

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Bakteri

a. Definisi

Bakteri adalah organisme bersel satu atau uniseluler, berkembang biak dengan aseksual yaitu pembelahan sel tidak memiliki membran inti atau prokariotik, tidak memiliki klorofil, dan memiliki ukuran mikron sehingga dibutuhkan mikroskop untuk membantu pengamatan (Putri, Sukini dan Yodong, 2017).

b. Bentuk Bakteri

Bakteri memiliki habitat yang sangat luas, ditemukan di berbagai lingkungan seperti alam, tanah, atmosfer, lumpur, dan lautan. Mereka dapat hidup secara independen sebagai parasit, saprofit, atau patogen yang mempengaruhi manusia, hewan, dan tumbuhan. Selain itu, bakteri juga dapat berperan sebagai flora normal yang hidup di dalam tubuh manusia (Suryani dan Taupiqurrahman, 2021).

Berikut macam bentuk bakteri, antra lain:

1) Berbentuk bulat (kokus) Bakteri dengan bentuk bulat atau bola yang dinamakan kokus (*coccus*). Bakteri ini dibagi lagi menjadi 6 formasi, yaitu:

- a) Monokokus dengan bakteri bulat satu. Contoh *Monococcus gonorrhoe*.
- b) Diplokokus dengan bakteri bulat bergandeng dua – dua. Contoh *Diplococcus pneumoniae*.
- c) Staphylokokus dengan bakteri bulat berantai seperti anggur. Contoh *Staphylococcus aureus*.
- d) Steptokokus dengan bakteri bulat berantai lebih dari dua. Contoh *Streptococcus faecalis*.
- e) Sarkina dengan bakteri bulat tersusun seperti kubus dengan 8 sel. Contoh *Thiosarcina rosea*.
- f) Tetrakokus dengan bakteri bulat tersusun 4 sel. Contoh *Pediococcus*.

(Putri, Sukini dan Yodong, 2017).

2) Batang (basil)

Bakteri yang memiliki bentuk batang, atau basil, dapat dibedakan menjadi dua kategori berdasarkan panjangnya, yaitu batang panjang dan batang pendek. Selain itu, bakteri ini juga dapat memiliki ujung yang datar atau melengkung.

Bakteri dengan bentuk basil dibagi menjadi beberapa formasi, antara lain:

- a) Sel tunggal (monobasil), contoh *Escherchia coli* dan *Klebsiella pneumoniae*.
- b) Bergandeng dua-dua (diplobasil)
- c) Rantai (steptobasil) atau jaringan tiang (palisade), contoh *Bacillus anthrax*.

(Putri, Sukini dan Yodong, 2017).

3) Bentuk lengkung (spiral)

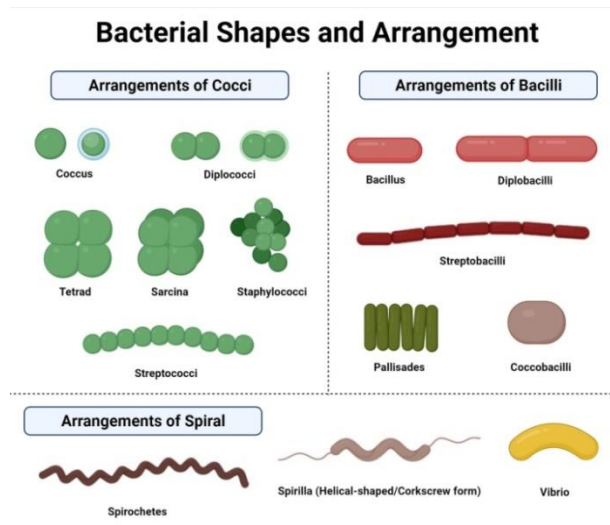
Bakteri dengan bentuk lengkung atau spiral dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a) Bentuk koma (vibrio) dengan lengkungan kurang dari setengah lingkaran atau seperti batang bengkok berukuran kecil, contoh bakteri *Vibrio cholere*.
- b) Bentuk spiral dengan bakteri menyerupai spiral dengan lengkungan lebih dari setengah lingkaran, contoh *Helicobacter pylori*.
- c) Bentuk sirochaeta dengan spiral yang halus dan lentur, lebih berkelok kelok dengan ujung lebih runcing. Contoh bakteri *Treponema pallidum* yaitu bakteri penyebab sifilis.

(Putri, Sukini dan Yodong, 2017).

a. Struktur Bakteri

Bakteri dapat dibedakan menjadi dua kategori struktur, yaitu struktur dasar dan struktur tambahan. Struktur dasar adalah komponen yang dimiliki hampir semua jenis bakteri, yang mencakup dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan. Sementara itu, struktur tambahan terdapat pada beberapa jenis bakteri tertentu yaitu mencakup kapsul, flagel, pili, fimbria, kromosom, vakuola gas, dan endospora (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).



Gambar1. Strktur Bakteri

Sumber: (Sapkota, 2022)

b. Pertumbuhan Bakteri

Bakteri, sebagai organisme hidup, memerlukan nutrisi untuk mendapatkan energi yang mendukung metabolisme sel dan reproduksi melalui proses pembelahan sel. Pertumbuhan bakteri dapat didefinisikan sebagai peningkatan jumlah atau konsentrasi seluler, yang tercermin dalam ukuran, jumlah, berat, atau massa sel (Suarjana dkk., 2017). Lingkungan yang kaya akan sumber nutrisi sangat penting untuk mendukung pertumbuhan bakteri (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

Berikut beberapa faktor pertumbuhan bakteri, antara lain:

1) Sumber Karbon

Karbon adalah nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan bakteri. Berdasarkan kebutuhan sumber karbon, bakteri dapat dibagi menjadi dua kelompok

- a) Autotrof, yang menggunakan zat anorganik dalam bentuk karbon dioksida sebagai sumber karbon
- b) Heterotrof, yang memanfaatkan zat organik kompleks seperti sukrosa atau glukosa sebagai sumber karbon (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

2) Suhu

Suhu adalah salah satu faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri, terutama dalam konteks aktivitas enzim. Berdasarkan kemampuan bakteri untuk

tumbuh pada suhu tertentu, mereka dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori:

- a) Psikrofilik, Bakteri yang dapat tumbuh pada suhu dingin di bawah 20°C.
- b) Mesofilik, Bakteri yang tumbuh dalam rentang suhu 25°C hingga 40°C.
- c) Termofilik, Bakteri yang dapat berkembang pada suhu antara 45°C hingga 80°C, dengan suhu optimal antara 50°C hingga 60°C (Suarjana *et al.*, 2017).

3) Oksigen

Oksigen adalah salah satu faktor penting dalam pertumbuhan bakteri, dan kadar oksigen yang tepat diperlukan untuk menjaga keseimbangan pertumbuhan. Berdasarkan kebutuhan oksigen, bakteri dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, antara lain:

- a) Aerob, bakteri yang tumbuh sangat dibutuhkan ketersediaan oksigen untuk tetap hidup.
- b) Aerob obligat, bakteri yang hidup bila ada oksigen bebas.

- c) Aerob fakultatif, bakteri yang hidup dan tumbuh dengan baik apabila tersedia oksigen. Jika tidak ada oksigen, bakteri tetap bisa hidup.
- d) Anaerob obligat, bakteri yang tidak dapat hidup jika ada oksigen bebas.
- e) Mikroaerofilik, bakteri yang akan hidup dan tumbuh dengan baik pada kadar oksigen yang rendah (Soedarto, 2015).

4) Kebutuhan pH

Secara umum, pertumbuhan bakteri terjadi pada rentang pH antara 4 hingga 9, dengan pH optimal berkisar antara 7,2 hingga 7,4. Berdasarkan kebutuhan pH, bakteri dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a) Asidofilik, bakteri tumbuh baik pada pH 2 – 5
 - b) Neutrofilik, bakteri tumbuh baik pada pH 5,5 – 8
 - c) Alkalifilik, bakteri tumbuh baik pada pH 8,5 – 9
- (Suarjana dkk., 2017).

5) Ion – Ion Anorganik

Ion anorganik berperan penting dalam menyediakan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri, termasuk nitrogen, sulfur, fosfat, magnesium, kalium, serta berbagai elemen jejak lainnya (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

6) Nutrien Organik

Nutrien organik sangat penting dan dibutuhkan dalam jumlah tertentu, yang bervariasi tergantung pada spesies bakteri. Beberapa nutrien organik yang diperlukan meliputi karbohidrat sebagai sumber energi dan bahan dasar untuk proses biosintesis, serta asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin yang diperlukan dalam jumlah kecil untuk mendukung pertumbuhan bakteri (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

7) Ion – Ion Anorganik

Ion anorganik berperan penting dalam menyediakan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri, termasuk nitrogen, sulfur, fosfat, magnesium, kalium, serta berbagai elemen jejak lainnya (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

8) Nutrien Organik

Nutrien organik sangat penting dan dibutuhkan dalam jumlah tertentu, yang bervariasi tergantung pada spesies bakteri. Beberapa nutrien organik yang diperlukan meliputi karbohidrat sebagai sumber energi dan bahan dasar untuk proses biosintesis, serta asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin yang diperlukan dalam jumlah kecil untuk

mendukung pertumbuhan bakteri (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017)

B. Bakteri *Salmonella typhimurium*

a. Deskripsi

Salmonella typhimurium merupakan bakteri batang bergerak, Gram negatif, dan bersifat fakultatif intraseluler yang mudah difagositosis tetapi tidak dapat dihancurkan sehingga sulit untuk dibunuh (Lichmant, 2003). Bakteri ini hidup intraseluler maka antibodi, komplemen dan sel granulosit tidak dapat mencapai kuman tersebut, maka diperlukan respon imun yang berbeda untuk mengeliminasinya.

b. Klasifikasi *Salmonella typhimurium*

Berikut klasifikasi *Salmonella typhimurium* Menurut Kurniawan (2018) sebagai berikut :

Kingdom : *Bacteria*

Phylum : *Proteobacteria*

Class : *Gamma proteobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

Family : *Enterobacriaceae*

Genus : *Salmonella*

Spesies : *Salmonella enterica*

c. Morfologi *Salmonella typhimurium*

Setelah mengalami pertumbuhan selama 24 hingga 48 jam pada media padat, sebagian besar sel bakteri menunjukkan morfologi berbentuk batang dengan panjang sekitar 1-3 μm dan lebar antara 0,4-0,6 μm . Umumnya, sel-sel ini terlihat pendek dan gemuk, meskipun beberapa dapat menunjukkan variasi bentuk.

Pada kultur muda yang diambil dari media padat, banyak sel cenderung lebih panjang, melengkung, dan bersifat filamen, dengan panjang mencapai 10 μm , 20 μm , bahkan hingga 80 μm . Namun, dalam kultur yang lebih dewasa, tidak ada pola distribusi yang jelas; sel-sel dapat ditemukan secara tunggal, berpasangan, atau dalam rantai pendek (Qurrotuaini dkk., 2022).

d. Faktor Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhimurium*

1) Sumber Karbon

Salmonella typhimurium memanfaatkan sumber karbon organik kompleks seperti glukosa dan sukrosa untuk pertumbuhannya. Karbon ini penting untuk sintesis biomolekul dan energi. (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

2) Suhu

Salmonella typhimurium tumbuh optimal pada suhu sekitar 37°C, yang merupakan suhu tubuh manusia. Bakteri

ini dapat tumbuh dalam rentang suhu 15°C hingga 41°C, tetapi suhu di luar rentang ini dapat menghambat pertumbuhannya. di luar rentang ini dapat menghambat pertumbuhannya (Suarjana dkk., 2017).

3) Oksigen

Salmonella typhimurium dapat tumbuh baik dalam kondisi aerobik maupun anaerobik. Ini berarti bakteri ini dapat menggunakan oksigen jika tersedia, tetapi juga dapat bertahan tanpa oksigen (fakultatif anaerob). (Soedarto, 2015).

4) Kebutuhan pH

Pertumbuhan optimal *Salmonella typhimurium* terjadi pada pH 6,5 – 7,5 yang mendekati netral, artinya tidak basa atau asam. Perubahan pH yang signifikan dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan bakteri. (Suarjana dkk., 2017).

5) Ion-Ion Anorganik

Ion anorganik seperti nitrogen, fosfat, dan magnesium sangat penting untuk pertumbuhan *Salmonella typhimurium*. Ion ini berfungsi sebagai nutrisi esensial yang diperlukan untuk berbagai proses biokimia dalam sel. (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

6) Nutrien Organik

Nutrien organik seperti karbohidrat, asam amino, dan vitamin diperlukan dalam jumlah tertentu untuk mendukung pertumbuhan *Salmonella typhimurium*. Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi, sementara asam amino dan vitamin diperlukan dalam jumlah kecil untuk biosintesis protein dan metabolisme sel. Bakteri ini juga memerlukan nutrien dari permukaan kulit telur untuk tumbuh. (Putri, Sukini, dan Yodong, 2017).

e. Patogenitas

Salmonella typhimurium adalah serotipe dari *Salmonella enterica* yang dapat diisolasi dari hewan maupun manusia dan merupakan salah satu penyebab penyakit salmonellosis yang bersifat zoonosis. Sumber penularan utamanya adalah hewan ternak, produk peternakan, hewan kesayangan, serta hewan berdarah dingin yang berperan sebagai karier. Beberapa contoh patogenitas *salmonella* menurut (Poeloengan dkk., 2005)

- a. Salmonellosis dapat menular melalui ekskresi hewan atau manusia, dan dapat ditularkan baik dari hewan ke manusia maupun sebaliknya melalui bahan pangan seperti telur, daging, dan susu.

- b. Dapat menyebabkan aborsi dan kematian mendadak akibat septikemia, terutama pada sapi muda dan terkadang pada sapi dewasa.
- c. Menghasilkan toksin berupa enterotoksin yang aktivitasnya memengaruhi usus halus, sehingga umumnya menyebabkan sekresi cairan secara berlebihan ke dalam rongga usus, menyebabkan diare dan muntah-muntah.
- d. Menghasilkan endotoksin yang menyerang sistem pertahanan tubuh menyebabkan demam, penurunan kadar besi, peradangan dan hipotensi yang larut dalam air dan labil dalam pemanasan serta oksigen.

C. Media Pertumbuhan

a. Definisi

Media pertumbuhan atau media kultur adalah jenis media yang diperkaya dengan bahan-bahan tertentu untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme di laboratorium (Murwani, 2015). Media disusun berdasarkan komponen penting yang dibutuhkan mikroorganisme, seperti karbohidrat, mineral, asam amino, pH, dan air (Suarjana dkk., 2017).

b. Syarat - Syarat Media Pertumbuhan

Agar bakteri dapat tumbuh dengan baik dalam media, media tersebut harus memenuhi beberapa persyaratan (Boleng, 2017).

1) Kandungan Nutrisi

Media pertumbuhan bakteri harus mengandung semua unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Unsur-unsur hara tersebut mencakup karbon, nitrogen, unsur non-logam, unsur logam, vitamin, air, dan sumber energi.

2) Tekanan Osmosis dan pH

Media pertumbuhan bakteri harus memiliki tekanan osmosis dan pH yang sesuai untuk mendukung kehidupan bakteri. Tekanan osmosis yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan bakteri mengalami plasmolisis atau turgor. Tekanan osmosis adalah gaya yang mendorong pergerakan air melalui membran semipermeabel dari area dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke area dengan konsentrasi zat terlarut tinggi. Dalam konteks ini, membrane semipermeabel merujuk pada membran sel bakteri. Selain itu, pH yang terlalu asam atau terlalu basa dapat berakibat fatal bagi bakteri, menyebabkan kematian sel.

3) Keadaan Steril

Media pertumbuhan bakteri harus berada dalam kondisi steril untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme lain. Kontaminasi ini dapat mengakibatkan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan.

c. Macam-macam Media Pertumbuhan

Berdasarkan komposisi, bentuk dan fungsinya medium dibagi menjadi tiga kelompok besar:

1) Berdasarkan Komposisinya

- a) Media sintetis adalah jenis media yang dibuat dari bahan kimia tertentu dengan komposisi yang diketahui secara tepat. Contohnya adalah Nutrient Agar (Pujiati, 2022).
- b) Media non-sintetik atau media alami adalah media yang berasal dari bahan-bahan alami, di mana komposisinya tidak dapat ditentukan dengan akurat. Contohnya termasuk daging, telur, kentang, dan sebagainya (Pujiati, 2022).

2) Berdasarkan Bentuknya

Media kultur dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, tergantung pada keberadaan bahan pematat tambahan seperti agar atau gelatin (Yusmaniar dkk., 2017).

a) Media cair

Media cair adalah jenis media pertumbuhan yang tidak mengandung bahan pematat, contohnya termasuk *Nutrient*

Broth (NB), *Tryptic Soy Broth* (TSB), dan *Lactose Broth* (LB).

b) Media semi padat

Media semi padat adalah media yang mengandung setengah dari jumlah agar yang seharusnya, sehingga memiliki konsistensi kenyal, tidak sepenuhnya padat, dan tidak terlalu encer. Media ini biasanya digunakan untuk mengamati pertumbuhan serta pergerakan mikroorganisme yang memerlukan banyak air dan hidup dalam kondisi anaerob.

c) Media Padat

Media padat pada umumnya digunakan untuk pertumbuhan bakteri, ragi, jamur dan mikroalga serta memiliki komposisi agar sebesar 15%. Berdasarkan bentuk dan wadahnya media padat dibedakan menjadi tiga, yaitu media tegak, miring, dan lempeng.

d. Pemanasan Media

Pemanasan yang dilakukan secara berulang dapat merusak komposisi nutrisi dalam media, termasuk struktur protein dan vitamin, yang dapat terlihat dari perubahan warna media tersebut. Proses pemanasan dapat menyebabkan denaturasi protein, kehilangan aktivitas enzim, perubahan dalam kelarutan dan hidrasi,

serta perubahan warna. Selain itu, pemanasan dapat menyebabkan derivatisasi residu asam amino, pemutusan ikatan peptida, dan pembentukan senyawa baru. Di samping itu, pemanasan juga dapat menurunkan pH media (wati, 2018).

Menurut Sundari dkk. (2015) pemanasan dapat menyebabkan penurunan kadar protein, hal ini karena penggunaan suhu tinggi dalam proses pengolahan bahan pangan menyebabkan protein terdenaturasi sehingga terjadi koagulasi dan daya kemampuan larut protein menurun. Reaksi yang terjadi pada proses tersebut mengakibatkan protein mengalami kerusakan yang berdampak pada penurunan kadar protein. Karbohidrat dan protein sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri. Karbohidrat merupakan substrat utama untuk proses metabolisme bakteri. Sementara protein dibutuhkan dalam proses pembentukan sel bakteri. Oleh karena itu, berkurangnya nutrisi berupa protein dalam media pertumbuhan dapat menyebabkan bakteri tidak dapat tumbuh secara optimal.

D. Media Plate Count Agar (PCA)

Media Plate Count Agar (PCA) adalah media pertumbuhan bakteri yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas bahan makanan dan minuman. Komposisi PCA terdiri dari *casein enzymic*

hydrolysate yang menyediakan asam amino dan nitrogen kompleks, serta *yeast extract* yang menyuplai vitamin B kompleks. Media ini juga dikenal sebagai *Standard Methods Agar* (SMA) dan pertama kali dikembangkan atas permintaan *American Public Health Association* (APHA) (Diah Anggraeni dkk., 2021).

Media *Plate Count Agar* (PCA) sangat efektif untuk pertumbuhan mikroba karena mengandung casein enzymic hydrolysate, yang menyediakan asam amino dan berbagai substansi nitrogen kompleks. Selain itu, media ini juga mengandung ekstrak ragi yang berfungsi sebagai sumber vitamin B kompleks. Agar yang digunakan dalam media ini berasal dari polisakarida kompleks yang diekstrak dari beberapa jenis alga merah (Rhodophyceae), di mana polisakarida tersebut terdiri dari asam sulfonik (ester dari galaktosa linier) dan memiliki konsistensi gel (Afrianto dan Liviawati, 1993).

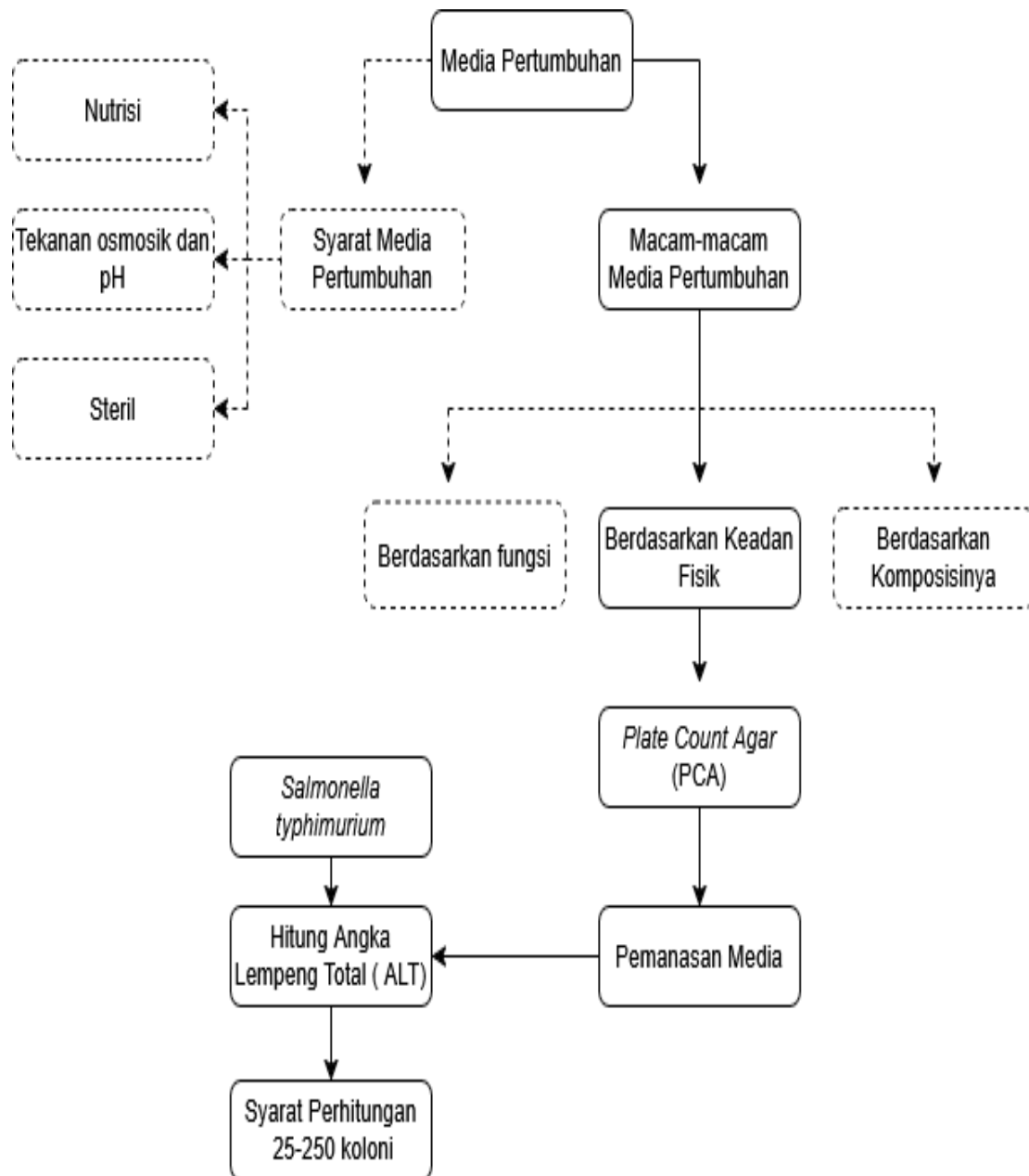
E. Angka Lempeng Total (ALT)

Angka Lempeng Total (ALT) atau *Total Plate Count* (TPC) adalah metode kuantitatif yang digunakan untuk mengukur jumlah mikroba dalam suatu sampel. Uji ini dilakukan dengan menggunakan media padat, dan hasil akhirnya berupa koloni yang dapat diamati secara visual, dinyatakan dalam satuan koloni per mililiter (CFU/ml).

Metode yang umum digunakan dalam pengujian ini termasuk metode pour plate dan metode spread plate (Kuswiyanto, 2016).

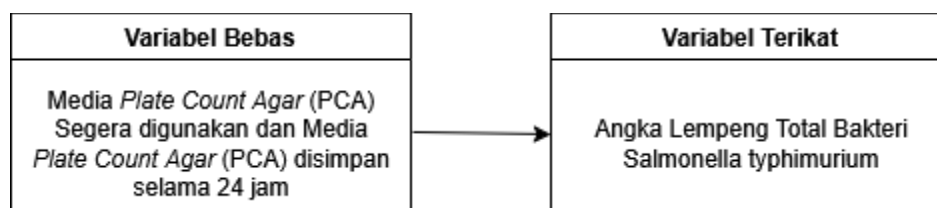
Prinsip dari angka lempeng total adalah menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel ditanam pada media yang sesuai dengan menggunakan metode pour plate, kemudian diinkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 37°C. Uji angka lempeng total merupakan metode yang umum digunakan untuk menghitung jumlah bakteri yang ada dalam sampel yang diperiksa (Sundari, 2019)

F. Kerangka Teori



Gambar.1 Kerangka Teori

G. Hubungan Antar Variabel



Gambar. 2 Hubungan Antar Variabel

H. Hipotesis

Media *Plate Count Agar* yang disimpan pada suhu 2-8°C selama 24 jam dapat digunakan untuk perhitungan jumlah Angka Lempeng Total (ALT) bakteri *Salmonella typhimurium*.