dan pada pH basa cenderung merah muda hingga ungu yang menunjukkan kondisi terlalu basa, biasanya akibat kadar CO<sub>2</sub> yang rendah atau jumlah sel yang sedikit. Perubahan warna berguna untuk mendeteksi penurunan pH akibat fermentasi karbohidrat (Sighma, 2021).

## 5. Bakteri dan pertumbuhan bakteri

### a. Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme sederhana yang memiliki satu sel (uniseluler) dan tidak memiliki membran inti (prokariot) yang ukurannya sangat kecil. Bakteri juga mampu hidup di berbagai lingkungan seperti tanah, air, tubuh makhluk hidup dan permukaan benda mati. Bakteri dikelompokkan berdasarkan sifat pengecatan gram yaitu bakteri Gram positif dan negatif (Hidayat, 2018).

- 1) Bakteri Gram positif adalah bakteri yang mempertahankan zat warna gram A yang mengandung kristal violet. Bakteri ini berwarna ungu jika dilihat dibawah mikroskop.
- 2) Bakteri Gram negatif adalah bakteri yang berwarna merah atau merah muda, karena warna ungu dapat dilunturkan kemudian mengikat cat gram D sebagai warna kontras (Juliantina dkk, 2025).

### b. Pertumbuhan bakteri

#### 1) Definisi

Pertumbuhan adalah peningkatan secara teratur jumlah komponen suatu organisme. Peningkatan ukuran koloni yang terjadi ketika sebuah sel mengambil air atau menyimpan lipida atau polisakarida. Dalam laboratorium, pertumbuhan bakteri dapat diamati melalui kurva pertumbuhan seperti fase lag, fase

log (eksponensial), stasioner dan fase kematian (Madingan dkk, 2018).

## 2) Kurva pertumbuhan

Proses pertambahan jumlah sel bakteri dalam media pertumbuhan dapat digambarkan dalam kurva pertumbuhan sel bakteri (Boleng, 2017)

Kurva pertumbuhan bakteri terdiri dari empat fase, yaitu:

- (a) Fase Lag, fase ini disebut fase adaptasi bakteri terhadap lingkungan baru, pada fase ini bakteri belum menunjukkan pertumbuhan jumlah individu yang jelas.
- (b) Fase Eksponensial, fase ini bakteri mengalami pembelahan sel secara cepat dan jumlah sel meningkat secara eksponensial.
- (c) fase Stasioner, fase ini merupakan fase keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian sel bakteri. Pada fase ini, sumber nutrisi mulai berkurang sehingga pertumbuhan sel melambat. Jumlah sel hidup seimbang dengan sel yang mati.
- (d) Fase kematian, fase ini disebut berakhirnya pertumbuhan sel bakteri. Pada fase ini, nutrisi telah habis, energi cadangan di dalam sel habis, proses metabolisme berhenti dan ada kemungkinan sel-sel dihancurkan oleh pengaruh enzim yang berasal dari sel itu sendiri.

## 3) Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan

Pertumbuhan mikroba dapat dipengaruhi faktor dari dalam dan luar. Faktor yang mempengaruhi dari dalam meliputi bentuk dan sifat mikroorganisme, serta kemampuannya untuk beradaptasi. Faktor yang mempengaruhi dari luar meliputi ketersediaan nutrisi, suhu, kelembapan, cahaya dan keberadaan senyawa lain yang bersifat toksik, penghambat atau pemacu (Rini & Rochmah, 2020).

c. Teknik pembiakan bakteri

Teknik penanaman bakteri dapat dibagi menjadi dua, yaitu teknik isolasi dan teknik pembiakan. Teknik isolasi bakteri bertujuan untuk memisahkan bakteri dari campuran sehingga diperoleh biakan murni. Contoh teknik isolasi adalah teknik *spread plate*, teknik *pour plate* dan *streak plate*. Sedangkan teknik pembiakan bakteri bertujuan untuk menumbuhkan bakteri dalam jumlah banyak. Teknik pembiakan bakteri yang umum digunakan adalah teknik agar miring, teknik tusukan dan biakan cair.

6. *Enterobacter aerogenes*

a. Definisi

*Enterobacter aerogenes* adalah bakteri Gram negatif yang termasuk dalam family *Enterobacteriaceae* (Rengkuan dkk, 2016). Koloni *Enterobacter aerogenes* berbentuk batang yang pada umumnya melingkar, terangkat (*raised*), cembung (*convex*) dan basah dengan bagian tepi bervariasi dari krem sampai dengan putih pudar (*Environment and Climate Canada*, 2018) dan membentuk

koloni warna merah muda karena termasuk bakteri yang mampu memfermentasi laktosa. Fermentasi laktosa menghasilkan senyawa asam yang menurunkan pH pada media, sehingga indikator pH berubah warna menjadi warna merah muda. Selain itu, bakteri yang memiliki kapsul akan memanfaatkan laktosa untuk membentuk kapsul, sehingga koloni yang terbentuk tampak lengket, mengkilap dan basah (Jung & Hoilat, 2024). Namun kapsul pada *Enterobacter* dapat ada tetapi biasanya lebih tipis daripada *Klebsiella pneumoniae* (Koneman dkk. 2017). Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob yang mampu hidup dengan atau tanpa oksigen, serta berperan sebagai patogen oportunistik yang dapat menimbulkan infeksi terutama pada individu dengan daya tahan tubuh rendah (Souza dkk, 2024).

b. Klasifikasi

Klasifikasi bakteri *Enterobacter aerogenes* menurut Soedarto (2015) adalah sebagai berikut:

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| Kingdom | : Bacteria                      |
| Filum   | : Proteobacteria                |
| Class   | : Gammaproteobacteria           |
| Ordo    | : Enterobacteriales             |
| Famili  | : Enterobacteriaceae            |
| Genus   | : <i>Enterobacter</i>           |
| Spieces | : <i>Enterobacter aerogenes</i> |

c. Morfologi dan Sifat

Secara morfologi identifikasi bakteri *Enterobacter aerogenes* diamati melalui bentuk dan struktur koloni, bentuk dan ukuran sel, dan pewarnaan bakteri. Pengamatan morfologi dapat dibagi menjadi dua yaitu pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis, pengamatan makroskopis dilakukan engan mengamati secara kasat mata dari mulai bentuk, warna, tepian, elevasi, permukaan koloni bakteri dan uji biokimia. Sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati dibawah mikroskop setelah melakukan pengecatan Gram. Hasil pengamatan mikroskop adalah bakteri berwarna merah muda saat setelah diberi pewarnaan.

*Enterobacter aerogenes* pada media MCA ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Enterobacter aerogenes* pada media MCA

Sumber: Fadhillah, 2023

Uji biokimia bakteri *Enterobacter aerogenes* ditunjukkan pada Tabel 2

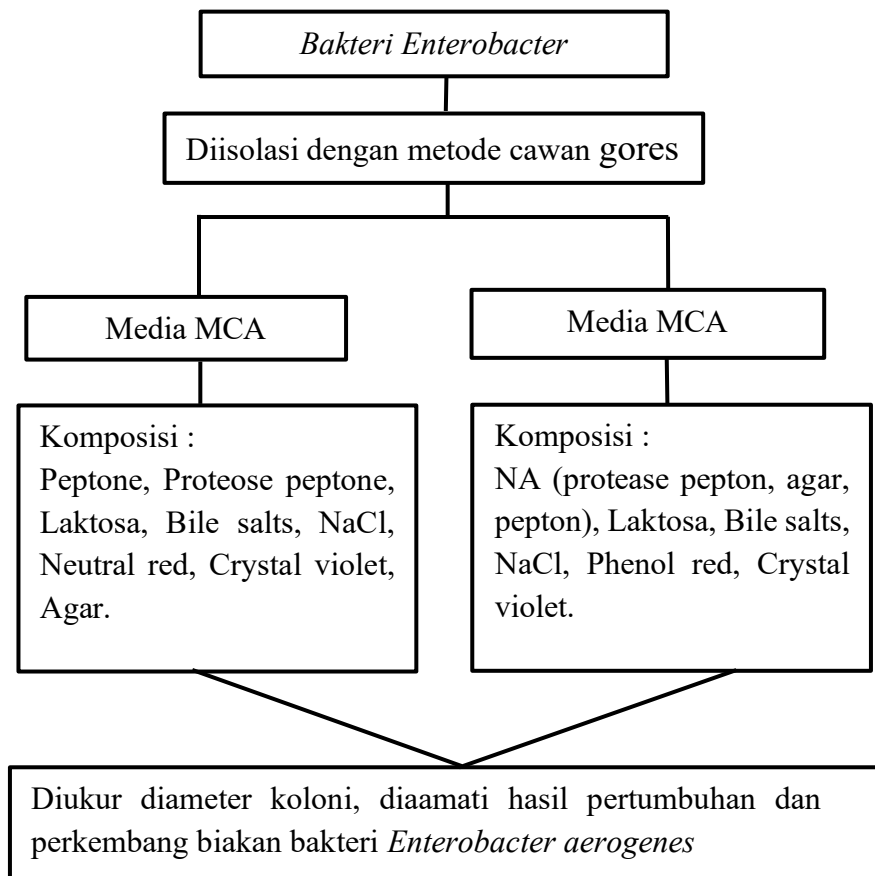
Tabel 2. Uji Biokimia Bakteri *Enterobacter aerogenes*

| Bahan    | Hasil                                              | Keterangan                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Glukosa  | Positif                                            | Menghasilkan asam dan gas                                                        |
| Laktosa  | Positif                                            | Menghasilkan asam                                                                |
| Sukrosa  | Positif                                            | Menghasilkan asam                                                                |
| Mannitol | Positif                                            | Menghasilkan asam                                                                |
| Maltosa  | Positif                                            | Menghasilkan asam                                                                |
| TSIA     | A/A, gas (+), H <sub>2</sub> S (-)                 | Miring dan tegak kuning                                                          |
| SIM      | H <sub>2</sub> S (-), indole (-),<br>motilitas (+) | Tidak terbentuk endapan<br>hitam, cincin indole negatif,<br>pertumbuhan menyebar |
| SC       | Berubah menjadi<br>warna biru                      | Menunjukkan penggunaan<br>sitrat sebagai sumber karbon                           |

Sumber: Zhang dkk. 2024

## B. Kerangka Teori

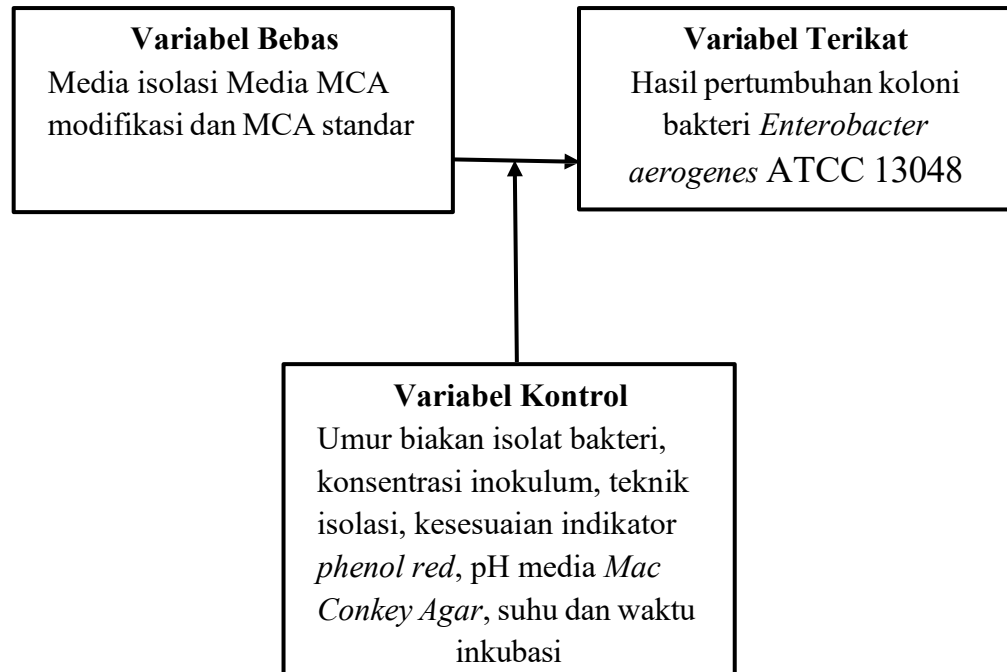
Kerangka teori penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Kerangka Teori

### C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Hubungan Antar Variabel

### D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah media MCA modifikasi dengan indikator warna *phenol red* dapat digunakan untuk isolasi identifikasi bakteri *Enterobacter aerogenes* sebanding dengan media MCA standar.