**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Telaah Pustaka**
2. **Bakteri Udara**

Bakteri yang sering ditemukan pada umumnya dari jenis basil gram positif baik berspora maupun non spora, basil gram negatif dan kokus gram positif. Bakteri yang biasanya terdapat dalam mulut dan tenggorokan orang normal seperti *Staphylococcus* sp, *Streptococcus* sp ditemukan di udara melalui batuk, bersin, dan berbicara. Beberapa jenis lain yang terdeteksi mencemari udara antara lain: *Pseudomonas* sp, *Klebsiella* sp, *Proteus* sp, *Bacillus* sp, dan golongan jamur (Waluyo, 2007)

1. **Pertumbuhan Bakteri**

Pertumbuhan adalah peningkatan jumlah semua komponen dari suatu organisme secara teratur. Dengan demikian, peningkatan pada ukuran sel yang terjadi bila sel mengambil air atau menimbun lemak atau polisakarida bukanlah pertumbuhan sejati. Perkembangbiakan sel adalah akibat pertumbuhan; dalam organisme unisel, pertumbuhan mengakibatkan peningkatan jumlah individu yang merupakan anggota suatu populasi atau biakan (Jawets, 2005).

Jika suatu organisme dibiakkan pada perbenihan yang cocok, maka selama beberapa saat pertama akan terjadi pembengkakan kuman tanpa terjadi perkembang biakan (fase lag). Kemudian diikuti dengan perkembangbiakan dan peningkatan jumlah kuman sampai perbenihan ini terlihat keruh dengan mata telanjang (fase logaritma). Sesudah beberapa saat nilai pertumbuhan (*growth rate*) akan menetap dan kemudian akan mengurang. Penghitungan jumlah kuman pada saat-saat tertentu sesudah penanamannya akan menunjukkan suatu grafik yang disebut kurva pertumbuhan.

a. Fase lag

Pada fase ini, sel-sel menyesuaikan diri terhadap lingkungan barunya. Metabolisme sel dipercepat sehingga menyebabkan biosintesis makromolekul seluler yang cepat, terutama enzim-enzim yang disiapkan untuk fase siklus berikutnya. 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 (Gupte, 1990).

b. Fase logaritmik (log)

Pada kondisi nutrisi dan fisik yang optimum, sel-sel yang sehat secara fisiologis bereproduksi dengan laju yang cepat dan seragam dengan cara pembelahan biner. Jadi, terjadi peningkatan eksponensial yang cepat pada populasi, yang menggandakan jumlah secara teratur hingga jumlah sel yang maksimum tercapai. Waktu yang dibutuhkan bagi populasi untuk menggandakan jumlahnya disebut dengan waktu generasi. Panjang fase log bervariasi, bergantung pada organisme dan komposisi media. Rata-rata dapat diperkirakan berlangsung 6 sampai 12 jam.

Selama masa ini kuman akan :

1) Mempunyai kegiatan metabolisme yang tinggi

2) Lebih peka terhadap antibiotika.

c. Fase menetap (*stasioneer*)

Selama tahap ini, jumlah sel-sel yang mengalami pembelahan sama dengan jumlah sel yang mati. Oleh sebab itu tidak terjadi peningkatan jumlah sel lebih lanjut, dan populasi bertahan pada tingkat maksimum selama periode waktu tertentu. Faktor utama yang menimbulkan fase ini adalah berkurangnya beberapa metabolit yang penting dan akumulasi produk akhir asam atau basa yang bersifat toksik di dalam media.

d. Fase penurunan atau kematian

Karena terjadi penurunan nutrisi yang berkelanjutan dan bertambahnya buangan metabolik, mikroorganisme mati dengan laju yang cepat dan seragam. Penurunan populasi hampir menyerupai peningkatannya pada fase log. Secara teoritis, seluruh populasi harus mati selama interval waktu yang sama dengan interval waktu pada fase log. Akan tetapi, hal ini tidak terjadi karena adanya sejumlah kecil organisme yang sangat resisten untuk jangka waktu yang tidak ditentukan.

e. Fase survival

Terjadi jika sebagian besar kuman telah mati dan hanya sedikit yang tetap hidup selama beberapa bulan atau tahun (Gupte, 1990).

**3. Pengukuran Konsentrasi Kuman**

Konsentrasi kuman dapat diukur dari segi konsentrasi sel (jumlah sel hidup per unit volume biakan) atau dari segi konsentrasi biomassa (bobot kering sel per unit biakan). Kedua parameter ini tidak selalu sama, karena rata-rata berat kering sel berbeda-beda pada berbagai tahap biakan itu. Tetapi keduanya juga tidak selalu sama maknanya : dalam penelitian genetika kuman atau inaktivasi sel, konsentrasi sel-lah yang perlu; dalam penelitian biokimia atau gizi mikroba, konsentrasi biomasa-lah yang dipentingkan.

a. Konsentrasi sel

Jumlah sel yang hidup biasanya dianggap sebagai ukuran konsentrasi sel. Namun pada umumnya, kekeruhan suatu biakan yang diukur dengan cara fotolistrik dapat dikaitkan dengan jumlah sel hidup dalam bentuk kurva standar.

b. Kepadatan Biomassa

Pada dasarnya, biomassa dapat diukur secara langsung dengan menentukan bobot kering biakan kuman setelah biakan ini dicuci dengan air suling (Jawets, 2005).

**4. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri**

a. Suhu

Rentang suhu untuk suatu pertumbuhan terbaik bakteri disebut suhu optimum. Pada organisme parasit manusia , suhu optimum berkisar antara 30°C dan 37°C.

Berdasarkan suhu pertumbuhannya maka kuman-kuman terbagi menjadi tiga kelompok :

1) Psikrofilik : Organisme yang tumbuh antara suhu 0°C sampai 25°C sebagian besar merupakan kuman-kuman tanah dan air.

2) Mesofilik : Tumbuh antara 20°C sampai 44°C. Kelompok ini meliputi kuman penyebab penyakit pada manusia.

3) Termofilik : Beberapa organisme tumbuh pada suhu antara 50°C sampai 60°C.

b. Konsentrasi ion hidrogen

Sebagian besar kuman patogen tumbuh baik pada pH 7,2 sampai pH 7,6.

c. Kelembaban

Pertumbuhan kuman sangat membutuhkan air.

d. Tekanan Osmosa

Kuman biasanya kebal terhadap perubahan tekanan osmosa. Tetapi jika ditambahkan larutan 0,5% sodium klorida ke dalam perbenihan, maka hampir semua perbenihan bersifat isotonik.

e. Cahaya

Pertumbuhan dan daya hidup kuman biasanya lebih baik dalam keadaan gelap. Cahaya langsung akan memperpendek masa hidup kuman. Semua kuman peka terhadap sinar ungu ultra dan radiasi-radiasi lain.

f. Pengaruh mekanik dan bunyi

Kuman mempunyai dinding sel yang kuat. Tetapi jika diguncangkan dengan butiran–butiran gelas, digiling dan diberi getaran ultrasonik dinding selnya akan pecah atau mengalami kerusakan (Gupte, 1990).

**5. Penghitungan Jumlah Kuman**

a. Hitungan mikroskopik langsung

Menggunakan bejana penghitung khusus yang disebut bejana *Petroff-Hauser*. Hasil dinyatakan dalam jumlah sel/mm3.

b. Penghitung sel elektronik

Penghitung *Coulter* merupakan suatu contoh alat yang dapat menghitung dengan cepat jumlah sel-sel yang tersuspensi dalam suatu cairan penghantar yang melewati lubang kecil tempat arus listrik mengalir.

c. Metode kimia

Mengukur peningkatan konsentrasi protein dan produksi DNA secara tidak langsung. Massa sel dapat diperkirakan dengan menghitung berat kering suatu alikuot biakan yang spesifik.

d. Analisis Spektrofotometrik

Peningkatan kekeruhan suatu biakan merupakan indeks pertumbuhan yang lain. Dengan alat pengukur kekeruhan (turbidimetri), jumlah cahaya yang ditranmisikan berkurang seiring dengan meningkatnya populasi sel, dan penurunan energi radian diubah menjadi energi listrik dan ditunjukkan pada suatu galvanometer.

e. Analisis pengenceran berseri/ Lempeng tuang

Metode ini melibatkan pengenceran berseri. Agar yang dicairkan, didinginkan hingga 45°C, dituangkan ke cawan petri yang berisi sejumlah tertentu sampel. Keuntungan metode ini hanya sel yang hidup yang dihitung (Cappuccino dan Sherman, 2013).

**6. 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 (Dwidjoseputro, 1994).

Pengendalian kuman sangat penting didalam industri dan produksi pangan, obat-obatan, kosmetika dan lain-lainya. Tujuan utama pada pengendalian mikroorganisme antara lain mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme yang sering sebagai kuman kontaminan, mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme. Kuman dapat dikendalikan dengan beberapa cara diantaranya adalah :

a. Desinfeksi

Desinfeksi berarti menghilangkan organisme vegetatif yang menyebabkan penyakit (Rasinta, 2006).

b. Antiseptik

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

c. Pengendalian kuman dengan filtrasi

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

Sterilisasi dengan penyaringan digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap panas misalnya enzim. Pada proses ini digunakan membrane filter yang terbuat dari selulosa asetat. Kerugian prosedur inia dalah biaya yang mahal serta filter yang mudah mampat akibat filtrate yang tertinggal pada saringan sehingga harus sering diganti. Kerugian yang lain adalah meskipun memiliki pori-pori yang halus, membrane filter tidak dapat digunakanu ntuk menyaring virus, jenis filter yang sering digunakan adalah filter HEPA (*High Eficiency Particulat Air*) (Pratiwi, 2008).

d. Pengendalian kuman secara fisika dengan radiasi elektromagnetik

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 (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).

**7. Sinar Ultraviolet**

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu sinar dengan panjang gelombang dalam rentang 210 nm sampai 300 nm.dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi 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 ultraviolet hanya dapat efektif mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar ultraviolet (Ariyadi, 2009).

**8. Mekanisme Desinfeksi Menggunakan Ultraviolet**

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

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 transkipsi DNA selama penyinaran.

Dimer ini mencegah mikroorganisme dari transkripsi dan replika DNA yang akhirnya akan menyebabkan kematian sel (Miller et al. 1999).

Kuman mempunyai suatu sistem metabolik fungsional yang bervariasi dalam mekanisme untuk memperbaiki kerusakan asam nukleatnya. Adanya kemampuan kuman untuk memperbaiki kerusakan selnya akan dapat mempengaruhi efesiensi proses desinfeksi, namun mekanisme reaktifikasi mikroorganisme tersebut dapat diatasi dengan penggunaan dosis sinar ultraviolet yang sesuai. Dengan penggunaan sinar ultraviolet secara berlebihan, atau tidak terkontrol dapat menyebabkan ketidak efektifan dari sinar ultraviolet, sehingga lama dan jarak penyinaran harus sesuai dengan alat atau bahan yang disterilkan (Cahyonugroho,2010).

Jenis sinar ultraviolet yang dapat mempengaruhi kuman dikenal dengan UV C. Lama waktu kontak untuk efektif menghancurkan mikroorganisme tidak kurang dari satu detik, prinsipnya, ketika kontak dengan sinar ultraviolet, maka mikroorganisme menjadi mati. Namun dalam penggunaannya di ruangan sulit menjangkau sudut-sudut ruangan, seperti di balik lemari atau dibawah tempat tidur (Fifendy, 2017).

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 didesinfeksiruangan 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 (Mades, 2017).

|  |
| --- |
| Tabel 1. Spektrum Elektromagnetik  Panjang gelombang dalam nanometer (nm) |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Gelombang radio | Inframerah | Cahaya tampak | Ultraviolet | Sinar-X | Sinar gamma | Sinar kosmik |   1000 700 300 100 0,1 0,001 |
| Sumber : Cappuccino dan Sherman, 2013 |

Bila bekerja di dekat sumber sinar ultraviolet harus memakai peralatan guna melindungi kornea terhadap iritasi atau kerusakan yang mungkin bersifat permanen, 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 ultraviolet terhadap daya bunuh kuman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pada luas ruangan, intesitas cahaya yang digunakan, lama waktu penyinaran, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, dan juga jenis kuman itu sendiri (Ariyadi, 2009).

**9. Pencahayaan**

Pencahayaan alami (*day lighting*) adalah penggunaan cahaya yang bersumber dari alam sebagai penerangan yang berasal dari matahari. Sumber lain dengan intensitas lemah berasal dari kunang-kunang dan pantulan cahaya matahari melalui bulan.

Kebalikan dari pencahayaan alam yaitu pencahayaan buatan (*artifical lighting*) dimana sumber cahaya dibuat oleh manusia yang merupakan sistem cahaya. Energinya bersumber dari listrik, gas dan minyak bumi (Nur, 2015).

Pengukuran pencahayaan, jumlah titik pengukuran minimal 10% dari jumlah masing-masing ruangan. Waktu pengukuran dilakukan pada siang hari, kecuali untuk koridor dilakukan pada malam hari. Pengukuran dilakukan sampai menunjukkan angka yang stabil. Pembacaan alat dilakukan secara langsung (KEPMENKES, 2004).

*The lux* (simbol lux) adalah satuan turunan SI dari pencahayaan dan daya pancar cahaya, mengukur fluks cahaya per satuan luas. Ini sama dengan satu lumen per meter persegi. Dalam fotometri, ini digunakan sebagai ukuran intensitas, seperti yang dirasakan oleh mata manusia, cahaya yang mengenai atau melewati permukaan.

Luminasi/ intensitas penerang/ kekuatan penerangan/ tingkat pencahayaan (lux) adalah fluks cahaya (lumen) dibagi luas permukaan bidang (m2).

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Semakin jauh jarak antaras umber cahaya ke sensor maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan lux meter. Ini membuktikan bahwa semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya akan semakin berkurang. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital yang terdiri dari angka, sebuah sensor. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intenstasnya (Anonim, 2018).

**B. KERANGKA KONSEP**

**Variabel Terikat**

Perhitungan angka kuman udara

**Variabel Bebas**

Perlakuan ruang laboratorium sebelum penyinaran, penyinaran 30 menit dan penyinaran 60 menit menggunakan lampu ultraviolet

**Variabel Pengganggu**

1. Suhu

2. Cahaya tampak

3. Aliran udara dan Pencampuran Udara *(Air mixing)*

5. Sistem Ventilasi

Gambar 1. Kerangka Konsep

**C. KerangkaTeori**

Pengendalian Mikroba

Metode kimia

Metode Fisik

Disinfeksi

Radiasi

1. Pemanasan basah
2. Filtrasi (penyaringan)
3. Pendinginan
4. Pengeringan
5. Tekanan osmose
6. Alkohol
7. Fenol
8. Aldehid
9. Hipoklorit
10. Disinfektan gas
11. Senyawa halogen
12. Senyawa biguanid

Radiasi sinar pengion

Radiasi sinar non pengion

1. Sinar Gamma
2. Sinar X

Sinar ultraviolet (intensitas dan waktu pemaparan)

Menurunkan angka kuman udara di ruangan

Gambar 2. KerangkaTeori (Volk dan Wheeler, 1988)

**D. Hipotesis**

Ada Penurunan Angka Kuman Udara Setelah Penyinaran Menggunakan Lampu Ultraviolet Intensitas 2,53 Lux Dengan Variasi Waktu 30 Menit Dan 60 Menit Di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.