

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Mikroorganisme di Udara

Flora mikroorganisme yang ada di udara bersifat sementara dan beragam. Udara bukan merupakan habitat mikroorganisme, namun sel – sel mikroorganisme yang terdapat di udara merupakan kontaminan terbesar. Mikroorganisme yang paling banyak berkeliaran di udara bebas adalah bakteri, jamur, dan mikroalga. Kelompok mikroorganisme yang ditemukan sebagai jasad hidup yang tidak diharapkan kehadirannya di udara, umumnya disebut jasad kontaminan. Suatu benda atau substrat (padat ataupun cair) yang ditumbuhinya disebut sebagai benda atau substrat yang terkontaminasi (Cahyono, 2017).

Jumlah dan tipe mikroorganisme yang mencemari udara ditentukan oleh sumber pencemaran di dalam lingkungan, misalnya dari saluran pernafasan manusia yang disemprotkan melalui batuk atau bersin (Palawe dkk., 2015). Mikroorganisme udara dapat dipelajari dalam dua bagian, yaitu mikroorganisme udara di luar ruangan dan mikroorganisme udara di dalam ruangan. Mikroorganisme paling banyak ditemukan adalah yang berada di dalam ruangan (Waluyo, 2010).

Jenis mikroorganisme yang terdapat di udara terdiri dari ;

a. Bakteri

Bakteri yang terdapat di udara umumnya adalah bakteri berspora seperti *Bacillus Sp*, *Clostridium Sp* dan yang tidak berspora seperti *M. tuberculosis*, karena bakteri ini dapat bertahan hidup di udara lebih lama dari bakteri lain (Berliana, 2016).

Menurut hasil penelitian Iswadi dkk (2014), jenis bakteri udara yang ada dalam ruangan dengan menggunakan AC (*Air Conditioning*) dan yang menggunakan kipas angin terdiri dari *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* dan bakteri jenis *Sp l*.

b. Jamur

Keberadaan mikroorganisme dalam ruangan umumnya dalam bentuk spora jamur yang terdapat pada tempat-tempat seperti sistem ventilasi, karpet atau tempat lain. Kehadiran bioaerosol dalam udara ruang berbentuk spora jamur ini bisa menimbulkan kesakitan pada beberapa orang yaitu menyebabkan alergi. Meskipun dari jumlah koloni yang berhasil ditemukan masih berada di bawah ambang batas, akan tetapi keberadaan jenis jamur di udara ini perlu diwaspadai. Fungi atau jamur mempunyai peranan dalam kesehatan atau disebut mikosis baik bersifat patogen yang bisa menyebabkan sakit maupun sebagai penyebab alergi. Sebagai negara tropis dengan kelembaban 60-80%, Indonesia adalah surga bagi pertumbuhan berbagai jenis jamur. Secara

alamiah mikroorganisme tidak ada di udara, karena udara bukan habitat mikroorganisme. Mikroorganisme berada di udara karena terbawa angin bersama partikel debu atau untuk sementara mengapung di udara (Lisyastuti, 2010).

Beberapa jenis jamur yang biasa ditemui pada udara dalam ruang dan menimbulkan dampak bagi kesehatan manusia adalah *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, dan *Stachybotrys* (Izzah, 2015).

2. Indeks Angka Kuman Udara

Parameter mikrobiologi udara yang sering digunakan adalah angka kuman udara. Angka kuman udara bersifat total, meliputi semua kuman yang ada di udara (Cahyono, 2017). Angka kuman udara adalah perhitungan jumlah bakteri yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap sel bakteri hidup dalam suspensi akan tumbuh menjadi satu koloni setelah diinkubasikan dalam media biakan dan lingkungan yang sesuai. Setelah masa inkubasi jumlah koloni yang tumbuh dihitung dari hasil perhitungan tersebut merupakan perkiraan atau dugaan dari jumlah suspensi tersebut (Nizar, 2011).

Secara umum, angka kuman udara adalah jumlah mikroorganisme patogen atau nonpatogen yang melayang – layang diudara baik bersama atau menempel pada droplet (air), atau partikel (debu) yang berhasil dibiakkan dalam media agar membentuk koloni yang dapat diamati secara visual atau dengan kaca pembesar, kemudian dihitung berdasarkan koloni

tersebut untuk dikonversi dalam satuan *colony forming unit* per meter kubik (CFU/m³) (Cahyono, 2017).

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).

3. Pemeriksaan Jumlah Mikroorganisme Udara

Settle Plate merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemeriksaan mikrobiologi udara. Teknik ini dilakukan dengan memaparkan cawan petri berdiameter 9 cm yang berisi suatu media agar biakan yang dibiarkan terbuka selama beberapa waktu sehingga permukaan media agar terpapar udara untuk mengumpulkan partikel biologis (Napoli,2012). Cawan petri selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 – 48 jam untuk pertumbuhan bakteri dan suhu 25°C selama 3 – 5 hari untuk pertumbuhan jamur. Setelah diinkubasi akan tampak pertumbuhan sejumlah koloni pada cawan petri. Masing – masing koloni menunjukkan satu bakteri yang menempel pada permukaan media agar (Maher dkk.,2017).

Metode ini cocok digunakan pada ruangan tertutup beraliran udara tenang. Metode ini juga bukan merupakan metode kuantitatif karena tidak dapat dihitung seberapa besar volume udara yang mengendap dan sangat tergantung kecepatan aliran udara dan diameter cawan yang dipakai (Pradhika, 2018).

Koloni bakteri merupakan kumpulan bakteri sejenis, hasil reproduksi yang mengumpul pada suatu tempat medium kultur atau kumpulan bakteri yang berasal dari hasil pertumbuhan atau keturunan dari satu sel bakteri. Beberapa koloni bakteri menunjukkan ciri – ciri koloni yang saling berbeda, baik dilihat dari bentuknya, elevasi, maupun bentuk tepi koloni (Pradana dkk., 2019).

Hitung jumlah koloni mikroba yang tumbuh pada masing – masing cawan, baik koloni yang ada di permukaan agar maupun yang ada di dalam agar berkisar antara kurang dari 300 koloni. Jika jumlah koloni lebih dari 300 koloni, maka hasilnya dicatat dengan terlalu padat untuk dihitung (*too numerous to count*, TNTC) (Harmita dan Radji, 2008).

Pelaporan hasil analisis mikrobiologi dengan cara hitungan cawan digunakan suatu standar yang disebut *Standard Plate Counts* (SPC) sebagai berikut :

- a. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30 – 300.

- b. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni yang besar dimana jumlah koloninya diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
- c. Satu deretan rantai koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

4. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses (kimia atau fisika) yang digunakan untuk membunuh semua bentuk kehidupan mikroorganisme, untuk menghilangkan pencemaran oleh jasad renik baik hidup maupun mati (Lisyastuti, 2010).

Sterilisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya :

a. Sterilisasi dengan Bahan Kimia

1) Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses menghilangkan sebagian besar atau semua mikroorganisme patogen, kecuali endospore bakteri, yang terdapat di permukaan benda mati dan ruangan dengan menggunakan cairan desinfektan (Lawalata, 2020).

2) Antiseptik

Antiseptik merupakan suatu zat kimia yang memiliki kerja untuk menghancurkan mikroorganisme ataupun menghambat kerjanya, sehingga dapat mencegah terjadinya suatu infeksi (Kusuma dkk., 2019).

b. Sterilisasi secara Fisis

1) Filtrasi

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

2) Radiasi

Radiasi elektromagnetik dapat digunakan sebagai alat pengendalian mikroorganisme karena beberapa diantaranya mampu menimbulkan efek letal pada sel. Radiasi elektromagnetik yang memiliki energi 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 (Cappuccino dan Sherman, 2013).

5. Sinar Ultraviolet

a. Pengertian

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi mikroorganisme. Sinar ultraviolet digunakan untuk mengendalikan mikroorganisme patogen dalam berbagai aplikasi, seperti desinfeksi udara, permukaan dan instrumen (Rutala, dkk., 2010).

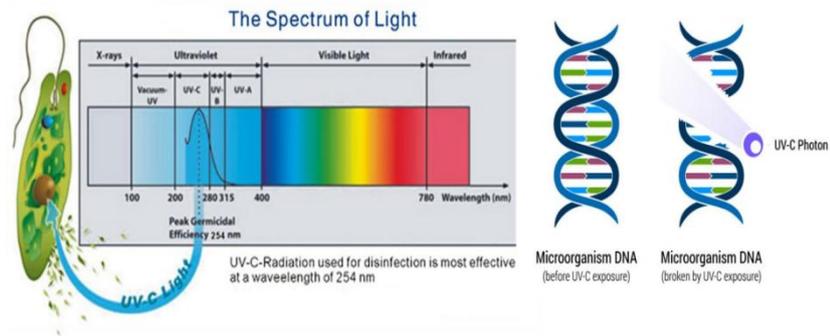
Sinar ultraviolet dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan panjang gelombangnya yaitu UV-A dengan panjang gelombang antara 315 – 400 nm yang dapat mengakibatkan perubahan warna pada kulit menjadi hitam (*tanning*), UV-B dengan panjang gelombang 280 - 315 nm mampu mengakibatkan kulit terbakar dan sering dimanfaatkan untuk penyianran penyakit kanker, dan UV-C dengan panjang gelombang antara 200 – 280 nm efektif untuk membunuh bakteri dan virus (Metcalf dan Eddy, 2003).

Secara umum sumber ultraviolet dapat diperoleh secara alamiah dan buatan, dengan sinar matahari merupakan sumber utama sinar ultraviolet di alam. Sumber buatan umumnya berasal dari lampu fluorescent khusus, seperti lampu merkuri tekanan rendah (*low pressure*) dan lampu merkuri tekanan sedang (*medium pressure*). Lampu merkuri *medium pressure* menghasilkan *output* radiasi ultraviolet yang lebih besar daripada lampu merkuri *low pressure*. Namun lampu merkuri *low pressure* lebih efisien dalam pemakaian listrik dibandingkan dengan lampu merkuri *medium pressure*. Lampu merkuri *low pressure* menghasilkan radiasi maksimum pada panjang gelombang 253,7 nm yang letal bagi mikroorganisme, protozoa, virus dan algae. Sedangkan radiasi lampu merkuri *medium pressure* diemisikan pada panjang gelombang 180 – 1370 nm (Cahyonugroho, 2010).

Menurut Febriyanti, dkk (2010) dalam Prajawanti dkk (2018), keefektifan sinar UV di dalam menurunkan angka kuman udara dipengaruhi oleh pencahayaan, lama waktu paparan, baik tidaknya kondisi lampu dan banyak tidaknya debu disekitar lampu. Sinar UV hanya dapat membunuh mikroorganisme yang terkena secara langsung oleh cahaya UV, sedangkan permukaan yang tidak terjangkau oleh sinar UV keberadaan mikroorganisme tertentu tidak akan terbunuh.

b. Mekanisme Desinfeksi Menggunakan Sinar Ultraviolet

Menurut Suharyono dkk (2009) dalam Jaeman (2014), sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah material inti sel atau DNA, sehingga mikroorganisme mati. Apabila mikroorganisme disinari oleh sinar ultraviolet, maka DNA mikroorganisme akan menyerap sinar ultraviolet. Energi itu akan menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen pada basa nitrogen, sehingga terjadi modifikasi – modifikasi kimia dari nukleoprotein serta menimbulkan hubungan silang antara molekul – molekul timin yang berdekatan dengan berikatan secara kovalen. Hubungan ini menyebabkan salah baca dari kode genetik dalam proses sintesa protein, yang akan menghasilkan mutasi yang selanjutnya akan merusak atau memperlemah fungsi – fungsi vital mikroorganisme dan kemudian akan membunuhnya. Mekanisme kerja sinar ultraviolet dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Mekanisme Kerja Sinar Ultraviolet

Sumber : USEPA, 2003.

Beberapa mikroba khususnya 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 reaktifasi mikroorganisme tersebut dapat diatasi dengan penggunaan dosis sinar ultraviolet yang sesuai. Tingkat inaktivasi mikroorganisme sangat tergantung pada dosis ultraviolet yang digunakan (Cahyonugroho, 2010).

Dosis ultraviolet berbanding lurus dengan daya dan lama kontak dengan bahan, semakin tinggi daya dan lama kontak dengan bahan maka dosis ultraviolet berbanding terbalik dengan angka kuman. Apabila dosis radiasi yang diberikan rendah, maka akan menyebabkan sel lebih cepat memperbaiki rantai DNA yang telah dirusak sehingga jumlah mikroorganisme dalam ruang semakin tinggi. Semakin besar daya yang digunakan dan semakin lama waktu pemaparan sinar UV –

C maka akan semakin tinggi pula dosis dan efek germidikal (efek dalam membunuh mikroorganisme) yang dihasilkan (Arinda dan Yuniarta, 2015).

c. Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Sinar UV

1) Intensitas cahaya

Penurunan jumlah mikroorganisme udara dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu ultraviolet. Semakin besar intensitas cahaya maka berbanding lurus dengan penurunan jumlah mikroba yang juga semakin besar (Lastriyanto, 2011).

2) Lama penyinaran

Sumber sinar ultraviolet berasal dari lampu *mercury* bertekanan rendah yang berfungsi sebagai pusat energy listrik ultraviolet. Lampu tersebut banyak digunakan karena sekitar 85% dari panas lampu adalah monokromatik pada panjang gelombang 253 nm. Lamanya penyinaran atau kontak sinar ultraviolet tersebut merupakan faktor penting dalam sterilisasi udara dalam ruang. Semakin lama kontakannya, maka akan semakin banyak bakteri yang terbunuh (Jaeman, 2014).

3) Jarak penyinaran

Menurut hasil penelitian Lastriyanto dkk (2011) terkait hubungan antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroba menyebutkan bahwa semakin dekat jarak lampu ultraviolet dengan bahan maka berpengaruh juga terhadap intensitas radiasi yang dihasilkan oleh lampu ultraviolet. Sehingga semakin dekat lampu ultraviolet terhadap bahan maka penurunan mikroba lebih banyak.

6. Pewarnaan Gram Bakteri

Teknik pengecatan Gram merupakan uji taksonomi bakteri yang paling sering digunakan secara luas. Christian Gram merupakan seorang ahli bakteriologi berkebangsaan Denmark yang mengembangkan teknik tersebut pertama kali pada tahun 1884. Teknik ini membagi bakteri menjadi dua grup besar yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif, namun teknik ini tidak dapat membedakan bakteri dengan morfologi yang serupa. Prosedur ini didasarkan pada kemampuan mikroorganisme untuk menyerap warna ungu dari kristal violet selama proses dekolorisasi dari alkohol (Djaja, 2017).

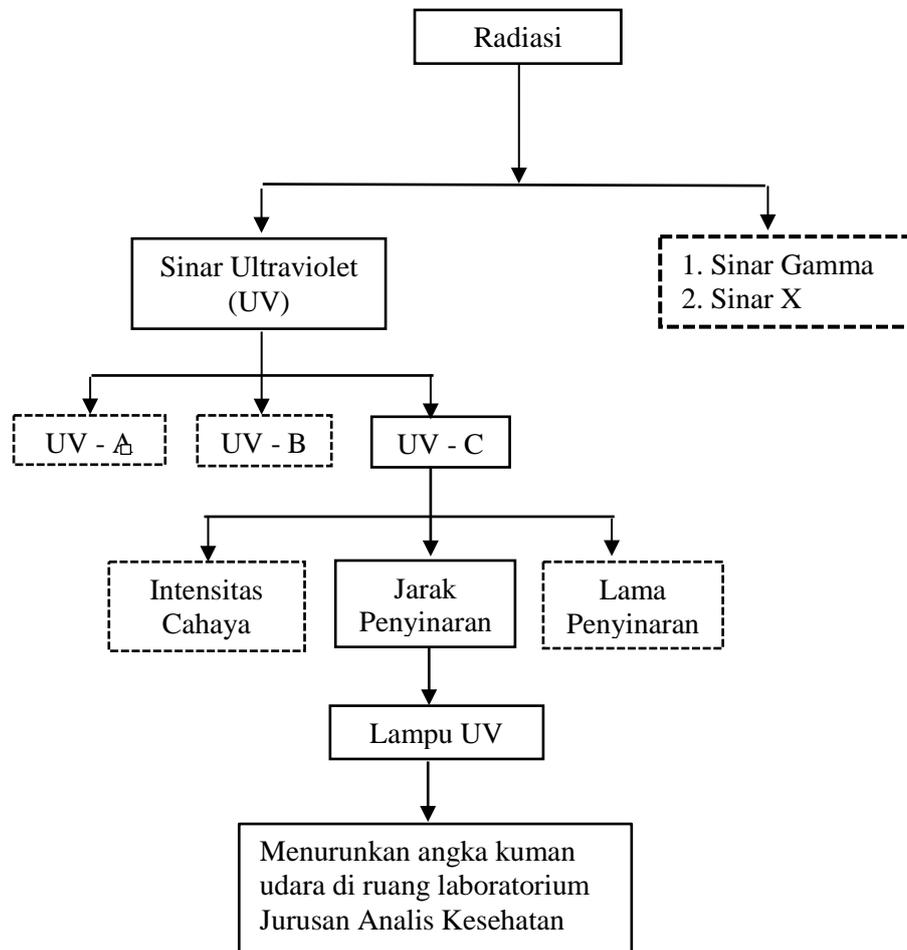
Perbedaan struktur, komposisi dinding sel bakteri dan permeabilitas diantara kedua kelompok dinding sel bakteri menyebabkan perbedaan warna pada bakteri Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram negatif mengandung lipid, lemak atau substansi seperti lemak dalam persentase lebih tinggi daripada yang dikandung bakteri Gram positif. Bakteri Gram

negatif juga memiliki dinding sel yang lebih tipis dibanding bakteri Gram positif.

Pewarnaan Gram berdasarkan kemampuan bakteri untuk menahan pewarna primer (Kristal ungu) atau kehilangan warna primer dan menerima warna tandingan (safranin). Bakteri Gram positif akan menunjukkan warna biru atau ungu sedangkan untuk bakteri Gram negatif akan menunjukkan warna merah.

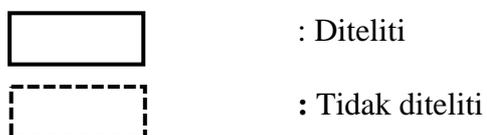
Penambahan alkohol pada bakteri Gram positif menyebabkan pori – pori dalam peptidoglikan menjadi menyusut sehingga kristal violet melekat, terlarut atau luntur oleh alkohol yang mengakibatkan warna bakteri Gram positif adalah violet. Sedangkan pada bakteri Gram negatif, lipid pada membrane terluar larut dan lepas disertai kristal violet yang menyebabkan permeabilitas membrane sel, sehingga safranin atau zat warna pendamping diikat yang menyebabkan warna bakteri Gram negatif menjadi merah (Anuar dkk., 2014).

B. Kerangka Teori

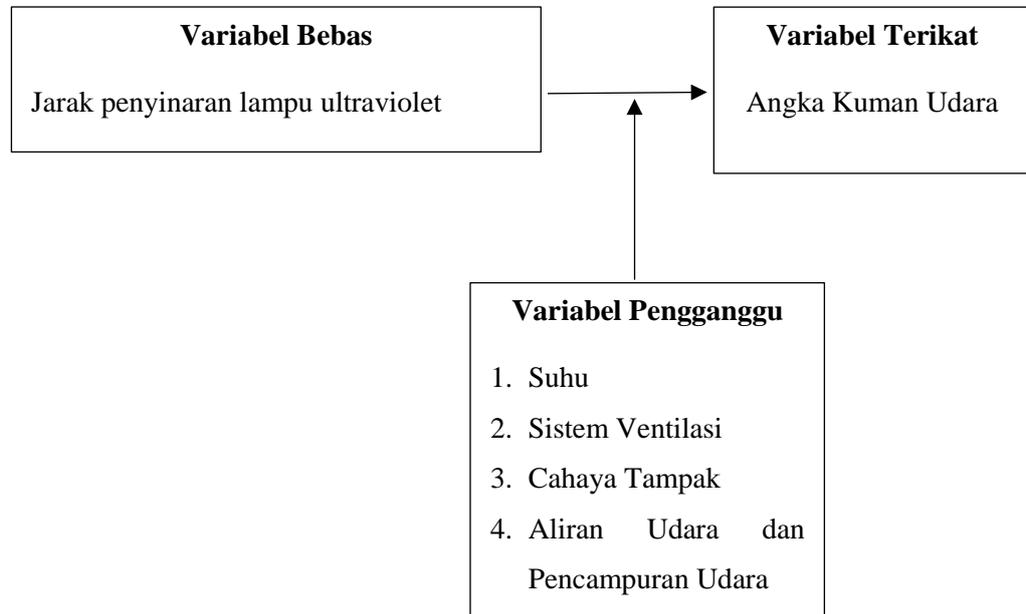


Gambar 2. Kerangka Teori (Cappuccino dan Sherman, 2013)

Keterangan :



C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Ada perbedaan jumlah angka kuman udara setelah penyinaran menggunakan lampu ultraviolet pada jarak 2,5 meter dan 3 meter di Laboratorium Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

