

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).

Keberadaan mikroorganisme di udara dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kelembaban udara, ukuran dan konsentrasi partikel debu, temperatur, aliran udara, jenis mikroorganisme. Semakin lembab (banyak uap dan partikel air) maka kemungkinan semakin banyak kandungan mikroorganisme di udara karena partikel air dapat memindahkan sel-sel yang berada di permukaan. Begitu juga dengan partikel debu, semakin tinggi konsentrasinya dan semakin kecil ukuran partikel debu maka semakin banyak jumlah mikroorganisme di udara. Pada umumnya keadaan udara yang kering dan mengandung sedikit debu memiliki konsentrasi mikroorganismenya yang rendah. Selain itu jenis

mikroorganismen udara juga dipengaruhi oleh sumber-sumber pertumbuhan mikroorganismen (Hafsan, 2014).

2. Jamur yang Mencemari Udara

Fungi atau jamur bersifat heterotof, dinding sel spora mengandung kitin, tidak berplastid, tidak berfotosintesis dan tidak bersifat fagotrof. Jamur umumnya memiliki hifa berdinding yang dapat berinti banyak (multinukleat) atau berinti satu (mononukleat) dan memperoleh nutrien dengan cara absorpsi. Berdasarkan penampakkannya, jamur dikelompokkan menjadi kapang (*moulds atau molds*), khamir (*yeast*) dan cendawan (*mushrooms*). Khamir tidak sama dengan ragi. Ragi adalah campuran mikroorganismen yang terdiri dari kapang, khamir dan bakteri (Roosheroe dkk., 2014).

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. Miselium terbentuk dari kumpulan hifa yang bercabang-cabang membentuk suatu jala yang umumnya berwarna putih. 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 nutrient-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 compartment-kompartement. 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.

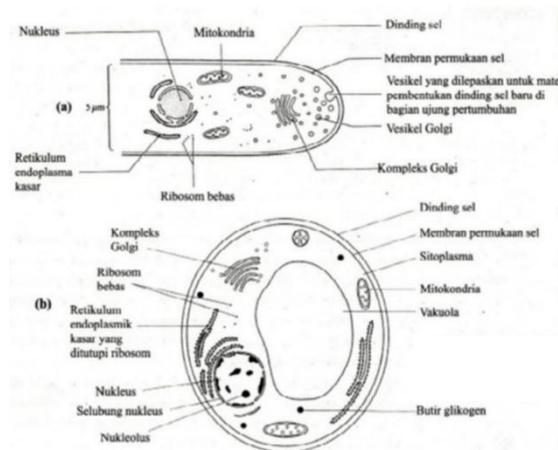
h. *Microbodies*

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)

Spora jamur merupakan benih yang tumbuh dan berkembang menjadi jamur yang dapat ditemukan di mana-mana. Spora dengan ukuran kecil dapat menembus pertahanan hidung dan saluran pernapasan bagian atas serta menimbulkan reaksi alergi sebagai asma. Spora yang terbentuk kadang-kadang memperburuk gejala alergi lain seperti ekzema atau kaligata yang kronik. Spora jamur dapat pula menimbulkan penyakit paru yang disebut pneumonitis alergi (Baratawidjaja dan Rengganis, 2013).

3. Pengendalian Mikroorganisme dengan Radiasi Sinar Ultraviolet

a. Pengendalian Mikroorganisme dengan Radiasi

Pengendalian mikroorganisme sangat penting, baik di rumah, di dalam industri dan produksi pangan, obat-obatan, kosmetika dan lain-lainnya. 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. Mikroorganisme dapat dikendalikan dengan beberapa cara yaitu desinfeksi, antiseptik, filtrasi dan radiasi (Cappuccino dan Sherman, 2013).

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 dengan panjang gelombang yang panjang, diatas 300 nm, tidak memiliki energi yang cukup untuk menghancurkan sel. Salah satu radiasi yang bersifat letal pada mikroorgansime adalah sinar ultraviolet (Cappuccino dan Sherman, 2013).

b. Pengertian Sinar Ultraviolet

Ultraviolet merupakan suatu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Ultraviolet mempunyai rentang panjang gelombang antara 100 – 400 nm yang berada di antara spektrum sinar X dan cahaya tampak.

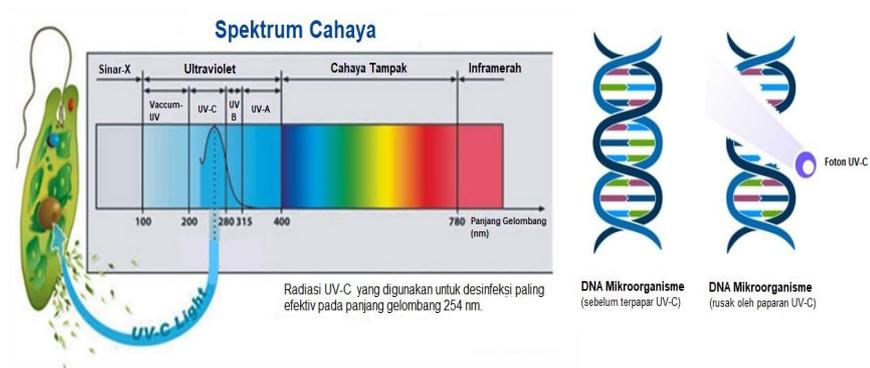
Sinar ultraviolet memiliki efek letal terhadap sel-sel mikroorganisme, maka sinar ultra violet sering digunakan di tempat-tempat yang menuntut kondisi aseptik seperti ruang operasi, laboratorium, ruang produksi industri makanan dan minuman, serta farmasi. Salah satu sifat sinar ultraviolet adalah daya 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 dan Dewi, 2009).

Sinar ultraviolet yang sering digunakan dalam pengendalian mikroorganisme udara adalah sinar UV-C yang memiliki panjang gelombang 100-280 nm karena bersifat merusak DNA dan RNA. Spora jamur *Saccharomyces cerevisiae* yang ditebar di udara mengalami penurunan dari 102×10^6 CFU/m³ menjadi 6×10^6 CFU/m³ setelah dilakukan perlakuan dengan sinar ultraviolet yang memiliki intensitas UV-C 2400 milijoules/s (Siswanto, 2015).

c. 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 (Ariyadi dan Dewi, 2009).

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



Gambar 2. Mekanisme kerja sinar ultraviolet terhadap DNA

Untuk aplikasi di lapangan, beberapa alat lampu ultraviolet menstandarkan waktu selama 30 menit dan dipengaruhi juga dengan luas ruangan serta sirkulasi udara dalam ruangan. Penggunaan lampu ultraviolet di lapangan akan lebih baik apabila dilengkapi dengan kipas angin yang mensirkulasi udara di ruangan. Udara yang ada di balik lemari, di bawah tempat tidur dan meja dapat tersirkulasi dengan adanya kipas angin, 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 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 *setting plates* (perletakkan lempeng agar) dan metode mekanik *volumetric air sampling*.

a. Metode *setting plates*

Prinsip metode ini pada peletakkan lempeng agar dalam petri diameter 100 mm yang terbuka pada titik sampling yang telah ditentukan. Cawan petri akan menampung pengendapan partikel

mikroba udara sekitar 1 m³ selama terpapar 15 menit, menggunakan media sampling sesuai dengan kebutuhan (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 terpecahkan 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 didalam udara per satuan m³. Kecepatan aliran udara harus dikalibrasi dengan tepat untuk menjamin hasil yang akurat (KEMENKES, 2002).

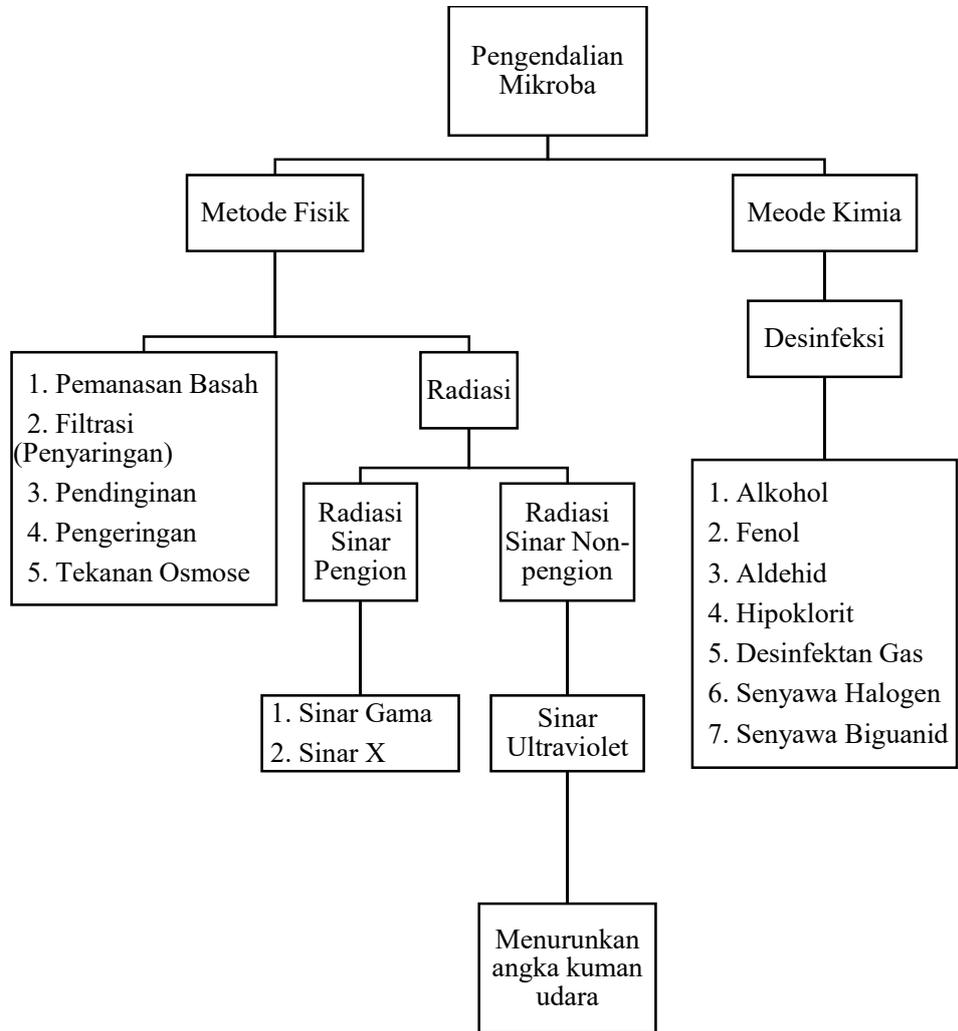
5. Angka Kapang Khamir (AKK)

Angka Kapang/Khamir (AKK) adalah jumlah koloni kapang dan khamir yang tumbuh dari cuplikan yang diinokulasikan pada media

yang sesuai setelah inkubasi selama 3-5 hari dalam suhu 20-25⁰C . Prinsip uji AKK yaitu pertumbuhan kapang/khamir setelah cuplikan diinokulasikan pada media yang sesuai dan diinkubasi pada suhu 20-25⁰C 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 meghasilkan 1 koloni. Lempeng agar yang paling baik digunakan dalam perhitungan yaitu lempeng yang mengandung 25 – 250 koloni (BPOM RI, 2006).

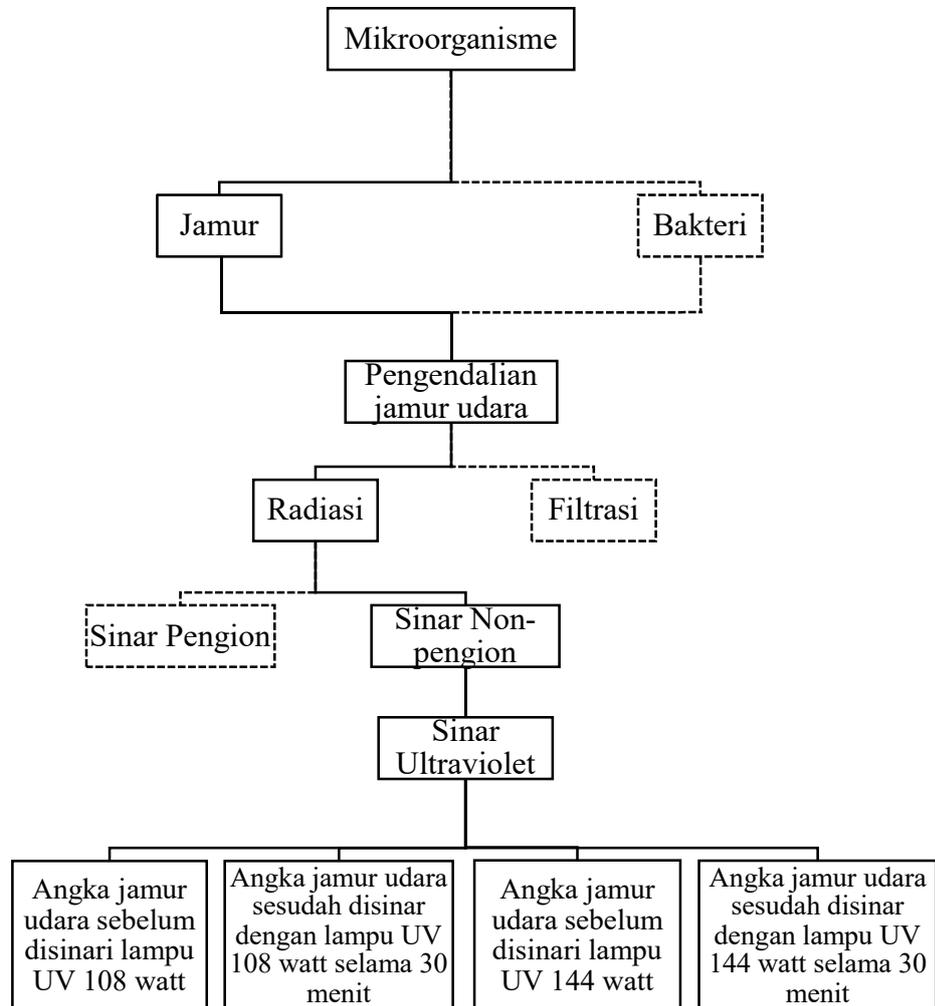
B. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

(Sumber: Cappuccino dan Sherman, 2013).

C. Kerangka Konsep



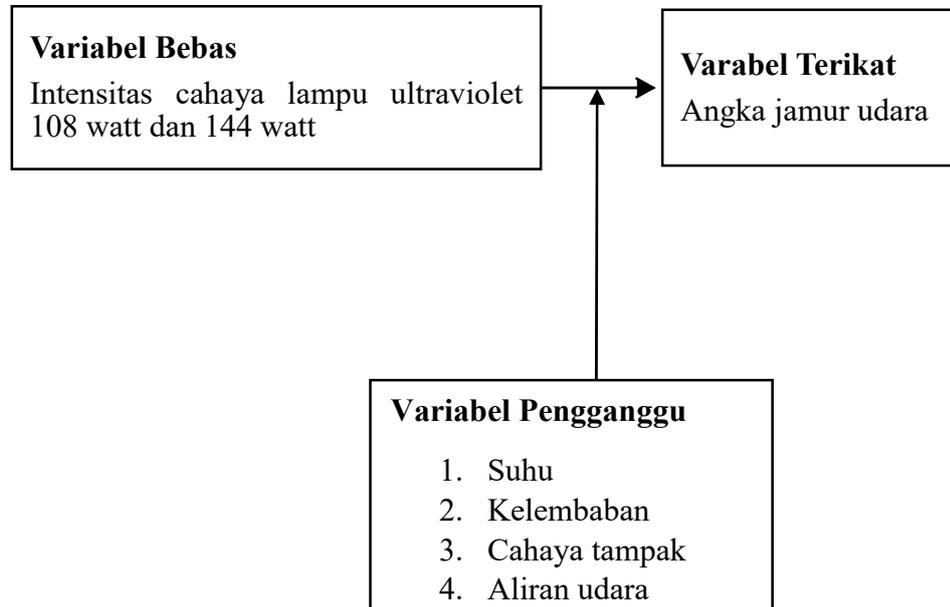
Gambar 4. Kerangka Konsep

Keterangan :

———— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

D. Hubungan Antar Variabel



Gambar 5. Hubungan Antar Variabel

E. Hipotesis

Ada perbedaan angka jamur udara sesudah penyinaran dengan lampu ultraviolet 108 watt dan 144 watt selama 30 menit di Laboratorium Mikologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.