

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri

Bakteri merupakan uniseluler, pada umumnya tidak berklorofil, ada beberapa yang fotosintetik dan produksi aseksualnya secara pembelahan dan bakteri mempunyai ukuran sel kecil dimana setiap selnya hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Bakteri pada umumnya mempunyai ukuran sel 0,5-1,0 μm kali 2,0-5,0 μm , dan terdiri dari tiga bentuk dasar yaitu bentuk bulat atau kokus, bentuk batang atau *Bacillus*, bentuk spiral (Dwidjoseputro, 2005:120).

Syarif dan Halid (2014), menyatakan bahwa identifikasi jenis bakteri berdasarkan sifat morfologi, biokimia, fisiologi dan serologi adalah sebagai berikut :

1. Bakteri gram positif

a. Kokus

- 1). Katalase positif : *Staphylococcus*
- 2). Katalase negatif : *Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus*

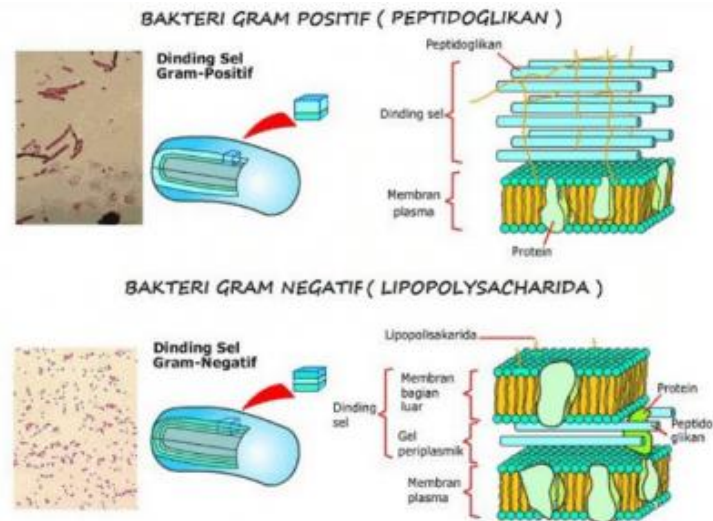
b. Batang

- 1). Anaerobik atau Fakultatif Anaerobik : *Clostridium botulinum, Lactobacillus, Propionic bacterium*
- 2). Aerobik : *Bacillus*

2. Bakteri gram negatif

a. Fermentatif (batang) : *Proteus, Eschericia coli, Enterobacter*

b. Non Fermentatif (spiral/batang) : *Pseudomonas, Alcaligenes*



Gambar 1 : Perbedaan bakteri gram positif dan gram negatif
(Sumber : Master pendidikan.com)

Bakteri adalah suatu organisme yang jumlahnya paling banyak dan tersebar luas dibandingkan dengan organisme lainnya di bumi. Bakteri umumnya merupakan mikroorganisme uniseluler (bersel tunggal), prokariota atau tidak mengandung klorofil serta berukuran mikroskopik (sangat kecil). Bakteri berasal dari bahasa latin yaitu *bacterium*. Bakteri memiliki jumlah spesies mencapai ratusan ribu atau bahkan lebih. Mereka ada dimana-mana mulai dari tanah, di air, organisme lain dan juga berada dilingkungan yang ramah maupun yang ekstrim (Dwidjoseputro, 2005:116).

Bakteri berasal dari bahasa Latin *bacterium* (jamak bacteria) adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Hal ini menyebabkan organisme ini sangat sulit untuk dideteksi, terutama sebelum ditemukannya mikroskop. Barulah setelah abad ke-19 (setelah ditemukannya mikroskop), ilmu tentang mikroorganisme terutama bakteri (bakteriologi) mulai berkembang (Dwidjoseputro, 2005:117).

Menurut Tjitrosoepomo (2011:119), adapun ciri-ciri umum bakteri adalah sebagai berikut :

1. Tubuh uniseluler (bersel satu).
2. Tidak berklorofil (meskipun begitu ada beberapa jenis bakteri yang memiliki pigmen seperti klorofil sehingga mampu berfotosintesis dan hidupnya autotrof).
3. Reproduksi dengan cara membelah diri (dengan pembelahan amitosis).
4. Habitat tanah, air, udara, dan makhluk hidup.
5. Satuan ukuran bakteri adalah micron (10⁻³).
6. Hidupnya bebas dan sebagai parasit atau pathogen.
7. Bentuknya beraneka ragam.
8. Memiliki ukuran yang kecil rata-rata 1 s/d 5 mikron.
9. Tidak mempunyai membrane inti sel atau prokariot.
10. Bakteri di lingkungan ekstrim dinding sel tidak mengandung peptidoglin, sedangkan yang kosmopolit mengandung peptidoglinkan.

B. Pencemaran Udara

Udara merupakan selimut tebal dari gas yang menutupi seluruh bumi dan berfungsi untuk melindungi bumi dari pemanasan dan pendinginan yang berlebihan. Tanpa adanya atmosfer, suhu bumi pada siang hari lebih 95⁰ C dan malam hari akan turun sampai minus 184⁰ C. Massa udara di atmosfer terdiri atas sejumlah unsur dengan susunan atau komposisi tertentu. Unsur-unsur tersebut diantaranya adalah Nitrogen (78,09%), Oksigen (21,94%), Argon (0,93%), Karbon dioksida (0,032%), dan lain-lain. Jika ke dalam udara tersebut masuk atau dimasukkan zat asing yang berbeda dengan penyusun udara dalam

keadaan normal tadi, maka dikatakan bahwa udara tersebut telah tercemar (Manik, 2016:151).

Berdasarkan uraian tadi, maka yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya bahan-bahan atau zat-zat asing ke udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Zat-zat asing tersebut mengubah komposisi udara dari keadaan normalnya dan jika berlangsung lama akan mengganggu kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya (Setiawan, 2009:15).

Udara di daerah perkotaan yang mempunyai banyak kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif sudah tidak bersih lagi. Udaranya kotor terkena macam-macam pencemar. Komponen yang paling berpengaruh dalam zat pencemar yaitu karbon monoksida, nitrogen oksida, belerang oksida, hidro karbon dan partikel. Komponen pencemar udara tersebut bisa mencemari udara sendiri-sendiri atau dapat mencemari udara secara bersama-sama. Jumlah komponen pencemar udara tergantung pada sumbernya, gambaran tersebut dapat dilihat data pencemaran udara di Amerika Serikat pada tahun 1968 (Setiawan, 2009:15).

Sastrawijaya (2009:214) menyatakan bahwa banyak gangguan yang terjadi di udara mengakibatkan pencemaran dan polusi udara, oleh karena itu diadakan standar kualitas udara yang berupa :

Tabel 1. Standar kualitas udara

Tingkat	Pengaruh	Konsentrasi pencemar	Bpj
Merugikan	Iritasi indera dan merusak tanaman	SO ₂	1
		Indeks H ₂ S pengoksid	0.15
Serius	Membahayakan fungsi	CO	120

Tingkat	Pengaruh	Konsentrasi pencemar	Bpj
	tubuh, sakit kronis	SO ₂	5
		H ₂	5
Keadaan darurat	Sakit akut, mati	CC	240
		SO ₂	10

Manik (2016:165), menyatakan bahwa kualitas udara di suatu lokasi, wilayah atau tempat dapat diketahui setelah dilakukan pengukuran. Jumlah parameter yang diukur tergantung pada jenis peralatan, tenaga, waktu, dan biaya yang tersedia. Umumnya parameter yang diukur adalah Sulfur dioksida (SO₂), Hidrogen sulfida (H₂S), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), Amonia (NH₃), Hidrokarbon (HC) yaitu :

1. Sulfur Dioksida (SO₂)

Senyawa sulfur (belerang) yang banyak sebagai bahan pencemar adalah SO₂, H₂S, dan sulfat. Sumber utama SO₂ di udara adalah bahan bakar batu bara dan industri. Selain itu SO₂ juga berasal dari H₂S yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik. Dampak sulfur dioksida terhadap kesehatan manusia dan hewan adalah terganggunya saluran pernapasan dan iritasi mata. Pada konsentrasi sangat tinggi, pencemaran SO₂ akan mengakibatkan kematian. Asam sulfat tersebut mengganggu pertumbuhan tanaman, yang ditandai adanya bintik-bintik pada daun. Dampak SO₂ terhadap tanaman berupa merusak jaringan dan tulang-tulang daun, serta daun berwarna kuning dan berbintik-bintik.

2. Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi CO di atmosfer kurang lebih 1 ppm, yang dihasilkan dari reaksi oksidasi metana (CH₄). Peningkatan kadar CO di udara terutama bersumber dari bahan bakar yang mengandung karbon dan terjadinya

pembakaran yang tidak sempurna pada mesin. Dalam jumlah yang sedikit, CO dapat juga berasal dari reaksi fotodisosiasi CO_2 oleh sinar ultraviolet. Pencemaran CO terutama memberikan dampak terhadap kesehatan manusia karena CO dapat menggantikan O_2 dalam haemoglobin (Hb) dan menghasilkan karboksihemoglobin. Peristiwa ini menyebabkan menurunnya kemampuan darah meningkat dan mengangkut oksigen. Makin tinggi CO di udara, makin tinggi konsentrasi COHB di dalam darah. Pencemaran CO mengakibatkan terganggunya fungsi sistem saraf sentral, penurunan fungsi jantung dan paru-paru, sesak napas, dan bahkan meninggal. Kadar maksimum CO di udara ambien agar tidak mengganggu kesehatan manusia adalah 20 ppm.

3. Nitrogen Oksida (NO_x)

Di atmosfer NO_x ditemukan dalam bentuk nitrous oksida (N_2O), nitrik oksida (NO), dan nitrogen dioksida (NO_2). NO_x masuk ke atmosfer melalui proses biologis, terjadinya petir (halilintar), dan pembakaran bahan bakar fosil. Nitrous oksida dihasilkan oleh proses mikrobiologis dan relatif tidak kreatif. Biasanya kadar N_2O akan berkurang dengan bertambahnya ketinggian di stratosfer karena terjadinya reaksi fotokimia. Nitrik oksida (NO) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sebagian besar NO_x masuk ke udara adalah sebagai NO karena pada suhu yang relatif tinggi. NO dapat juga dihasilkan dari pembakaran batu bara dan minyak bumi karena bahan bakar ini juga mengandung senyawa nitrogen. NO_2 adalah gas yang berwarna merah keabu-abuan dan yang terpenting dalam udara tercemar. Reaksi NO dengan O_2 di atmosfer akan meningkatkan NO_2 . Sebaliknya konsentrasi NO_2 dapat berkurang dengan terbentuknya asam nitrat.

4. Amino (NH_3)

Secara alamiah, amonia selalu terdapat di atmosfer. Peningkatan konsentrasi amonia di atmosfer berasal dari aktivitas mikroba, industri amonia, pengolahan limbah, dan pengolahan batu bara. Di atmosfer amonia bereaksi dengan nitrat dan sulfat sehingga terbentuk garam amonium yang sangat korosif. Kadar maksimum NH_3 di udara ambien agar tidak mengganggu kesehatan manusia adalah 2 ppm.

5. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon merupakan zat pencemar yang penting karena banyak masuk ke atmosfer melalui pembakaran bahan bakar. Di antara berbagai jenis bahan bakar yang mengandung HC, bahan bakar gasoline adalah sumber HC terbesar. Senyawa HC lain yang terdapat di atmosfer sebagai bahan pencemar, yaitu alkane (parafin) dan alkena (olefin), HC aromatik, serta senyawa aldehid dan keton. Senyawa HC aromatik banyak digunakan dalam industri, seperti untuk pelarut dan bahan polimer. Senyawa aldehid dan keton banyak digunakan pada industri kimia, seperti dalam pembuatan plastik, zat warna, resin, dan bahan peledak. Kadar maksimum HC di udara ambien sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia adalah 0,24 ppm.

6. Debu

Debu merupakan bahan pencemar yang banyak ditemukan, terutama di daerah terbuka. Peningkatan kadar debu di atmosfer akan mengganggu kesehatan manusia dan juga dapat masuk ke rumah-rumah sehingga rumah dan perabotan rumah tangga menjadi kotor. Tumbuhan yang daunnya tertutup oleh debu akan terganggu pertumbuhannya karena proses fotosintesis tidak dapat

berlangsung dengan baik. Kadar debu akan meningkat di udara, terutama pada musim kemarau. Pencemaran akan semakin berat, jika terjadi angin kencang dan lalu lintas kendaraan yang cukup padat. Dampak pencemaran debu terhadap kesehatan manusia berupa batuk dan infeksi saluran pernapasan. Pencemaran debu yang dapat diminimalkan dengan menyiram jalan yang berdebu, penghijauan di perkarangan dan tempat terbuka, menutup makanan dengan baik. Kadar maksimum debu di udara ambien sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia adalah $0,26 \text{ mg/m}^3$.

Udara yang kita hirup merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, bewarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sudah sulit diperoleh terutama di kota-kota besar yang banyak industrinya dan padat lalu lintasnya. Udara yang tercemar dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Terjadinya kerusakan lingkungan berarti berkurangnya (rusaknya) daya dukung alam yang selanjutnya akan mengurangi kualitas hidup manusia (Wardhana, 2013:29).

Udara bukan merupakan habitat asli mikroba, tetapi udara sekeliling kita sampai beberapa kilometer di atas permukaan bumi mengandung bermacam-macam jenis mikroorganisme yang paling banyak berada di udara bebas adalah bakteri, jamur, dan mikroalga. Kehadiran jasad renik dalam udara berbentuk vegetatif atau generatif yang biasanya seperti spora (Waluyo, 2009:336).

Asap (*smoke*) adalah partikel karbon (padat) yang dihasilkan dari sistem pembakaran yang tidak sempurna pada sumber pembakaran, yang menggunakan bahan bakar hidrokarbon (bahan bakar minyak). Kabut (*mist*)

merupakan partikel cair yang terdapat pada suspensi udara, yang terjadi karena terjadinya kondensasi uap atau hasil tindakan manusia seperti penyemprotan, pembuihan, dan lain-lain. Debu (*dust*) adalah partikel benda padat yang terjadi karena proses mekanis (pemecahan atau reduksi) terhadap masa padat dan dipengaruhi oleh gravitasi. Fume merupakan partikel padat yang terbentuk akibat kondensasi dan penguapan logam-logam cair atau garam-garam, yang langsung diikuti oleh proses oksidasi di udara. Umumnya terjadi dipabrik besi, baja, serta peleburan dan pengecoran logam (Manik, 2016:153).

Penggunaan *Air conditioner* (AC), AC merupakan sebuah alat penyejuk ruangan yang mampu mengkondisikan udara dalam ruangan serta memberikan efek nyaman bagi tubuh, namun kualitas udara dalam suatu ruangan yang menggunakan penyejuk ruangan merupakan faktor yang signifikan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan (Setiawan, 2009:18).

Salah satu jenis gangguan kesehatan yang timbul akibat pemakaian AC adalah *Sick Building Syndrom* (SBS) yang diantaranya adalah flu, batuk dan iritasi kulit maupun mata. Dengan munculnya SBS tersebut, maka secara tidak langsung akan mempengaruhi aktivitas seseorang. Kelompok mikroorganisme yang paling banyak tersebar di udara bebas adalah bakteri, jamur (termasuk di dalamnya ragi) dan juga mikro alga. Belum ada mikroorganisme yang habitat aslinya di udara (Setiawan, 2009:19).

Setiawan (2009:20) menyatakan bahwa mereka terdapat dalam jumlah yang relatif kecil bila dibandingkan dengan di air atau di tanah. Mikroorganisme udara dapat dipelajari dalam dua bagian, yaitu :

1. Mikroorganisme di Luar Ruangan

Mikroorganisme yang ada di udara berasal dari habitat perairan maupun terestrial. Mikroorganisme di udara pada ketinggian 300-1.000 kaki atau lebih dari permukaan bumi adalah organisme tanah yang melekat pada fragmen daun kering, jerami, atau partikel debu yang tertiuip angin. Mikroorganisme yang paling banyak ditemukan yaitu spora jamur, terutama *Alternaria*, *Penicillium*, dan *Aspergillus*. Mereka dapat ditemukan baik di daerah kutub maupun tropis. Mikroorganisme yang ditemukan di udara di atas pemukiman penduduk di bawah ketinggian 500 kaki yaitu spora *Bacillus* dan *Clostridium*, yeast, fragmen dari miselium, 12 spora, serbuk sari, kista protozoa, alga, *Micrococcus*, dan *Corynebacterium*.

2. Mikroorganisme di Dalam Ruangan

Debu dalam udara di sekolah dan bangsal rumah sakit atau kamar orang menderita penyakit menular, telah banyak ditemukan mikroorganisme seperti bakteri *Tuberculosis* sp, *Streptococcus* sp, *Pneumococcus* sp, dan *Staphylococcus* sp. Bakteri ini tersebar di udara melalui batuk, bersin, berbicara, dan tertawa. Pada proses tersebut ikut keluar cairan saliva dan mukus yang mengandung mikroba. Virus dari saluran pernapasan dan beberapa saluran usus juga ditularkan melalui debu dan udara. Patogen dalam debu terutama berasal dari objek yang terkontaminasi cairan yang mengandung patogen. Tetesan cairan (aerosol) biasanya dibentuk oleh bersin, batuk dan berbicara. Setiap tetesan terdiri dari air liur dan lendir yang dapat berisi ribuan mikroorganisme. Diperkirakan bahwa jumlah bakteri dalam satu kali bersin berkisar antara 10.000 sampai 100.000.

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi mikroba udara adalah suhu atmosfer, kelembaban, angin, ketinggian, dan lain-lain. Temperatur dan kelembaban relatif adalah dua faktor penting yang menentukan viabilitas dari mikroorganisme didalam aerosol. Studi dengan *Serratia marcescens* dan *E.coli* menunjukkan bahwa kelangsungan hidup udara yang berkaitan erat dengan suhu. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan waktu untuk bertahan (Setiawan, 2009:21).

Mikrobiologi organisme yang dapat dilihat hanya dengan bantuan perbesaran mikroskop cahaya yang berdaya tinggi untuk pertama kalinya dilihat dan digambarkan kurang lebih 300 tahun yang lalu. Namun demikian, baru pada tahun 1870-an peranannya sebagai penyebab dari suatu penyakit yang dapat dimengerti dan diterima. Pada waktu yang kurang lebih bersamaan terbukti bahwa mikroorganisme melakukan banyak fungsi vital dilingkungan kita (Michael, 2013:2).

Ada peningkatan yang progresif di tingkat kematian dengan peningkatan suhu dari -18°C sampai 49°C . Virus dalam aerosol menunjukkan perilaku serupa. Partikel influenza, poli, dan virus vaccinia lebih mampu bertahan hidup pada temperatur rendah, yaitu 7°C sampai 24°C . Tingkat kelembaban relatif (RH) optimum untuk kelangsungan hidup mikroorganisme adalah antara 40% sampai 80%. Kelembaban relatif yang lebih tinggi maupun lebih rendah menyebabkan kematian mikroorganisme. Pengaruh angin juga menentukan keberadaan mikroorganisme di udara. Pada udara yang tenang partikel cenderung turun oleh gravitasi (Setiawan, 2009:21).

Bioaerosol adalah partikel debu yang terdiri atas mikroorganisme atau sisa yang berasal dari makhluk hidup. Mikroorganisme terutama adalah jamur dan bakteri. Penyebaran bakteri, jamur, dan virus pada umumnya terjadi melalui sistem ventilasi. Sumber bioaerosol ada 2 yakni yang berasal dari luar ruangan dan dari perkembangbiakan dalam ruangan atau dari manusia, terutama bila kondisi terlalu berdesakan (*crowded*) (Setiawan, 2009:21).

Mikroorganisme yang terdapat dalam populasi yang besar dan beragam, dan mereka terdapat hampir dimana-mana di alam ini. Mereka merupakan bentuk kehidupan yang tersebar paling luas dan terdapat paling banyak di planet ini. Sesungguhnya telah dihitung bahwa massa mikroorganisme di bumi melebihi massa semua organisme lain. Di dalam setiap gram tanah subur terdapat berjuta-juta mikroorganisme. Mereka terdapat dialiran air, danau, sungai dan laut (Michael, 2013:2).

Mereka dibawa oleh arus udara dari permukaan bumi ke atmosfer bagian atas dan dari sana menempuh beratus-ratus mil menuju lokasi baru. Mereka terdapat pada permukaan tubuh kita dan di dalam mulut, hidung dan rongga-rongga tubuh lainnya. Satu kali bersin dapat melontarkan berjuta-juta mikroorganisme ke lingkungan sekitarnya. Bagian terbesar baham di dalam tinja terdiri atas sel-sel mikroba bermilyar-milyar pergram. Mikroorganisme terdapat paling banyak ditempat-tempat yang mengandung nutrisi, kelembaban, dan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkannya (Michael, 2013:2).

Pengaruh kesehatan yang ditimbulkan oleh bioaerosol ini terutama 3 macam, yaitu infeksi, alergi, dan iritasi. Kontaminasi bioaerosol pada sumber

udara sistem ventilasi (*humidifier*) yang terdistribusi keseluruhan ruangan dapat menyebabkan reaksi yang berbagai ragam seperti demam, pilek, sesak nafas, nyeri otot dan tulang. Pencemar yang bersifat biologis akibat mikroba terdiri atas berbagai jenis mikroba patogen, antara lain bakteri, jamur, protozoa, maupun virus yang dapat ditemukan di saluran udara. Penyakit yang udara (air-borne disease) (Vidyautami, 2005:22).

Mikroorganisme dapat menyebabkan banyak penyakit yang telah melanda peradaban manusia selama berabad-abad. Sebelum timbulnya pengertian bahwa penyakit menular disebabkan oleh mikroorganisme, secara berkala populasi dihancurkan oleh wabah penyakit seperti difteri, pes, dan cacar. Dengan diterapkannya penemuan-penemuan yang dibuat didalam bidang mikrobiologi. Ilmu kedokteran telah mencapai suksesnya yang paling besar didalam diagnosis, pencegahan, dan penyembuhan penyakit. Penurunan dramatis jumlah kematian akibat infeksi, penggandaan panjang hidup rata-rata, dan bertahan hidupnya sebagian besar anak-anak pada waktu lahir, sebagian besar merupakan buah pengetahuan yang ditemukan melalui penelaahan mikroorganisme (Michael, 2013:2).

C. Sifat Umum Dari Bakteri Udara

Mikroorganisme sering bersel satu dan kadang kala memperlihatkan penataan yang sederhana. Perkembangbiakannya khas dengan pembelahan biner. Pada beberapa motilitas disebabkan adanya flagela dan pada yang lain, karena mekanisme lain. Endospore dihasilkan oleh beberapa spesies. Kecuali pada beberapa sel-sel individu dikelilingi dinding sel yang kaku dan yang terbuat dari peptidoglikan (Michael, 2013:159).

Bakteri merupakan organisme bersel-tunggal yang bereproduksi dengan cara sederhana, yaitu dengan pembelahan biner. Sebagian besar hidup bebas dan mengandung informasi genetik dan memiliki sistem biosintetik dan penghasil energi yang penting untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Sejumlah bakteri, bersifat parasit intraseluler obligat contohnya *Chlamydiae* dan *Rickettsiae*. Dalam beberapa hal bakteri berbeda dari eukariot. Bakteri tidak memiliki ribosom 80S maupun organel bermembran, seperti nukleus, mitokondria, lisosom, retikulum endoplasma maupun badan golgi, bakteri tidak memiliki flagela fibril 9+2 atau struktur silia seperti pada sel eukariot (Kusnadi, 2014:23).

Bakteri memiliki ribosom 70S dan kromosom sirkuler tunggal (nukleoid) tanpa sampul yang disusun oleh asam deoksiribonukleat untai-ganda (DNA) yang bereplikasi secara amitosis. Jika terjadi pergerakan sering disebabkan adanya struktur flagela filamen-tunggal. Sejumlah bakteri memiliki mikrofibril eksternal (pili atau fimbria) yang berfungsi untuk menempel. *Mycoplasma* tidak memiliki dinding sel, sedangkan eubakteria lainnya menghasilkan struktur sampul dengan susunan senyawa kimianya mirip peptidoglikan dinding sel. Eubakteria yang berdinding sel dan archaeobakteria dapat berbentuk kokus (bola), basil (batang), batang melengkung atau spiral. Struktur kimia sampul eubakteria sering digunakan untuk membedakannya ke dalam kelompok bakteri Gram-positif, Gram-negatif, dan “acid-fast” (tahan-asam) (Kusnadi, 2014:23).

Spesies-spesies yang mampu berfotosintesis melakukan proses itu berlainan dari sianobakteri. Dalam divisi Bacteria, proses itu anaerobik dan

donor elektron dalam hal ini ialah suatu substansi yang bukan air. Juga terdapat perbedaan dalam macam pigmen fotosintetik yang terkandung didalam sel kedua divisi ini, yaitu *Cyanobacteria* dan *bacteria*. Untuk bakteri pigmen fotosintetik yang umum ialah bakterioklorofil (Michael, 2013:159).

Bila sudah diperoleh biakan murni suatu jasad renik, maka siaplah untuk melakukan berbagai pemeriksaan laboratorium. Masing-masing dapat memberikan keterangan mengenai mikroorganisme tersebut. Keekstensifan uji laboratoris ditentukan oleh pertanyaan yang ingin dijawab. Bisa saja untuk memastikan apakah biakan kita itu suatu, macam mikroorganisme yang baru ataukah organisme yang sudah dikenal. Dalam hal yang manapun kita perlu mencirikan biakan itu secara ekstensif. Mungkin kita merasa tertarik untuk menemukan suatu mikroorganisme dengan kemampuan yang unik, misalnya perombakan selulose dengan cepat. Sehubungan dengan itu, pengujian kita itu akan dipusatkan pada pencarian keterangan mengenai apakah biakan itu menguraikan selulose, pada laju berapa, apa pun tujuannya, ciri-ciri yang dicari itu dan berbagai uji yang terangkum pada area (Michael, 2013:91).

Bakteri asam laktat, termasuk *Lactobacillus*, diketahui aman digunakan dalam proses fermentasi pangan. Secara umum, bakteri asam laktat genus *Lactobacillus* mempunyai karakteristik Gram positif, katalase negatif, acid-tolerant, nonspora, kandungan G + C rendah, bentuk sel rods atau coccobacilli, aero-toleran atau anaerobic, fastidious dan mampu menghasilkan asam laktat dari substrat glukosa. Selain terlibat dalam proses fermentasi pangan, bakteri asam laktat (termasuk *Lactobacillus*) banyak dimanfaatkan dalam proses pengawetan pangan (Widowati, 2014:430).

Kemampuan bakteri asam laktat dalam pengawetan pangan terjadi karena bakteri tersebut menghasilkan berbagai metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan. Metabolit tersebut antara lain asam organik, hidrogen peroksida, alkohol, dan komponen antimikrobia seperti bakteriosin. Masingmasing komponen metabolit mempunyai mekanisme tertentu dalam menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan (Widowati. 2014:431).

Michael, (1988:92) menyatakan bahwa berikut ini merupakan metode untuk mencirikan mikroorganisme :

Tabel 2. Metode untuk mencirikan mikroorganisme

Ciri Utama	Metode
Morfologis	Pengamatan spesimen dengan bantuan mikroskop cahaya atau elektron, baik diwarnai atau tidak, teknik mikroskop electron memungkinkan pengamatan irisan ultra tipis sel-sel mikroba
Nutrisional	Penentuan substansi kimiawi dan keadaan fisik yang khusus (suhu, cahaya, gas) yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan mikroorganisme
Kultural	Penentuan tampang pertumbuhan mikroba pada berbagai macam medium laboratorium, baik yang cair maupun yang padat
Metabolik	Identifikasi dan pengukuran perubahan kimiawi yang dilakukan mikroorganisme. Pada ekstrim yang lain, ada metode-metode yang membantu mengidentifikasi sebagian besar senyawa kimia yang terlihat dalam proses metabolisme, hal ini memungkinkan untuk merokonstruksi langkah demi langkah bagaimana mikroorganisme itu menyebabkan perubahan terjadi terus-menerus.

Ciri Utama	Metode
Susunan Kimiawi	Penentuan susunan kimiawi berbagai komponen sel. Berbagai teknik tersedia untuk memecahkan sel dan untuk mengisolasi komponen-komponen sel yang khusus dari campuran yang diperoleh, misalnya fragmen dinding sel, bahan nukleus, dan membran. Tersedia prosedur laboratorium untuk menentukan susunan kimiawi masing-masingkomponen.
Susunan Antigen	Perincian mikroorganisme, terutama bakteri dan virus, dengan penelaahan antigen, substansi kimiawi yang ada pada permukaannya. Antigen adalah substansi kimiawi suatu mikroorganisme yang disuntikan pada hewan akan memulai pembentukan substansi kimiawi (antibodi) yang dapat diidentifikasi dengan prosedur-prosedur laborat. Antigen dan antibodi merupakan bagian dari sistem imunologis yang kompleks.
Patogenik	Penentuan potensi suatu biakan mikroba untuk menimbulkan penyakit dilakukan dengan menginokulasi hewan atau tumbuhan dengan biakan murni mikroorganisme yang bersangkutan .

D. Dampak dari Pencemaran Udara dan Pemakaian AC

Dampak pencemaran udara saat ini merupakan masalah yang serius yang dihadapi. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemara udara ternyata sangat merugikan. Pencemaran tersebut tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap kesehatan manusia saja, akan tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya, seperti hewan, tumbuhan, bangunan gedung dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan di Amerika Serikat pada tahun 1980, kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai angka kurang lebih 51.000 orang. Angka tersebut cukup mengerikan karena bersaing

keras dengan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung, kanker, AIDS dan lain sebagainya (Wardhana, 2013:114).

Menurut para ahli, pada sekitar tahun 2000-an kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai 57.000 orang per tahunnya. Selama 20 tahun angka kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara naik mendekati 14% atau mendekati 0,7% per tahun. Selain itu kerugian materi yang disebabkan oleh pencemaran udara, apabila diukur dengan uang dapat mencapai 12-16 juta US dollar per tahun. Suatu angka yang sangat berarti bila dibelanjakan untuk keperluan kesejahteraan umat manusia (Wardhana, 2013:114).

Beberapa penyakit paru disebabkan oleh mikroorganisme yang mengkontaminasi udara dan berkembang biak di dalam AC (Air Conditioner). Mikroorganisme hidup pada pipa AC yang menyalurkan udara dingin ke ruangan. Penggunaan air conditioner AC (Air Conditioner) yang mewajibkan tertutupnya seisi ruang dapat mengakibatkan pertumbuhan kuman, bakteri, dan virus penyakit semakin subur. Bakteri tumbuh pada tempat yang lembab. Udara yang dihasilkan oleh AC (Air Conditioner) berdampak turunnya temperatur suhu ruangan sehingga ruangan menjadi lembab. Bila suhu terlalu rendah dan kelembaban meningkat pastinya jamur dan parasite akan timbul. Tempat atau rumah dan AC (Air Conditioner) yang tidak di jaga kebersihannya juga penyebab utama masalah kesehatan. Sistem kerja AC (Air Conditioner) adalah menyerap udara panas kemudian diubah menjadi dingin. Apabila udara panas yang terserap adalah dari tempat yang kotor maka udara dingin yang dihasilkan AC akan kotor (Vindrahapsari, 2016:24).

Filter dalam unit penyejuk udara atau AC (*Air Conditioner*) dirancang untuk mencegah penyebaran bakteri dan virus. Namun dalam tugasnya filter AC mengumpulkan polutan. Dalam proses itu bakteri dapat berkembang biak pada filter AC jika tidak dibersihkan secara teratur dan menyebarkan bakteri ke udara. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya beberapa jenis bakteri pathogen yang teridentifikasi di udara antara lain yaitu *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Alfa Streptococcus* dan *Beta Streptococcus* (Vindrahapsari, 2016:25).

Timbulnya permasalahan yang mengganggu kualitas udara dalam suatu ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah suhu udara, kelembapan udara sistem ventilasi ruangan, dan kontaminan sisa hasil pernafasan. Suatu ruangan yang ditempati oleh banyak orang dengan berbagai kondisi kesehatan maka kemungkinan besar untuk dapat terpapar oleh resiko infeksi melalui kontak dengan orang lain. Ruangan yang di tempati oleh banyak orang dapat meningkatkan resiko timbulnya gangguan kesehatan (Vidyautami, 2005:18).

Beberapa organisme yang menyebabkan penyakit saluran pernapasan tidak dapat bertahan hidup diluar tubuh. Jadi, penularan jasad-jasad renik ini bergantung pada pemindahan asal udara yang cepat dari satu orang ke orang lain atau, kadang-kadang pemindahan langsung (seperti melalui ciuman). Misalnya, virus campak segera menjadi tidak aktif diluar tubuh. Namun jasad-jasad renik lain, seperti bakteri tuberculosis, dapat bertahan hidup untuk jangka waktu yang lama diluar tubuh (Michael, 2013:645).

Bila seseorang batuk, bersin atau meludah, maka terhembuskan percikan titik air besar maupun kecil. Titik-titik air ini dapat mengandung organisme yang menyebabkan penyakit asal udara. Titik air yang besar dapat mencemari pakaian dan benda mati lainnya termasuk debu. Titik air yang halus menguap dan membentuk inti titik air, yang dapat membawa sebuah bibit penyakit dan dapat terhisap langsung (Michael, 2013:644).

Benda mati yang tercemar oleh patogen dan membantu menyebarkan disebut *fomit* (benda yang ada kaitannya dengan orang atau hewan yang terinfeksi dan secara potensial dihuni oleh mikroorganisme patogenik). Penyebaran infeksi asal debu menjadi bertambah bila orang bergerak ditempat-tempat yang ventilasinya kurang baik. Setiap pergerakan yang meninggalkan debu, seperti melepaskan pakaian, mengatur tempat tidur, dan menyapu debu, menambah resiko infeksi (Michael, 2013:644).

E. Penelitian Yang Relevan

Untuk menunjang penelitian lebih lanjut terkait uji bakteriologi pada ruangan ber-AC, digunakan jurnal-jurnal penelitian sebagai dasar penelitian yang relevan, seperti penelitian-penelitian sebagai berikut.

1. Vindrahapsari (2016), pada penelitiannya yang berjudul “Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri Udara Pada Ruang AC dan Non AC di Sekolah Dasar”. Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang digunakan explanatory research dengan metode Cross Sectional. Populasi ruang kelas SDK sang timur semarang dengan sampel ruang kelas berAC 4 kelas dan ruang Non AC 6 kelas. Variabel bebas dalam penelitian ini suhu, kelembaban dan pencahayaan ruang, sedangkan variabel terikat adalah

jumlah bakteri di udara. Data yang diperoleh dengan rata-rata jumlah bakteri pada ruang Non AC 14.67 koloni/m³, pada ruang berAC 84.25 koloni/m³. Pengukuran suhu pada ruang Non AC 31.01°C dan pada ruang ber AC yaitu 30.07°C. pengukuran kelembaban ruang Non AC 68.05% pada ruang ber AC 72.27%. Pencahayaan ruang kelas non AC 131.67 lux, pada ruang ber AC yaitu 108 lux. Jumlah bakteri pada semua ruang kelas memenuhi syarat. Suhu dan kelembaban semua ruang kelas tidak memenuhi syarat, sedangkan pencahayaan ruang 70% yang memenuhi syarat. Uji bakteri pada ruang AC dan Non AC p= 0.011. Uji hubungan suhu p= 0.058, kelembaban p= 0.082 dan pencahayaan p= 0.172.

2. Palawe (2015), dalam penelitian yang berjudul “Identifikasi Bakteri Aerob di Udara Ruang Operasi Instalasi Bedah Sentral (Ibs) Rsup Rof. Dr. R. D. Kandou Manado”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya bakteri aerob dan jenis lainnya di udara ruang operasi Instalasi Bedah Sentral (IBS) RSUP. Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Penelitian ini bersifat penelitian deskriptif prospektif yaitu untuk mendapatkan gambaran bakteri aerob di udara ruang operasi Instalasi Bedah Sentral (IBS) RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah *Staphylococcus Albus* ditemukan di media spesifik *Nutrientt Agar* (NA) dan *Agar Darah* (AD) sedangkan *Bacillus Subtilis* ditemukan di media spesifik *Agar Darah* (AD).
3. Iswadi (2014), melakukan penelitian tentang “Identifikasi Jenis Bakteri Udara di Ruangan Bersistem HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri

udara di ruangan bersistem *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (HVAC) di FKIP Unsyiah dan mengetahui pengaruh penggunaan sistem HVAC terhadap jenis bakteri udara, ruangan yang dijadikan sampel ruangan yang menggunakan *Air Conditioner* (AC) dan kipas angin. Identifikasi bakteri udara dilakukan di empat ruangan, masing-masing dua ruangan menggunakan AC dan dua ruangan menggunakan kipas angin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Pengumpulan data dilakukan dengan empat tahap yaitu isolasi bakteri, identifikasi makroskopik, purifikasi isolate bakteri, dan identifikasi mikroskopik. Hasil identifikasi diperoleh lima jenis bakteri. Jenis bakteri teridentifikasi di ruangan menggunakan AC adalah *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, dan *Pseudomonas*, sedangkan pada ruangan menggunakan kipas angin ditemukan *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus* dan bakteri *Spl*.

Tabel 3. Persamaan dan Perbedaan Penelitian di Ruangan Ber-AC

Nama	Persamaan	Perbedaan
1. Vindrahapsari (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Memakai ruangan ber-AC - Perlakuan pada setiap ruangan ber-AC - Bakteri udara 	<p>Penelitian yang digunakan explanatory research dengan metode Cross Sectional. Populasi ruang kelas SDK sang timur semarang dengan sampel ruang kelas berAC 4 kelas dan ruang Non AC 6 kelas. Variabel bebas pada penelitian ini suhu, kelembaban dan pencahayaan ruang, variabel terikat adalah jumlah bakteri di udara, sedangkan variabel terikat adalah jumlah bakteri udara.</p>

Nama	Persamaan	Perbedaan
2. Palawe (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Memakai ruangan ber-AC - Perlakuan pada setiap ruangan ber-AC - Bakteri udara 	<p>Penelitian ini bersifat penelitian deskriptif prospektif yaitu untuk mendapatkan gambaran bakteri aerob di udara ruang operasi Instalasi Bedah Sentral (IBS) RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado.</p>
3. Iswandi (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Memakai ruangan ber-AC - Perlakuan pada setiap ruangan ber-AC - Bakteri udara 	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri udara di ruangan bersistem <i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i> (HVAC) di FKIP Unsyiah dan mengetahui pengaruh penggunaan sistem HVAC terhadap jenis bakteri udara, ruangan yang dijadikan sampel ruangan yang menggunakan <i>Air Conditioner</i> (AC) dan kipas angin. Identifikasi bakteri udara dilakukan di empat ruangan, masing-masing dua ruangan menggunakan AC dan dua ruangan menggunakan kipas angin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif.</p>