

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Bakteri di Udara

Udara tidak mengandung komponen nutrisi yang penting untuk bakteri, adanya bakteri udara kemungkinan terbawa oleh debu, tetesan uap air ataupun terhembus oleh tiupan angin. Bakteri yang berasal dari udara biasanya akan menempel pada permukaan tanah, lantai, maupun ruangan. Bakteri yang berasal dari udara terutama yang mengakibatkan infeksi di rumah sakit misalnya *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Pneumococcus sp.*, *Coliform*, dan *Clostridium sp.* (Bibiana, 2002).

2. Kualitas Mikrobiologi Udara

Bioaerosol adalah partikel debu yang terdiri atas mikroorganisme atau sisa yang berasal dari makhluk hidup. Mikroorganisme terutama adalah jamur dan bakteri. Penyebaran bakteri, jamur, dan virus pada umumnya terjadi melalui sistem ventilasi. Sumber bioaerosol ada 2 yakni yang berasal dari luar ruangan dan dari perkembangbiakan dalam ruangan atau dari manusia, terutama bila kondisi terlalu berdesakan (*crowded*). Pengaruh kesehatan yang ditimbulkan oleh bioaerosol ini terutama 3 macam, yaitu infeksi, alergi, dan iritasi. Kontaminasi bioaerosol pada sumber udara sistem ventilasi yang terdistribusi ke seluruh ruangan dapat menyebabkan reaksi yang berbagai ragam seperti demam, pilek, sesak

nafas, nyeri otot dan tulang. Pencemar yang bersifat biologis akibat mikroba terdiri atas berbagai jenis mikroba patogen, antara lain bakteri, jamur, protozoa, maupun virus yang dapat ditemukan di saluran udara. Penyakit yang disebabkan seringkali diklasifikasikan sebagai penyakit yang menyebar lewat udara (*air-borne disease*) (Anonim, 2011).

3. Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah meningkatnya jumlah kuantitas massa sel dengan cara terbentuknya sel-sel baru. Terjadinya proses pertumbuhan tergantung dari kemampuan sel dalam membentuk protoplasma baru dari *nutrient* yang tersedia di lingkungan. Pada bakteri, pertumbuhan secara aseksual dan disebut dengan pembelahan biner. Pembelahan biner berlangsung dengan interval yang teratur dengan penambahan atau kelipatan secara eksponensial (Riadi, 2016).

4. Fase Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri dapat dibagi menjadi beberapa fase, menurut Tim Mikrobiologi FK Unibraw (2003) yaitu sebagai berikut :

a. Fase Penyesuaian (*lag phase*)

Fase penyesuaian merupakan periode bakteri yang diperlukan untuk adaptasi terhadap lingkungan yang baru. Pada fase ini belum terjadi pertumbuhan dan perkembangan (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

b. Fase Pembelahan (*logarithmic phase*)

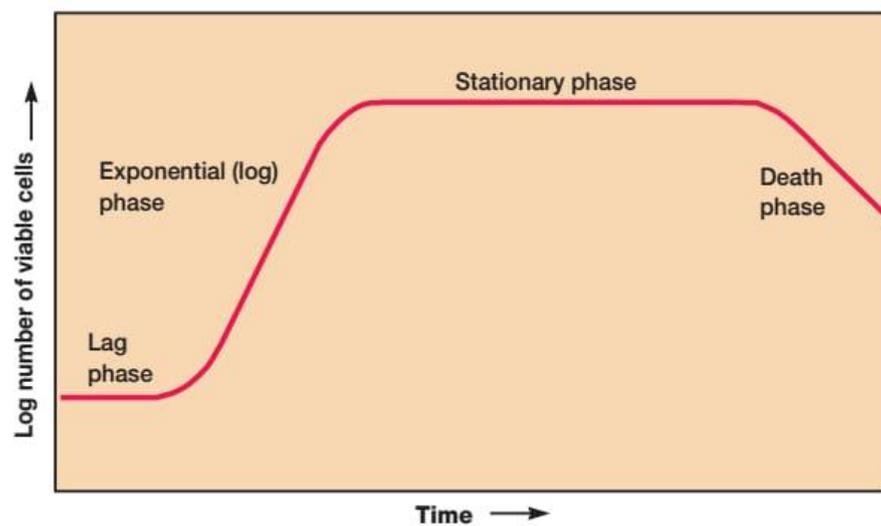
Pada fase ini kecepatan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri terjadi sangat cepat dan maksimum. Komposisi sel bakteri dan bahan metabolitnya relatif konstan untuk jangka waktu tertentu. Hal ini tergantung dari sifat-sifat alamiah bakteri dan keadaan lingkungannya. Keadaan demikian tetap dipertahankan sampai terjadi keadaan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Oleh karena itu, pada fase ini aktifitas bakteri sangat tinggi, baik metabolisme maupun pembelahan selnya, menyebabkan bakteri menjadi sangat peka terhadap pengaruh bahan antimikroba dan radiasi (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

c. Fase Stasioner (*Stationary phase*)

Pada fase ini kecepatan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri mencapai titik terendah atau boleh dikatakan nol. Hal ini disebabkan kondisi lingkungan telah berubah dan tidak menguntungkan bagi pertumbuhan maupun perkembangbiakan bakteri, dimana nutrisi telah habis dan terjadi penumpukan hasil metabolik yang bersifat toksis. Jumlah sel bakteri yang hidup tampak konstan, hal ini terjadi karena jumlah sel yang baru terbentuk seimbang dengan jumlah sel yang mati (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

d. Fase Penurunan (*decline / death phase*)

Pada fase ini terjadi peningkatan kematian sel bakteri sehingga terjadi penurunan populasi bakteri. Kecepatan pertumbuhan bakteri menjadi negatif. Sedikit sekali bakteri yang hidup (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).



Gambar 1. Fase pertumbuhan bakteri (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

5. Faktor Pertumbuhan Bakteri

Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui. Pengetahuan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri sangat penting didalam mengendalikan bakteri. Berikut ini faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri :

a. Zat Makanan

Sebagian besar yang hidup bebas dapat tumbuh baik pada ekstrak ragi, bakteri parasit membutuhkan zat-zat khusus yang hanya terdapat dalam darah atau dalam ekstrak jaringan hewan. Banyak organisme, satu senyawa seperti asam amino dapat berlaku sebagai sumber energy, sumber karbon dan sumber nitrogen, organisme lain yang memerlukan senyawa yang berbeda untuk tiap sumber. Bila pada pembenihan nonsintetik bahan-bahan alamiah yang digunakan zat makanan tertentu, zat makanan tersebut harus disediakan tersendiri (Jawetz, 2007).

b. Konsentrasi Ion Hidrogen (pH)

pH pembenihan juga mempengaruhi pertumbuhan kuman. Kebanyakan kuman yang patogen mempunyai pH optimum 7,2-7,6. Meskipun suatu pembenihan pada permulaannya baik bagi suatu kuman, tetapi pertumbuhan selanjutnya juga akan terbatas karena produk metabolisme kuman itu sendiri. Hal ini terutama dijumpai pada kuman yang bersifat fermentatif yang menghasilkan sejumlah besar asam-asam organik yang bersifat menghambat (Suharto dkk, 2010).

c. Suhu

Spesies bakteri yang berbeda membutuhkan suhu optimal yang amat beragam untuk pertumbuhannya. Bentuk psikrofilik tumbuh paling baik pada suhu rendah yaitu 15⁰C-20⁰C, bentuk

mesofilik tumbuh paling baik pada suhu 30⁰C-37⁰C, dan bentuk termofilik tumbuh paling baik pada suhu 50⁰C-60⁰C. Sebagian besar mikroorganisme bersifat mesofilik, suhu 30⁰C adalah suhu optimal untuk hidup bebas, dan suhu tubuh inang adalah suhu optimal untuk bentuk yang bersimbiosis dengan hewan yang berdarah panas (Jawetz, 2007).

d. Tekanan Osmotik

Suatu tekanan osmotik akan sangat mempengaruhi bakteri jika tekanan osmotik lingkungan lebih besar (hipertonis) sel akan mengalami plasmolisis. Sebaliknya jika tekanan osmotik lingkungan yang hipotonis akan menyebabkan sel membengkak dan juga mengakibatkan rusaknya sel. Oleh karena itu dalam mempertahankan hidupnya, sel bakteri harus berada pada tingkat tekanan osmotik yang sesuai, walaupun sel bakteri memiliki daya adaptasi, perbedaan tekanan osmotik dengan lingkungannya tidak boleh terlalu besar (Jawetz, 2007).

Mikroorganisme dapat ditumbuhkan dan dikembangkan pada suatu substrat disebut medium. Untuk mengembangbiakan organisme seperti jamur, bakteri, dan yang lainnya diperlukan media. Media adalah suatu substansi yang terdiri dari campuran zat makanan (nutrisi) yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan jasad (mikroorganisme). Media dapat berbentuk padat maupun cair. Di dalam laboratorium mikrobiologi, kultur

media sangat penting untuk isolasi, pengujian sifat-sifat dan biokimia bakteri serta untuk diagnosis suatu penyakit (Sutama, 1999).

6. Angka Kuman

Pemeriksaan untuk mengetahui dan menentukan jumlah kuman di dalam sampel ada tiga cara yaitu :

a. Menghitung jumlah bakteri secara keseluruhan (*Total Cell Count*)

Menghitung semua bakteri baik yang hidup maupun yang mati menggunakan cara :

1) Mikroskopik

Pada cara ini dihitung jumlah bakteri dalam satuan isi yang sangat kecil, untuk itu digunakan kaca objek khusus yang bergaris (*petroff - Hauser*) berbentuk bujur sangkar. Cara ini hanya dapat digunakan untuk cairan yang mengandung bakteri dalam jumlah tinggi (Lay, 2004).

2) Kekeruhan

Dasar teknik ini adalah banyaknya cahaya yang diabsorpsi sebanding dengan banyaknya sel bakteri pada batas- batas tertentu. Pada umumnya untuk menghitung dengan cara ini digunakan turbidimetri (Lay, 2004).

b. Menghitung hanya bakteri yang hidup

1) *Standart Plate Count*

Pengenceran dilakukan dengan menggunakan sejumlah botol pengencer yang diisi sampel dan aquades steril. Agar cair didinginkan sampai suhu sekitar 44°C dan baru kemudian dituangkan kedalam cawan petri setelah agak membeku cawan dieramkan selama 24 – 48 jam pada suhu 37°C (Lay, 2004).

2) *Plate Count*

Sampel dipipet dimasukkan kedalam cawan petri kosong steril, dituang kedalam media agar yang mencair, dengan suhu sekitar $\pm 45^{\circ}\text{C}$ lalu dihomogenkan dengan hati-hati sehingga sampel dan media tercampur rata. Dibiarkan memadat (Lay, 2004).

3) *Agar Sebar (Spread Plate)*

Sebanyak 0,1 ml sampel dimasukkan pada permukaan agar yang sudah memadat dalam cawan petri. Kemudian sampel diratakan diatas permukaan media tersebut dengan bantuan alat perata atau spreader (Lay, 2004).

c. Angka Lempeng Total

ALT (Angka lempeng total) adalah metode untuk menentukan jumlah kuman, tidak membedakan spesiesnya dan bersifat semi kuantitatif. Gabungan dari metode pengenceran dan hitung cawan.

Tujuan pemeriksaan ALT adalah untuk mengetahui jumlah koloni kuman dalam sampel, Untuk memeriksa kualitas air, untuk mengetahui apakah sampel tercemar oleh feces. Prinsipnya adalah menentukan jumlah kuman yang hidup tidak berdasarkan spesiesnya. Media yang biasa digunakan adalah saline PCA/NA. Botol yang digunakan harus steril, pengambilan sampel harus aseptik, dan sampel yang diambil untuk diperiksa harus memiliki keseluruhannya. Batas penundaan pada pemeriksaan ALT adalah 1- 12 jam (Lay, 2004).

7. Sterilitas Ruangan

Sterilisasi adalah proses (kimia atau fisika) yang digunakan untuk membunuh semua bentuk kehidupan mikroorganisme, untuk menghilangkan pencemaran oleh jasad renik baik hidup maupun mati (Dwidjoseputro, 1994). Ruangan steril adalah keadaan ruangan yang bebas dari semua bentuk kehidupan bakteri yang patogen maupun yang non patogen termasuk spora. Untuk memperoleh ruangan yang steril dibutuhkan cara – cara tertentu di dalam proses pengendaliannya (Rusli . 2004).

Pengendalian bakteri sangat penting di dalam industri dan produksi pangan, obat-obatan, kosmetika dan lain-lain. Tujuan utama pada pengendalian mikroorganisme antara lain mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme yang sering sebagai bakteri kontaminan, mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh

mikroorganisme. Bakteri dapat dikendalikan dengan beberapa cara diantaranya adalah:

a. Desinfeksi

Desinfeksi adalah perusakan, penghambatan atau penghapusan mikroba yang dapat menyebabkan penyakit atau masalah lain misalnya seperti pembusukan. Hal ini biasanya dicapai dengan menggunakan bahan kimia (Sulaiman, 2013)

b. Antiseptik

Antiseptik adalah antibakteri yang melawan flora patologis secara mekanis, kimiawi atau gabungan keduanya, dengan tujuan membunuh, menghambat atau menurunkan jumlah mikroorganisme (Hamijaya, 2014)

c. Pengendalian mikroba dengan filtrasi

Filter udara berefisiensi tinggi untuk menyaring udara yang berisikan partikel *High Efficiency Particulate Air Filter* atau HEPA memungkinkan dialirkannya udara bersih ke dalam ruangan tertutup dengan sistem aliran udara laminar (*Laminar Air Flow*) (Rahayu dkk, 2017).

Pengendalian mikroba dengan filtrasi ada dua filter, yaitu filter bakteriologis dan filter udara.

- a Filter bakteriologis biasanya digunakan untuk mensterilkan bahan-bahan yang tidak tahan terhadap pemanasan, misalnya larutan gula, serum, antibiotika, antitoksin, dll.

b. Filter udara berefisiensi tinggi untuk menyaring udara yang berisikan partikel (*High Efficiency Particulate Air Filter* atau HEPA) memungkinkan dialirkannya udara bersih ke dalam ruangan tertutup dengan system aliran udara laminar (*Laminar Air Flow*) (Jensen, 1998).

8. Pengendalian mikroba dengan radiasi

Bakteri dapat terbunuh dengan penyinaran sinar ultra violet (UV) dan sinar-sinar ionisasi. Bakteri yang berada di udara atau di dalam ruangan suatu benda yang terpapar sinar ultra violet akan mati (Rahayu dkk,2017).



Gambar 2. DNA Bakteri terpapar UV (Alcarno, 2004).

9. Sinar

Bakteri tidak dapat mengadakan foto sintesis dengan adanya sinar radiasi. Sinar yang lebih pendek gelombangnya yaitu gelombang antara 240 – 300 nm, berbagai macam sinar dalam membunuh bakteri yaitu sinar matahari, sinar x, sinar ultra violet (Rahayu dkk, 2017).

a. Sinar matahari

Sinar matahari sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia terutama dalam membunuh bakteri penyakit, virus, jamur. Sinar matahari dalam waktu tertentu akan membunuh bakteri yang ada di jendela, di lantai, dinding dan sebagainya isi rumah (Rahayu dkk, 2017).

b. Sinar X

Radiasi sinar X memiliki beragam kegunaan dari radiasi untuk diagnostic, pemeriksaan sinar x gigi, membunuh bakteri dan untuk radioterapi. Sinar x sering digunakan sebagai photo rontgen yang berfungsi untuk photo thorax, tulang tangan, kaki, organ tubuh yang lainnya (Suyatno, 2008).

c. Sinar Ultraviolet (UV)

Aplikasi sinar ultraviolet dalam kehidupan sehari-hari sangat akrab dengan kehidupan manusia, baik di bidang kesehatan, perdagangan, industri, pengolahan limbah dan lain sebagainya. Ketika mempertimbangkan pengaruh radiasi ultraviolet terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, maka jarak panjang gelombang sinar ultraviolet dibagi menjadi :

- a. Sinar UV-A (dengan panjang gelombang 380-315 nm) yang sering disebut sebagai gelombang panjang / *blacklight*.
- b. Sinar UV-B (dengan panjang gelombang 315-280 nm) yang sering disebut sebagai gelombang menengah / *medium wave*.

c. Sinar UV-C (dengan panjang gelombang 280-100 nm) yang sering disebut gelombang pendek / *short wave* (Setijo Bismo, 2006).

10. Mekanisme Desinfeksi Menggunakan Ultraviolet

Radiasi ultraviolet merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin (Snider et al, 1991). Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultraviolet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel (Snider et al, 1991).

Mekanisme kerja sinar ultra violet adalah absorpsi oleh asam nukleat tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan sel, energi yang diabsorpsi ini akan menyebabkan terjadinya ikatan antara molekul-molekul timin yang bersebelahan dan menyebabkan terbentuknya dimer timin sehingga fungsi dari asam nukleat terganggu dan mengakibatkan kematian bakteri (Ariyadi, 2009).

Bakteri mempunyai suatu sistem metabolik fungsional yang bervariasi dalam mekanisme untuk memperbaiki kerusakan asam

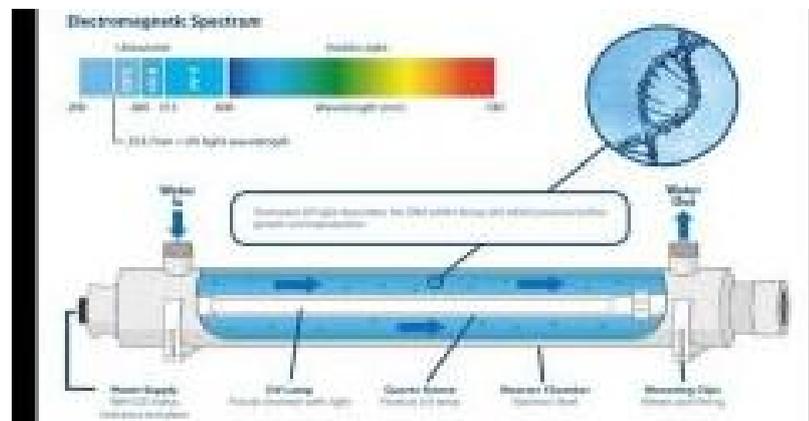
nukleatnya. Adanya kemampuan mikroba untuk memperbaiki kerusakan selnya akan dapat mempengaruhi efisiensi proses desinfeksi, namun mekanisme reaktivasi mikroorganisme tersebut dapat diatasi dengan penggunaan dosis sinar ultraviolet yang sesuai. Dengan penggunaan sinar ultraviolet secara berlebihan, atau tidak terkontrol dapat menyebabkan ketidakefektifan dari sinar ultra violet, sehingga lama dan jarak penyinaran harus sesuai dengan alat atau bahan yang disterilkan (Cahyonugroho,2010).

Bila bekerja di dekat sumber sinar ultraviolet harus memakai peralatan guna melindungi kornea terhadap iritasi atau kerusakan yang mungkin bersifat permanent, misalnya kerusakan pada keturunan, dan kemandulan. Cara memilih lampu ultraviolet dapat menjamin para pekerja dari efek sinar ultraviolet yang merugikan, dengan tidak menambah intensitas cahaya tetapi dapat efektif membunuh bakteri. Efektifitas sinar ultra violet terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pada luas ruangan, intensitas cahaya yang digunakan, lama waktu penyinaran, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, dan juga jenis bakteri itu sendiri (Ariyadi, 2009).

11. Tabung Ultraviolet (UV)

Ultraviolet Water Sterilizer adalah alat yang berupa tabung sinar ultraviolet yang dapat digunakan untuk mensterilkan air minum. Alat ini berbentuk tabung dimana di dalamnya terdapat lampu yang dapat membangkitkan sinar ultraviolet, digunakan untuk mensterilkan

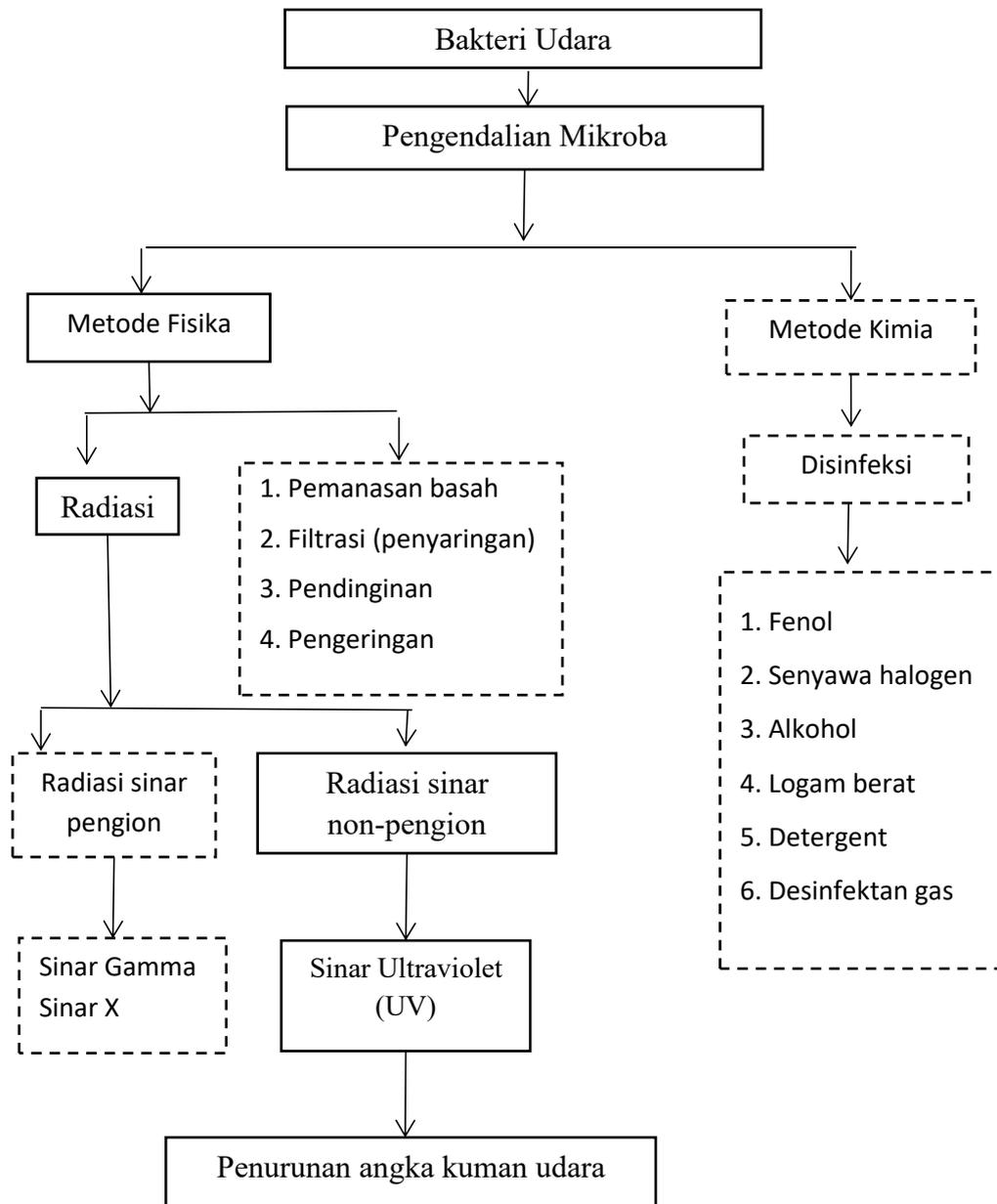
air yang melewati lampu / sinar tersebut. Alat ini terdiri dari dua bagian yaitu adaptor dan tabung UV. Adaptor berguna untuk menyediakan catuan daya listrik sesuai dengan tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh lampu UV di dalam tabung. Bagian yang kedua adalah tabung UV yang berguna untuk menempatkan lampu ultraviolet. Pada bagian ini air dialirkan masuk ke dalam ruangan steril yang berisi sinar ultraviolet (Nusa IS, 2007).



Gambar 3. Sirkulasi Tabung Ultraviolet (UV) (Nusa IS, 2007)

B. Kerangka Teori

Kerangka teori ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka teori (Volk dan Wheeler, 1998)

Keterangan : : diteliti

: tidak diteliti

C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah tabung ultraviolet (UV) berpotensi dapat menurunkan angka kuman udara sebelum, setelah udara dialirkan ke dalam 1 tabung UV dan 2 tabung UV di ruang laboratorium bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

