

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

##### **1. Mikroorganisme Udara**

Kelompok mikroorganisme yang paling banyak tersebar di udara bebas adalah bakteri, jamur (termasuk di dalamnya ragi) dan juga mikroalga. Belum ada mikroorganisme yang habitat aslinya di udara. Mereka terdapat dalam jumlah yang relatif kecil bila dibandingkan dengan di air atau di tanah. Mikroorganisme udara dapat dipelajari dalam dua bagian, yaitu mikroorganisme udara di luar ruangan dan mikroorganisme udara di dalam ruangan. Mikroorganisme paling banyak ditemukan di dalam ruangan (Waluyo, 2013).

Menurut Pelczar (2008), beberapa faktor yang menentukan jumlah dan jenis mikroorganisme yang mendiami udara adalah:

- a. Sumber mikroorganisme (tanah, laut, bersin dan lain-lain).
- b. Ketahanan jenis mikroorganisme tersebut terhadap kondisi fisik seperti suhu, kelembaban dan cahaya matahari.
- c. Jumlah dan aktivitasnya.
- d. Lingkungan luar (kondisi cuaca dan ketinggian tempat).

## 2. Jamur yang Mencemari Udara

Jamur atau fungi adalah kelompok organisme eukariotik dan tidak bergerak. Jamur juga merupakan kelompok organisme heterotrof yang mencakup kapang mikroskopik, ragi, jamur multisel, dan cendawan. Cara jamur berkembang biak melalui spora, spora memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga dapat menyebar melalui udara dengan mudah (Apriliawati, 2009).

Jamur yang terdapat di udara adalah dalam bentuk spora. Spora jamur merupakan alat reproduksi, baik seksual maupun aseksual. Spora jamur kontaminan tersebar dimana-mana, termasuk diantaranya bisa masuk ke dalam tubuh manusia melalui kontak langsung, inhalasi, trauma, melalui pencernaan makanan dan lain-lain. Selain itu, jamur kontaminan ini sering menjadi masalah tersendiri dalam pekerjaan laboratorium (Apriliawati, 2009).

Menurut Quidesat dalam Rica (2019), kelembaban pada substrat termasuk di udara merupakan salah satu faktor utama dalam pertumbuhan jamur. Pada umumnya, sebagian besar jamur dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang lembab. Selain itu, air juga menjadi faktor penting lainnya. Air membantu proses difusi dan pencernaan. Selain itu, air juga mempengaruhi substrat pH dan osmolaritas dan merupakan sumber dari hidrogen dan oksigen, yang dibutuhkan selama proses metabolisme. Pertumbuhan suatu jamur ditentukan oleh kandungan air dari suatu substrat.

Suhu di dalam ruangan dalam rentang  $18^{\circ}$  - $24^{\circ}$  C adalah suhu optimal bagi pertumbuhan kebanyakan jamur, meskipun beberapa jenis jamur dapat hidup juga di rentang suhu yang luas. Sedikit jamur yang mempunyai temperatur optimal diatas  $30^{\circ}$  C yaitu *Aspergillus* sp. Jamur di dalam lingkungan tidak tumbuh jika suhu di atas  $30^{\circ}$  C. Spora jamur lebih tahan panas daripada miselia dan pada umumnya bertahan lebih lama pada suhu yang lebih luas rentangnya. (Gutarowska & Piotrowska, 2007).

Kultivasi, pertumbuhan dan pengamatan fungi membutuhkan teknik yang berbeda dari bakteri. Kultivasi kapang membutuhkan teknik yang berbeda dari bakteri. Kultivasi fungi membutuhkan penggunaan media selektif seperti *Sabouraud Agar (SA)* atau *Potato Dextrose Agar (PDA)* (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Berikut ini merupakan morfologi dari kapang dan khamir (Roosheroe, 2014):

a. Hifa

Hifa adalah suatu struktur berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Hifa berisi protoplasma yang dikelilingi oleh suatu dinding yang kuat. Khamir dapat membentuk hifa semu (*pseudohypha*) yang tumbuh menjadi miselium semu (*pseudomiselium*) dan ada pula sejumlah khamir yang membentuk miselium sejati.

b. Dinding Sel

Dinding sel memberikan bentuk kepada sel dan melindungi isi sel dari lingkungan. Dinding sel bersifat permeable terhadap nutrien-nutrien yang diperlukan fungi. Komponen penting dalam dinding sel sebagian besar fungi adalah kitin. Penyusun dinding sel fungi adalah glukan, kitin, kitosan, manan dan atau galaktomanan serta glikoprotein.

c. Septum

Hifa memiliki sekat yang disebut septum yang membagi hifa menjadi kompartemen-kompartemen. Meskipun demikian protoplasma dari sel-sel masih saling berhubungan karena septum tersebut memiliki lubang-lubang. Sebagian besar hifa fungi memiliki septum sederhana dengan ukuran diameter pori kurang lebih 0,05-0,5 mikrometer.

d. Membran Sel Hifa

Membran sel merupakan lapisan yang melindungi isi sel di bawah dinding sel yang kuat. Komposisi kimia membrane sel fungi terdiri dari senyawa-senyawa sterol, protein (dalam bentuk molekul-molekul yang amorf) dan senyawa-senyawa fosfolipid.

e. Mitokondria

Mitokondria terdapat dalam sitoplasma sel fungi dan dapat berbentuk lingkaran, oval atau memanjang. Dalam matriks mitokondria terdapat ribosom.

f. Ribosom

Ribosom terdapat bebas di dalam sitoplasma, tetapi ada juga yang terikat pada permukaan retikulum endoplasma atau pada membran nukleus. Sintesis polipeptida terjadi di dalam ribosom.

g. Aparatus Golgi

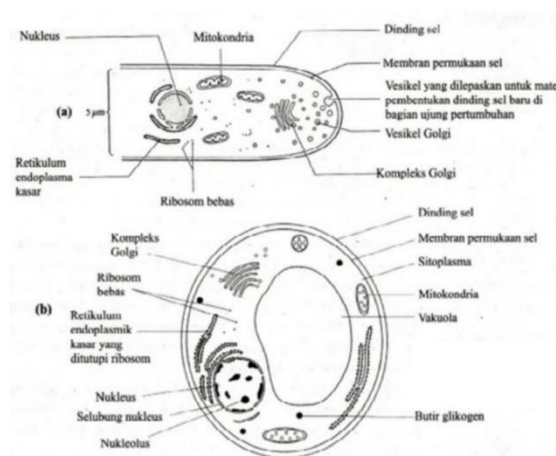
Aparatus golgi memiliki beberapa peran antara lain memproses dan menyekresi glikoprotein yang akan menjadi bagian dari dinding sel. Aparatus golgi menyekresi bahan-bahan ekstraseluler seperti *cell coat* pada pembelahan spora dari suatu sitoplasma yang multinukleat dan menghasilkan vesikel yang berperan dalam pertumbuhan dinding sel.

h. *Microbodies*

*Microbodies* terdiri dari perisoksom yang mengandung katalase, glioksisom, hidrogenosom dan lisosom. Glioksisom mengandung enzim-enzim yang terlibat dalam oksidasi asam lemak dan dalam siklus glio-oksalat. Hidrogenosom mengandung hidrogenase untuk reaksi yang anaerob dalam sel. Lisosom mengatur oemecahan komponen-komponen sel, misalnya pemecahan septum agar inti sel bias bergerak dari sel yang satu ke sel yang lainnya dan pada fungi parasitik untuk memecah dinding sel inang.

i. Vesikel

Vesikel merupakan struktur mirip kantung yang dalam jumlah besar berada di lokasi pertumbuhan dinding sel, terutama pada hifa apikal. Beberapa vesikel mengandung enzim-enzim yang melunakan dinding sel yang sudah ada supaya dapat meluas (bertambah) karena terdapat vesikel lain yang mengandung bahan untuk pembentukan dinding sel.



Gambar 1. Struktur Sel (a) Kapang dan (b) Khamir  
(Fifendy, 2017)

### 3. Pengendalian Mikroorganisme dengan Radiasi Sinar UV

#### a. Sterilisasi dengan radiasi

Beberapa bentuk radiasi elektromagnetik dapat menimbulkan efek letal pada sel sehingga dapat dipergunakan untuk mengendalikan mikroba. Radiasi elektromagnetik yang memiliki energi yang cukup untuk menghasilkan efek mikrobisida adalah radiasi-radiasi yang memiliki panjang gelombang pendek, yaitu

300 nm dan yang lebih rendah. Radiasi- radiasi tersebut meliputi sinar UV, sinar gamma dan sinar-X. Radiasi dengan panjang gelombang yang panjang, diatas 300 nm, tidak memiliki energi yang cukup untuk menghancurkan sel (Cappuccino dan Sherman, 2013).

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

#### b. Pengertian Sinar Ultraviolet (UV)

Sinar ultraviolet yang memiliki energi lebih rendah daripada radiasi-radiasi pengion, dapat menimbulkan efek letal terhadap sel-sel yang terpajan dengan panjang gelombang yang berpenetrasi rendah dalam rentang 210 nm sampai 300 nm (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Sinar ultraviolet (UV) memiliki efek letal terhadap sel-sel mikroorganisme, maka sinar ultraviolet sering digunakan di tempat-tempat yang menuntut kondisi aseptik seperti ruang operasi, laboratorium, ruang produksi industri makanan dan minuman, serta farmasi. Salah satu sifat sinar ultraviolet adalah daya penetrasi yang sangat rendah, selapis kaca yang tipis pun sudah mampu menahan sebagian besar sinar ultraviolet. Oleh karena itu sinar ultra violet hanya dapat efektif mengendalikan mikroorganisme pada

permukaan yang terpapar langsung oleh sinar ultraviolet (Ariyadi & Dewi, 2009).

c. Manfaat Sinar Ultraviolet

Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar ultraviolet dikelompokkan menjadi tiga, yaitu UV-A dengan panjang gelombang antara 315 nm - 400 nm secara umum pada panjang gelombang ini sinar ultraviolet dapat mengakibatkan kerusakan pada kulit manusia, UV-B dengan panjang gelombang antara 280 nm – 315 nm dapat membakar kulit dan dapat menyebabkan kanker serta UV-C dengan panjang gelombang 200 nm – 280 nm yang efektif untuk membuat bakteri dan virus tidak aktif ( Metcalf dan Eddy, 2003). Sterilisasi dengan sinar ultraviolet merupakan salah satu upaya menjaga kualitas udara, terutama kualitas mikrobiologinya ( Darmadi, 2008).

d. Mekanisme Desinfeksi Menggunakan Ultraviolet

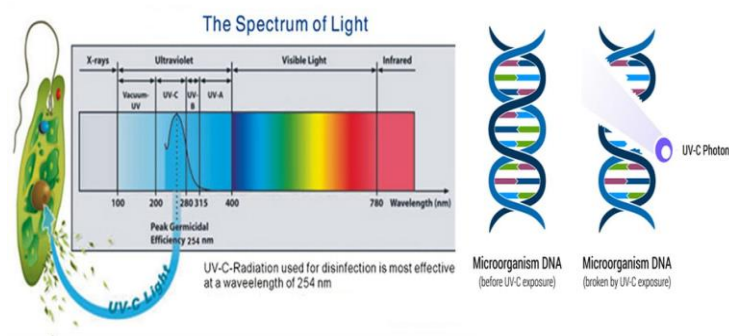
Radiasi ultraviolet merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Sinar ultraviolet menyebabkan perubahan sel berupa denaturasi protein, kerusakan DNA dan hambatan replikasi DNA.

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 & Dewi , 2009).

Komponen-komponen seluler yang dapat menyerap sinar ultraviolet adalah asam-asam nukleat, dan DNA merupakan tempat utama yang mengalami kerusakan. Karena pirimidin merupakan senyawa yang paling menyerap panjang gelombang ultraviolet, efek utama bentuk radiasi ini disebut dimerisasi timin, yang merupakan ikatan kovalen antara dua molekul timin yang bersebelahan pada satu untai asam nukleat dalam molekul DNA. Pembentukan dimer ini merusak konfigurasi molekul DNA dan kerusakan ini akan mengganggu replikasi dan transkripsi DNA selama penyinaran. Dimer ini mencegah mikroorganisme dari transkripsi dan replika DNA yang akhirnya akan menyebabkan kematian sel (Miller, dkk, 1999).



Gambar 2. Mekanisme kerja sinar UV terhadap DNA

Bila bekerja di dekat sumber sinar ultra violet harus memakai peralatan guna melindungi kornea terhadap iritasi atau kerusakan yang mungkin bersifat permanent, misalnya kerusakan pada keturunan, dan kemandulan. Cara memilih lampu ultra violet dapat menjamin para pekerja dari efek sinar ultra violet yang merugikan, dengan tidak menambah intensitas cahaya tetapi dapat efektif membunuh bakteri. Efektifitas sinar ultraviolet 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 & Dewi, 2009).

Untuk aplikasi di lapangan, beberapa alat lampu ultraviolet menstandarkan waktu selama 30 menit, dan dipengaruhi juga dengan luas ruangan dan sirkulasi udara dalam ruangan. Sangat bagus dalam aplikasi di lapangan penggunaan lampu ultraviolet dilengkapi dengan kipas angin yang mensirkulasi udara di ruangan. Dengan sirkulasi udara yang ada di balik lemari, di bawah tempat tidur dan meja dapat tersirkulasi, sehingga mikroorganisme dapat kontak dengan sinar ultraviolet. Keunggulan penggunaan sinar ultraviolet dalam desinfeksi ruangan sangat praktis, tidak ada residu, tidak perlu menunggu lama setelah didesinfeksi sehingga ruangan bisa digunakan kembali. Kelemahan penggunaan sinar UV dalam mendesinfeksi ruangan, yaitu tidak bisa menjangkau

mikroorganisme yang ada di dalam lemari, di balik gorden atau yang terhalang oleh benda (Fifendy, 2017).

#### 4. Pengambilan Sampel Kuman Udara

Sampling mikrobiologis udara dapat diperoleh dengan menggunakan metode *settling plate* (perletakkan lempeng agar) dan metode mekanik *volumetric air sampling*.

##### a. Metode *settling plate*

Prinsip metode ini pada peletakkan lempeng agar dalam petri diameter 100 mm yang terbuka akan menampung pengendapan partikel mikroba udara sekitar 1 m<sup>3</sup> selama terpapar 15 menit, menggunakan media sampling standar *brain heart infusion agar* atau *trypticase soy agar*. Metode ini mudah dan tidak mahal tapi hasilnya tidak betul – betul kuantitatif (Berliana, 2016).

##### b. Metode *volumetric air sampling*

Merupakan metode kuantitatif yang lebih tepat, karena partikel udara yang lebih kecil (3mm) dengan kondisi kelembaban udara akan tetap tersuspensi di udara, tidak turun mengendap di permukaan suatu lempeng agar tetapi dengan metode *high-velocity-volumetric air sampling*, partikel kecil di udara dapat ditarik dengan kecepatan tinggi ke dalam saluran alat menggunakan suatu pompa (*vacuum pump*). Selain itu keuntungan pada partikel ukuran besar yang umumnya diudara rumah sakit, rerata 10-15 mm, dapat ditarik masuk ke dalam media cair (*collection fluid*) dan terjadi

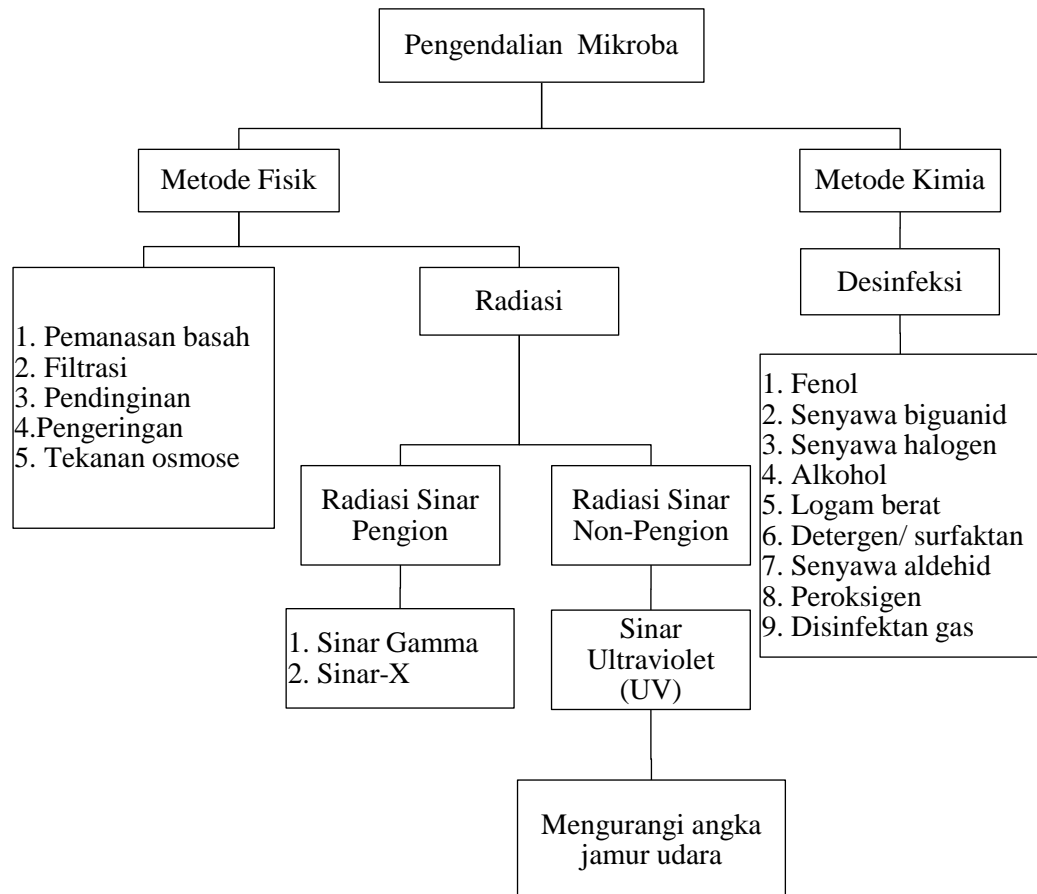
gelembung-gelembung udara yang dapat memecahkan partikel besar sehingga semua kandungan sel-sel mikroba yang hidup akan terpecah dan merata menempa, menempel pada permukaan lempeng agar yang mengandung nutrisi (*brain heart infusion agar* atau *trypticase soy agar* atau *Mueller hinton agar* dan *saboroud glucose agar*), sehingga merefleksikan jumlah total mikroba dalam udara per satuan m<sup>3</sup>. Kecepatan aliran udara harus dikalibrasi dengan tepat untuk menjamin hasil yang akurat (Kemenkes, 2002).

#### **5. Angka Kapang/ Khamir (AKK)**

Angka Kapang/Khamir adalah jumlah koloni kapang dan khamir yang tumbuh dari cuplikan yang diinokulasikan pada media yang sesuai setelah inkubasi selama 3-5 hari dalam suhu 20-25°C . Tujuan dilakukannya uji AKK adalah memberikan jaminan bahwa sediaan obat tradisional tidak mengandung cemaran fungi melebihi batas yang ditetapkan karena mempengaruhi stabilitas dan aflatoksin yang berbahaya bagi kesehatan. Prinsip uji AKK yaitu pertumbuhan kapang/khamir setelah cuplikan diinokulasikan pada media yang sesuai dan diinkubasi pada suhu 20-25°C dan diamati mulai hari ketiga sampai hari kelima. Media yang digunakan adalah *Saboraud Dextrose Agar (SDA)* atau *Potato Dextrose Agar (PDA)*. Setelah diinkubasi, kemudian dihitung koloni yang tumbuh dengan *colony counter* (Radji, 2010).

Koloni yang tumbuh pada media tidak selalu berasal dari 1 sel mikroba, karena beberapa mikroba ada yang cenderung mengelompok atau berantai. Suatu bakteri akan menghasilkan 1 koloni apabila ditumbuhkan pada media dan lingkungan yang sesuai. Istilah Coloni Forming Unit (CFU) digunakan untuk menghitung jumlah mikroba yang hidup dan menghasilkan 1 koloni. Lempeng agar yang paling baik digunakan dalam perhitungan yaitu lempeng yang mengandung 25 – 250 koloni (BPOM RI, 2006).

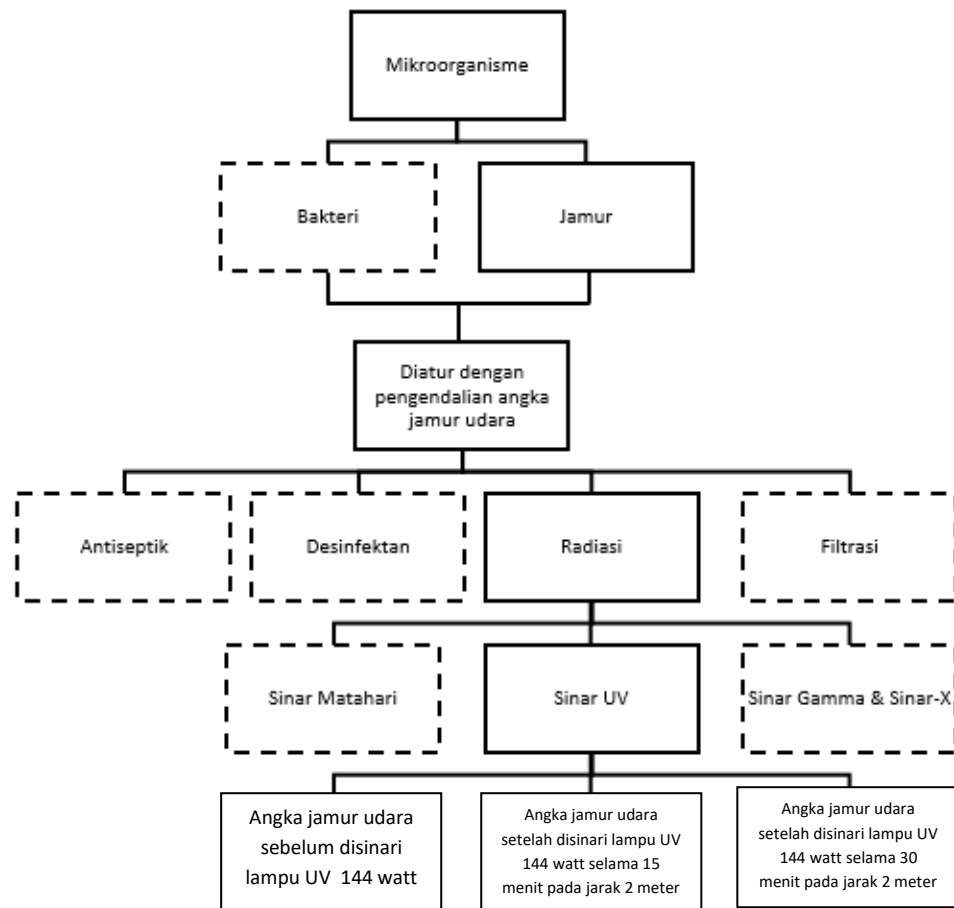
## B. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

Sumber: Cappuccino dan Sherman, 2013

### C. Kerangka Konsep



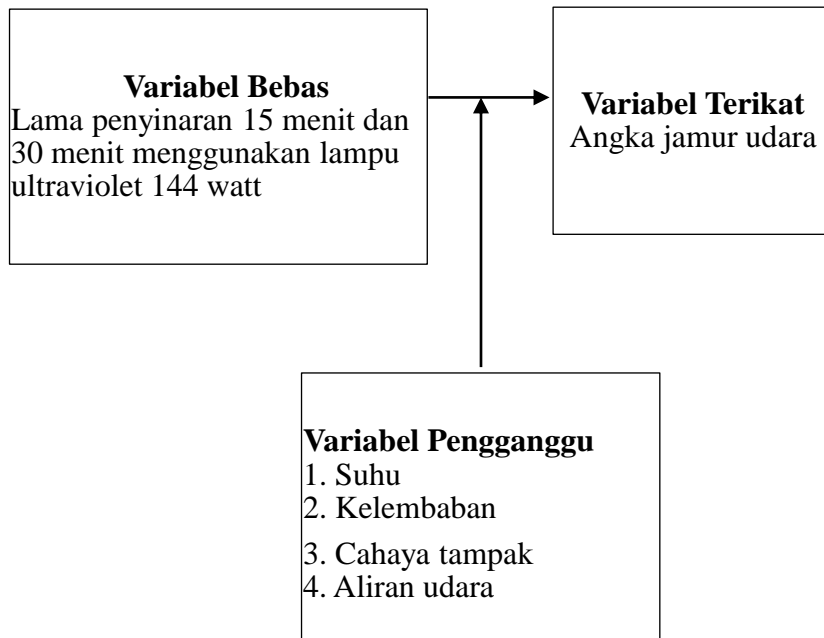
Gambar 4. Kerangka Konsep

Keterangan :

Diteliti

Tidak dteliti

#### D. HUBUNGAN ANTAR VARIABEL



Gambar 5. Hubungan Antar Variabel

#### E. Hipotesis

Ada perbedaan jumlah angka jamur udara sesudah penyinaran lampu ultraviolet 144 watt selama 15 menit dan 30 menit di Laboratorium Mikologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.