

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Mikroorganisme Udara

Mikroorganime merupakan suatu material yang berukuran sangat kecil sehingga sangat sulit untuk dilihat dengan mata telanjang dan perlu menggunakan alat pembesar atau mikroskop untuk melihat (Fifendy, 2017). Mikroorganime terdapat dimana-mana di sekitar kita. Mikroorganime terdapat di tanah, air, udara maupun di permukaan tubuh kita. Mikroorganime dalam udara tidak dapat tumbuh karena udara bukanlah suatu media tempat tumbuh bagi mikroba. Namun udara merupakan pembawa partikular, debu dan tetesan cairan yang terdapat mikroba di dalamnya (Murwani, 2015).

Mikroorganime di udara termasuk dalam komponen bioaerosol karena terdapat partikel biologis dalam bentuk aerosol seperti bakteri patogen dan non-patogen, jamur, virus alergen, endotoksin bakteri dan lain-lain (Susanto dkk, 2019). Mikroorganime di udara ada karena partikel debu tempat mereka hidup terbawa angin, selain itu butir-butir air juga menjadi tempat menempel mereka setelah terbawa angin akan mengalami proses penguapan. Ketika butir-butir ini menguap, mikroorganime yang menempel pada butir air tersebut kemudian tersebar. Mikroorganime bisa terbawa di udara sejauh beberapa meter atau

beberapa kilometer dan sebagian segera mati dalam beberapa detik. Mikroorganisme lain bahkan ada yang dapat bertahan hidup hingga berminggu-minggu bahkan berbulan-bulan. Kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan tingginya konsentrasi mikroorganisme akan memunculkan permasalahan (Irianto, 2007).

Udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ventilasi, padatnya orang di dalam ruangan, dan taraf kegiatan orang-orang yang menempati ruangan tersebut. Mikroorganisme dapat terhembuskan dalam bentuk percikan dari hidung dan mulut (*droplet*) pada saat bersin, batuk dan berbicara. *Droplet* ada yang sebagian terbang terbawa udara dan ada yang jatuh ke lantai atau permukaan benda disekitarnya. Debu dari permukaan ini yang akan berada dalam ruangan selama berlangsungnya kegiatan dalam ruang tersebut (Irianto, 2007).

Mikroorganisme di udara merupakan unsur pencemaran yang sangat berarti sebagai penyebab gejala berbagai penyakit antara lain iritasi mata, iritasi kulit, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dan beberapa penyakit menular melalui udara seperti tuberculosis, influenza, batuk rejan dan lain sebagainya (Mardjoko, 2004). Menurut *Institute of Occupational Medicine* (IOM) komponen yang berbeda dari campuran mikroorganisme udara atau bioaerosol memiliki potensi berbeda pula dalam menyebabkan penyakit pada tiap individu (susanto dkk, 2019).

2. Jenis-jenis mikroorganisme udara

a. Bakteri

1) Jenis bakteri

Bakteri dibagi dalam dua kelompok yaitu bakteri gram negatif dan gram positif. Podschun dan Ullman (1988) menyebutkan bakteri gram negatif seperti *Klebsiella* sp pada nasofaring menyebabkan kontaminasi udara dapat terjadi ketika personil kesehatan berbicara (Sentosa dan hapsari, 2019). Sedangkan bakteri gram positif seperti *Bacillus* sp merupakan organisme saprofit yang umumnya ditemukan di lingkungan (Bottone, 2010). Bakteri *Staphylococcus* sp dan *Streptococcus* sp yang biasanya terdapat dalam mulut dan tenggorokan orang normal ditemukan di udara melalui batuk, bersin, dan berbicara. (Waluyo, 2010).

2) Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan bakteri mengalami 4 fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi (*lag phase*), fase perbanyakan (*exponential / log phase*), fase stasioner (*static phase*) dan fase kematian (*death phase*).

a) Fase adaptasi (*Lag phase*)

Fase adaptasi dapat dilewati apabila sel bakteri yang akan ditanam berada di fase perbanyakan (*Log phase*) kemudian dipindah pada media dengan komposisi sama. Meskipun sel-sel ini meningkat ukurannya, tidak terjadi pembelahan sel sehingga tidak terjadi peningkatan jumlah sel (Cappuccino dan Sherman, 2013). Selama fase ini terlihat :

- (1) Bertambahnya ukuran sel
- (2) Bertambahnya kegiatan metabolisme
- (3) Penyesuaian terhadap lingkungan baru dan pembentukan enzim-enzim dan metabolit-metabolit antara yang dibutuhkan untuk berlangsungnya perkembang biakan

b) Fase perbanyakan (*Log phase*)

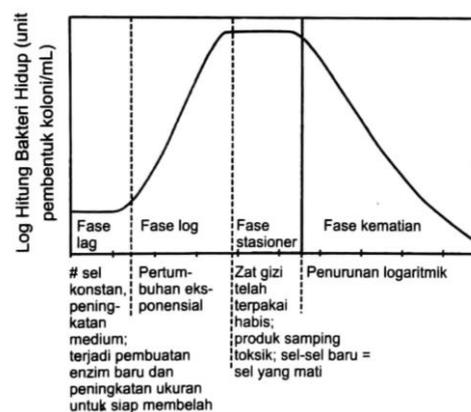
Sel bakteri berada dalam kondisi ideal dalam pertumbuhannya, maka sel melakukan pembelahan karena sel merupakan persamaan eksponensial maka fase ini disebut fase ekponensial. Pada fase ini merupakan periode pembiakan cepat dan biasanya di dalamnya terdapat ciri-ciri sel yang aktif. Perbanyakan sel dengan cara melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya.

c) Fase Statis (*Static phase*)

Fase statis terjadi pada saat laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematiannya. Sehingga jumlah bakteri keseluruhan bakteri akan tetap (Riadi, 2016). Laju pertumbuhan bakteri terbat karena nutrien habis, penurunan kadar oksigen, penurunan ketersediaan air dan akumulasi at toksik yang dihasilkan bakteri.

d) Fase kematian (*Death phase*)

Laju kematian melampaui laju pertumbuhan sel. Pada fase ini, biasanya pertumbuhan sel berhenti. Penyebab utama kematian sel adalah autolisis sel, penurunan energi seluler dan penumpukan zat toksik (Johnson dkk, 2011).



Gambar 1. Kurva pertumbuhan bakteri
(Sumber: Johnson dkk, 2011)

3) Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri

a) Nutrien

Pada pertumbuhan bakteri dibutuhkan media yang tepat untuk pertumbuhannya. Nutrien yang diperlukan sel bakteri harus larut dalam air agar dapat memasuki sel bakteri tersebut. Zat makanan yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri harus mengandung sumber karbon, sumber nitrogen, mineral dan faktor pertumbuhan yang meliputi asam amino, purin, pirimidin dan vitamin. (Brooks dkk, 2013).

b) Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman media pembenihan juga mempengaruhi pertumbuhan kuman dalam membantu metabolisme bakteri. Bakteri tumbuh subur pada kisaran pH 6,5 – 7,5 (Murray dkk, 2009). Sedangkan sistem yang mencerminkan luas rentang pH ditunjukkan oleh berbagai bakteri, diantaranya:

- (1) Asidofil memiliki nilai rentang pH 6,5 – 7,0
- (2) Mesofil memiliki nilai rentang pH 7,5 – 8,0
- (3) Alkalofil memiliki nilai rentang pH 8,4 – 9,0

c) Suhu

Bakteri pada umumnya digolongkan dalam 3 kelompok berdasarkan kisaran suhu untuk pertumbuhan paling baik.

Tabel 1. Jenis bakteri berdasarkan suhu

Jenis bakteri	Suhu Pertumbuhan	Suhu Optimum
Psikofilik	-5 – 30°C	10 – 20°C
Mesofilik	10 – 45°C	20 – 40°C
Termofilik	25 – 80 °C	50 – 60°C

(Sumber : Brooks dkk, 2013)

Suhu optimal yang mencerminkan lingkungan normal bakteri tersebut, oleh karena itu bakteri yang patogen bagi manusia biasanya tumbuh optimal pada suhu 37°C (Brooks dkk, 2013).

d) Kelembaban

Bakteri memerlukan kelembaban yang cukup tinggi yaitu sekitar 85%. Pengurangan kadar air dari protoplasma menyebabkan kegiatan metabolisme terhenti, misalnya pada proses pembekuan dan pengeringan (Vidyautami, 2015). Semakin tinggi kelembaban, maka jumlah mikroba akan cenderung banyak. Semakin rendah kelembaban, maka jumlah mikroba cenderung sedikit (Rachmatantri, 2016).

e) Kebutuhan oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok:

- (1) Anaerob obligat yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen sangat rendah dan oksigen bersifat toksik.

- (2) Anaerob aerotoleran yang tidak mati dengan adanya paparan oksigen.
 - (3) Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aero dan anaerob
 - (4) Aerob obligat membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.
 - (5) Mikroaerofilik yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tekanan tinggi dapat menghambat pertumbuhannya.
- (Brooks dkk, 2013)

f) Kekuatan 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 akan 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 (Brooks dkk, 2013).

b. Jamur

Jamur penting dalam penguraian sampah organik. Jamur di udara cenderung ditemukan dalam bentuk spora, yang mungkin aktif atau tidak aktif. Jenis yang sering dijumpai yaitu *Aspergillus fumigatus* berpotensi menyebabkan infeksi oportunistik pada

individu dengan imunitas rendah. *Aspergillus fumigatus* dan *Aspergillus clavatus* dapat menyebabkan penyakit alergi. Spora dari spesies lain seperti *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Penicillium* dan *Trichoderma* juga berpotensi menimbulkan penyakit alergik. Beberapa mould (cendawan) mampu menghasilkan metabolit sekunder yang beracun (mikotoksin) yang dapat menyebabkan efek merugikan bagi kesehatan (Susanto dkk, 2019).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur udara di suatu ruangan adalah substrat, kelembaban, suhu, dan derajat keasaman (pH). Substrat merupakan sumber nutrisi bagi jamur tetapi nutrisi dapat dimanfaatkan setelah jamur mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa kompleks dalam substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Jamur dapat tumbuh pada kelembaban nisbi 80-90%, sedangkan pengaruh suhu tergantung dari jenis jamur tersebut termasuk golongan psikofil, mesofil atau termofil. Jamur hidup pada derajat keasaman substrat dibawah pH 7.0 dan terdapat beberapa khamir yang hidup pada pH antara 4,5 – 5,5 (Gandjar dkk, 2006).

3. Kualitas Udara Laboratorium

Udara merupakan komponen pokok dalam kehidupan. Udara terbagi menjadi udara bebas atau udara diluar ruangan (*outdoor air*) dan udara tidak bebas atau udara diluar ruangan (*indoor air*) (Racmatantri,

2015). Kualitas udara dalam ruangan (*Indoor Air Quality*) perlu mendapat perhatian karena akan sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1204/Menkes/SK/X/2004, indeks angka kuman udara di laboratorium mempunyai batasan konsentrasi maksimal sebesar 200 – 500 CFU/m³. Standar baku mutu udara dalam laboratorium sebagaimana yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit bahwa standar baku mutu penghawaan (suhu, kelembaban, dan tekanan udara) di laboratorium yaitu:

Tabel 2. Standar baku mutu penghawaan laboratoirum

Jenis Ruang	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan
Laboratorium	20 – 22	40 – 60	Negatif

(Sumber: Permenkes, 2019)

4. Pengendalian Kuman Udara

Mikroorganisme atau kuman dapat menyebabkan banyak bahaya dan kerusakan. Dilihat dari kemampuan mikroorganisme yang menginfeksi dan menimbulkan penyakit bahkan kematian pada manusia, hewan dan tanaman. Adanya kerugian yang ditimbulkan oleh mikroorganisme, maka prosedur untuk mengendalikan pertumbuhan dan kontaminasi mikroorganisme merupakan suatu keharusan. Pengendalian mikroorganisme yaitu segala kegiatan yang dapat membasmi, menghambat atau meniadakan mikroorganisme dari suatu lingkungan (Cappucino dan sheermen, 2013).

Kuman dapat disingkirkan, dihambat atau dibunuh dengan sarana atau proses fisika dan zat-zat kimia. Beberapa cara untuk mengendalikan kuman antara lain:

a. Sterilisasi

Sterilisasi merupakan proses yang menghancurkan segala jenis bentuk kehidupandari bentuk vegetatif hingga spora. Sterilisasi biasanya melibatkan *biological agent* atau proses fisik untuk membunuh kuman. Aplikasi sterilisasi antara lain: sterilisasi panas basah dengan autoklaf, sterilisasi panas kering dengan oven, pengeringan, filtrasi dengan HEPA filter dan radiasi dengan sinar X, gama dan ultraviolet (Pratiwi, 2008).

b. Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses mengaplikasikan bahan kimia disebut *desinfektan* seperti alkohol, fenol, kalsium hipoklorit, aldehid, klorin dan lain-lain. Desinfeksi sebagai upaya menghilangkan atau membunuh mikroorganisme dal mbentuk vegetatif sehingga bentuk spora masih tersisa (Pratiwi, 2008).

c. Antiseptis

Antiseptis merupakan cara untuk mencegah pertumbuhan atau kerja mikroorganisme dengan cara menghancurkan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme agen antiseptis disebut antiseptik (Pratiwi, 2008).

5. Radiasi

Radiasi merupakan pemancaran energi dalam bentuk gelombang atau partikel yang dipancarkan oleh sumber radiasi atau zat radioaktif (Syahria dkk, 2012). Radiasi dipancarkan melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel, atau gelombang elektromagnetik (foton) dari suatu sumber energi (Ritongga, 2008). Berdasarkan spektrum gelombang elektromagnetik terdapat beberapa jenis gelombang elektromagnetik, antara lain:

Tabel 3. Jenis Gelombang Elektromagnetik

Jenis gelombang elektromagnetik	Panjang gelombang
Radio	1000 nm
Inframerah	1000 – 700 nm
Cahaya tampak	700 – 300 nm
Ultraviolet	300 – 100 nm
Sinar X	100 – 0,1 nm
Sinar Gamma	0,1 – 0,001 nm
Sina kosmik	0,001 nm

(Sumber: Cappucino dan Sherman, 2013)

Radiasi elektromagnetik dapat merusak mikroorganisme yang menyebabkan kematian atau mutasi. Radiasi elektromagnetik yang dapat merusak bakteri diantaranya adalah sinar X, sinar Gamma, dan sinar ultraviolet.

a. Sinar X

Sinar X memiliki energi dan daya tembus yang tinggi tetapi tidak praktis digunakan sebagai metode rutin dalam pengendalian

mikroba karena daya tembus yang besar menyulitkan usaha perlindungan terhadap pemakai. Sinar X digunakan untuk diagnostik, radioterapi dan *rontgen* (Akhadi, 2020).

b. Sinar Gamma

Radiasi sinar Gamma dipancarkan dari isotop-isotop radio aktif tertentu (radioisotop). Sinar gama serupa dengan sinar X tetapi panjang gelombang sinar gamma lebih pendek daripada sianr X, oleh karena itu energi yang dihasilkan, daya tembus dan sifat mematikan (letal) sinar gamma lebih kuat dibanding sinar X. Efek mikrobisidal yang yang tinggi serta efisiensinya yang tinggi dimanfaatkan untuk sterilisasi bahan-bahan yang tebal seperti kemasan perlataan medis atau bahan makanan.

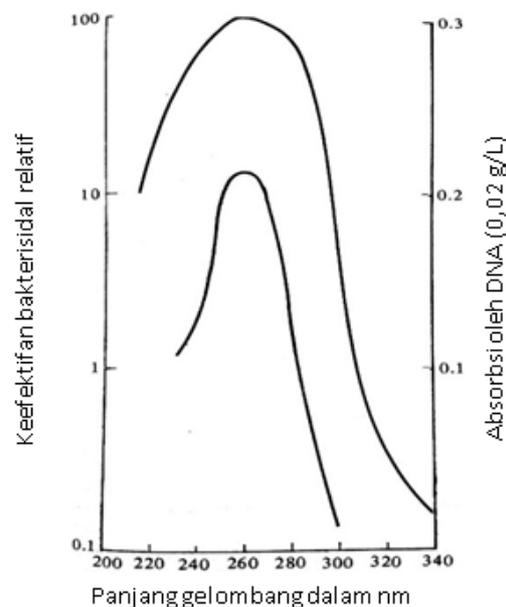
c. Sinar Ultraviolet

Sinar Ultraviolet merupakan suatu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Radiasi ultraviolet merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Sinar ultraviolet mempunyai rentang panjang gelombang antara 100 – 400 nm yang berada di antara spektrum sinar X dan cahaya tampak (Cahyonugroho, 2010). Menurut Diffy (2002) sinar UV dibagi menjadi tiga berdasarkan panjang gelombangnya, antara lain:

- 1) Sinar ultraviolet A (UVA) 400-320 nm yang sering disebut sebagai gelombang panjang / *long wave*

- 2) Sinar ultraviolet B (UVB) 320-290 nm yang sering disebut sebagai gelombang menengah / *medium wave*.
- 3) Sinar ultraviolet C (UVC) 290-200 nm yang sering disebut gelombang pendek / *short wave*

Ultraviolet B diserap oleh ozon atmosfer sebanyak 90%, sedangkan ultraviolet A melewati atmosfer dengan sedikit perubahan (Diffy, 2002). Ultraviolet C diserap seluruhnya oleh ozon atmosfer, memiliki penetrasi minimal ke permukaan bumi dan dengan demikian berdampak kecil pada kesehatan manusia. Meski begitu dalam penerapannya, sinar UV-C dapat dibuat oleh manusia berupa lampu, hal ini menjadikan sinar UV-C merupakan sinar buatan (*artificial lighting*) dan sering digunakan sebagai alat sterilisasi. Panjang gelombang yang efektif untuk mematikan kuman yaitu pada panjang gelombang 260 nm (Pratiwi, 2008). Untuk memperoleh hasil yang baik bahan-bahan yang akan disterilkan harus dilewatkan atau ditempatkan dibawah sinar ultraviolet. Kemampuan penyinaran UV-C dalam membunuh kuman dapat dipengaruhi oleh lama waktu penyinaran, jarak dan intensitas (Sariningasih, 2018).



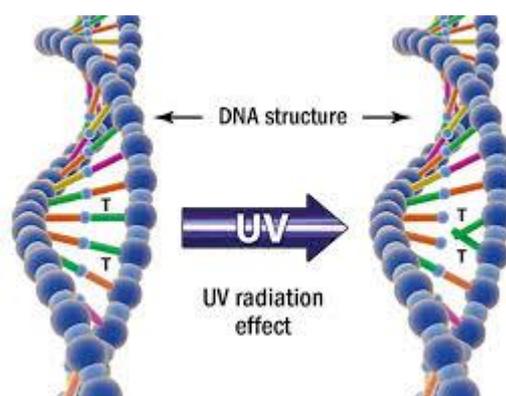
Gambar 2. Keefektifan bakterisidal ultraviolet
(Sumber: Volk dan Weheeler, 1993)

6. Mekanisme Sinar Ultraviolet Membunuh Bakteri

Sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi kerja fungsi inti sel kuman. Sinar ultraviolet sangat efektif menghancurkan asam nukleat yang ada dalam kuman. Ketika materi inti sel (DNA/ RNA) mengalami gangguan setelah kontak dengan sinar ultraviolet, maka kuman menjadi tidak aktif atau mati, karena kuman tidak dapat melakukan fungsi-fungsi seluler (Fifendy, 2017).

Mekanisme kerja sinar ultraviolet 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 serta terbentuknya dimer timin pada rantai DNA sehingga replikasi DNA selama proses reproduksi tidak terjadi dan mengakibatkan kematian bakteri (Ariyadi dan Dewi, 2009). Dimer timin

akan menghalangi replikasi DNA normal dengan cara menutup jalan enzim replikasi. Dalam keadaan tersebut, sistem perbaikan yang cenderung salah dirangsang untuk mereplikasi sel melalui DNA yang rusak. Inilah yang dinamakan mutasi sel, absorpsi radiasi sinar UV menyebabkan modifikasi kimiawi *nucleoprotein* dan menimbulkan salah baca dari kode genetika yang berakibat mutasi. Selanjutnya akan merusak atau memperlemah fungsi vital organisme dan kemudian mematikannya (Waluyo, 2007).



Gambar 3. DNA bakteri terpapar UV (Pommerville, 2004)

Bakteri memiliki kemampuan seluler untuk memperbaiki bagian DNA yang rusak dengan tujuan meminimalisir instabilitas genetik. Kemampuan ini disebut DNA Repair dengan cara fotoreaktivasi. Fotoreaktivasi merupakan proses perbaikan DNA yang rusak secara langsung dengan suatu mekanisme pembalikan tunggal melibatkan suatu flavoprotein yang disebut fotoliase yang merubah dimer siklobutan kembali menjadi unsur pokoknya yaitu pirimidin. Peran fotoliase

membutuhkan cahaya. Proses perbaikan dibantu oleh cahaya yang kelihatan dalam rentang 320-370 nm (Kusnadi, dkk, 2013).

Fotoreaktivasi dapat terjadi pada mikroba yang telah terpapar UV oleh gelombang cahaya tampak (*visible*) antara 300 nm dan 500 nm. Potensi perbaikan oleh irradiasi UV pada bakteri yang rusak akibat paparan UV telah dibuktikan. Segmen DNA yang rusak oleh UV hilang dan diganti dengan hasil sintesa segmen yang baru (Said, 2007).

7. Pencahayaan

Cahaya putih adalah cahaya yang dapat diuraikan dengan menggunakan kaca prisma yang sinar-sinarinya akan dibiaskan sedemikian rupa, sehingga akan terjadi suatu spektrum. Cahaya hanya merupakan satu bagian dari berbagai jenis gelombang elektromagnetis yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya (Parera dkk, 2018).

Pencahayaan dapat bersumber dari cahaya alami (*day lighting*) dan cahaya buatan (*artificial lighting*). Sumber cahaya alami utama manusia adalah sinar matahari, sedangkan cahaya buatan adalah cahaya yang bersumber dari alat yang diciptakan manusia seperti lampu, lilin, lampu minyak tanah dan obor (Chandra dan Amin, 2013). Energi cahaya buatan bersumber dari listrik, gas dan minyak bumi (Latifah, 2015). Pencahayaan dapat diukur dan memiliki satuan pengukuran cahaya yang berbeda untuk setiap parameternya.

Suatu ukuran terang suatu benda dapat dinyatakan dengan intensitas cahaya (*Luminous Intensity*). Intensitas cahaya merupakan besar suatu arus cahaya dari benda yang dipancarkan persatuan sudut ruangan. Selain intensitas cahaya, suatu sumber cahaya juga memiliki intensitas penerangan atau kuat penerangan (*Illuminance*) yaitu jumlah cahaya yang jatuh pada suatu bidang (Parera dkk, 2018). Intensitas penerangan dapat diukur menggunakan luxmeter dengan satuan pengukuran lux. Satuan untuk intensitas penerangan adalah lux (lx), dengan lambang E, maka 1 lux = 1 lumen persatuan bidang yang mempunyai luas A m².

$$E_{rata-rata} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux}$$

dengan satuan persamaan

$$lx = \frac{lm}{m^2}$$

Gambar 4. Persamaan Intensitas Penerangan
(Sumber: Parera dkk, 2018 dan Nur, 2105)

Keterangan:

E = Intensitas penerangan (lx)

Φ = Fluks cahaya (lm)

A = Luas bidang (m^2)

Lux meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas penerangan atau kuat penerangan pada suatu area atau daerah tertentu. lux meter memiliki bagian penting yang dasar seperti panel monitor, tombol *on-off*, *zero adjust*, dan sensor cahaya. Alat ini memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel.

Sensor diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar. Pada pemakaiannya semakin dekat sensor cahaya dengan sumber cahaya, maka nilai yang ditunjukkan pada monitor akan semakin besar. Sebaliknya, apabila sensor semakin jauh dengan sumber cahaya maka nilai yang ditunjukkan oleh monitor akan semakin kecil (Mujiati, 2014).



Gambar 5. Alat lux meter
(Sumber: aikancolon.com)

Intensitas penerangan memiliki kaitan erat antara intensitas cahaya dan jarak sumber cahaya. Pada intensitas cahaya yang sama, semakin jauh jarak titik ukur dari sumber cahaya semakin kecil intensitas penerangan (Latifah, 2015). Pada penyinaran sinar ultraviolet yang digunakan untuk pengendalian kuman udara, intensitas berkaitan erat dengan jarak penyinaran dan lama waktu penyinaran (sarinanigsih, 2018).

8. Pengambilan Sampel Kuman Udara

Sampling mikrobiologi udara dapat diperoleh dengan menggunakan metode aktif (*active air sampling*) dan metode pasif (*passive air sampling*).

a. Metode aktif

Metode aktif merupakan metode pengambilan udara secara aktif dengan memaksa udara masuk melalui pipa untuk menjebak kuman yang terkandung di dalamnya. Pada metode aktif terdapat 3 cara pengambilan yaitu *Impigement*, *Impaction*, *Six Stage Andersen Air Sampler (Sieve Impactor)* tetapi cara yang sering digunakan yaitu *impingement*.

b. Metode pasif

Metode pasif merupakan metode yang membiarkan partikel udara mengenai media pertumbuhan dengan sendirinya. Pada metode pasif biasanya digunakan cara *Exposure plate* atau *settling plate*. Prinsip pengambilan sampel kuman udara dengan cara ini adalah dengan memaparkan cawan yang berisi media pertumbuhan non selektif di udara atau ruang terbuka selama waktu tertentu. Partikel udara yang mengendap karena gravitasi akan menempel pada permukaan agar (Hafsan, 2014).

Cara kerja *settling plate* dikemukakan oleh Fisher (1972) yaitu dengan membiarkan cawan petri terbuka ke udara selama 1 jam, 1 m di atas lantai, 1 m dari dinding. *Settling plate* merupakan cara yang mudah dan tidak memerlukan biaya mahal, tetapi hal ini tidak benar-benar kuantitatif dan tidak selalu diterima resmi oleh pedoman resmi (Pasquarella dkk, 2000).

9. Perhitungan Angka Kuman Udara

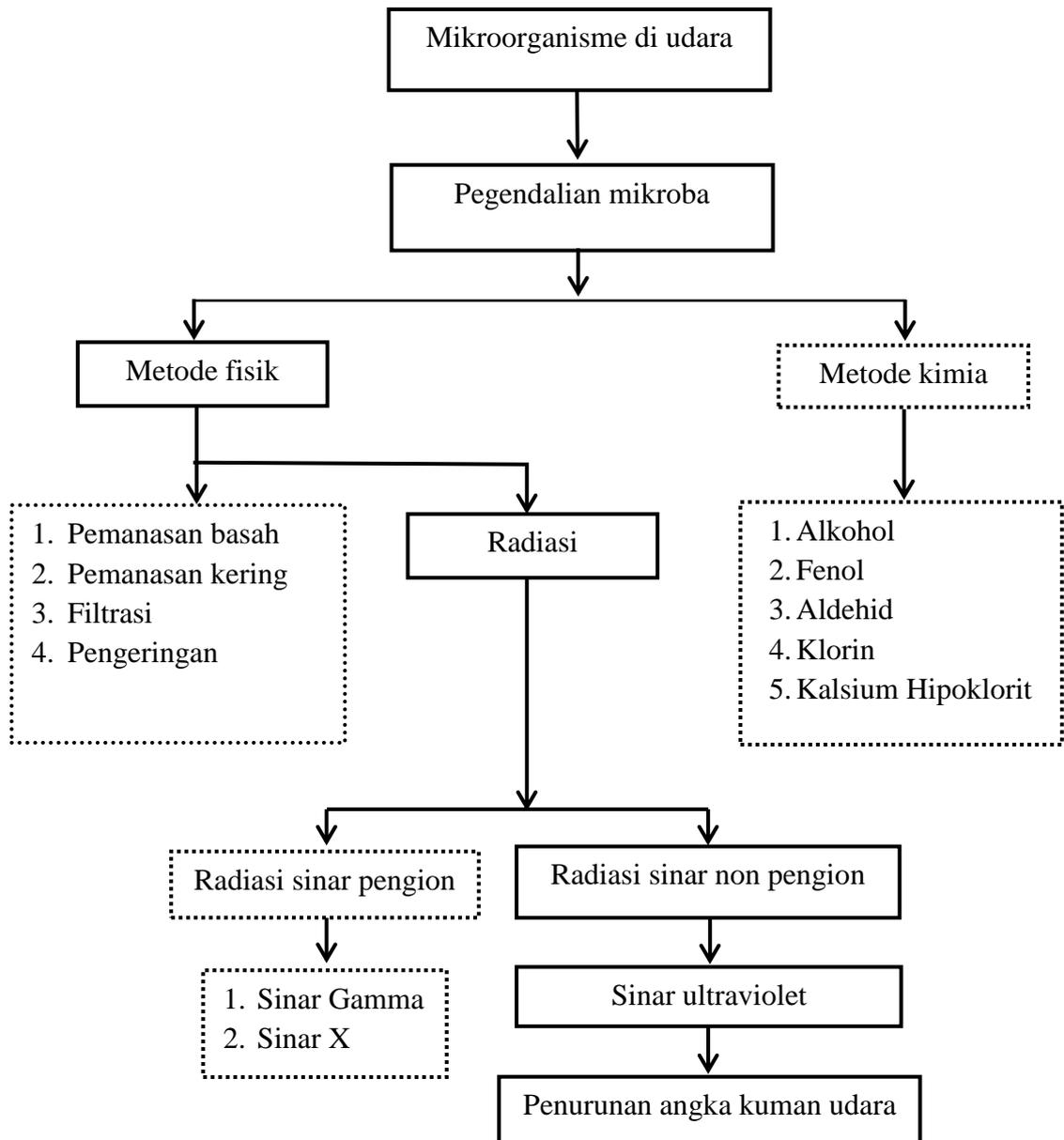
Koloni bakteri dihitung menggunakan metode hitungan cawan. Prinsip metode hitungan cawan adalah menumbuhkan sel bakteri pada cawan petri dengan media agar, maka bakteri mampu berkembang dan membentuk koloni (Harti, 2015). Jumlah koloni mikroba yang tumbuh pada media agar dan dapat dihitung berkisar antara kurang dari 300 koloni. Jika jumlah koloni lebih dari 300 koloni maka dapat dicatat dengan terlalu

padat untuk dihitung *Too Numerous To Count* (TNTC) (Harmita dan Radji, 2008).

Syarat perhitungan dengan metode cawan menggunakan *standart plate count* (SPC) sebagai berikut:

- a. Cawan yang dipilih dan dihitung memiliki jumlah koloni 30-300.
- b. Koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni besar dimana jumlah koloni diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
- c. Satu deretan rantai koloni yang terlihat sebagai satu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

B. Kerangka Teori



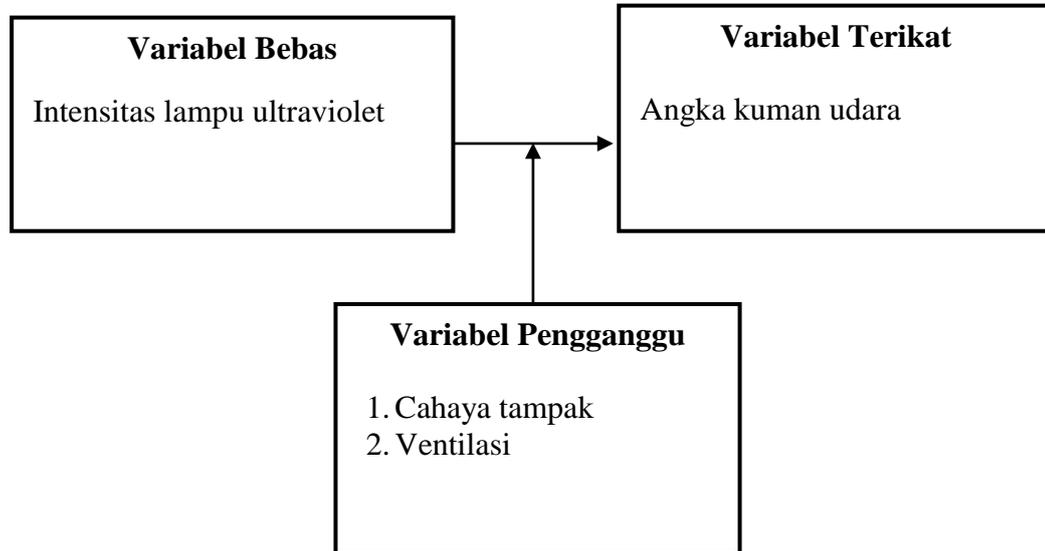
Gambar 6. Kerangka teori
(Sumber: Cappucino dan Shermeen, 2013)

Keterangan:

: diteliti

: tidak diteliti

C. Kerangka Konsep



Gambar 7. Kerangka konsep

D. Hipotesis

Ada pengaruh variasi intensitas lampu ultraviolet terhadap penurunan angka kuman udara.