

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikroorganisme Udara (Bioaerosol)

Bioaerosol merupakan materi partikulat bakteri yang berasal dari hewan ataupun tanaman, baik yang bersifat patogenik maupun non patogenik. Partikel bioaerosol yang tersuspensi di udara memiliki kisaran ukuran sebesar 0,5-30 μm (Irianto, 2002). Komponen penyusun udara meliputi bakteri, air, polen, debu, senyawa organik maupun senyawa anorganik. Mikroorganisme yang paling banyak memenuhi komponen udara bebas adalah bakteri, jamur dan mikro alga, dalam bentuk vegetatif atau generatif, umumnya berbentuk spora. Udara bukan merupakan medium tempat bakteri tumbuh, tetapi merupakan pembawa bahan partikulat, debu, tetesan air yang semua dapat sebagai tempat tumbuh bakteri. Kandungan udara dalam ruangan akan berbeda dengan luar ruangan. Bakteri dalam ruangan dipengaruhi oleh laju ventilasi, padatnya orang, taraf kegiatan orang yang menempati ruangan tersebut. Flora bakteri yang terdapat di udara bersifat sementara dan beragam (Waluyo, 2005).

Udara tidak mengandung komponen nutrisi yang penting untuk bakteri, adanya bakteri udara kemungkinan terbawa oleh debu, tetesan uap air kering ataupun terhembus oleh tiupan angin. Bakteri yang berasal dari udara biasanya akan menempel pada permukaan tanah, lantai, maupun ruangan. Mikroorganisme yang berasal dari udara yang terutama mengakibatkan infeksi di rumah sakit misalnya *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Pneumococcus*, *Coliform*, virus hepatitis, *Clostridium* sp. (Lay, 1992).

Bakteri dapat tersuspensikan sementara dalam bahan partikulat atau terbawa oleh partikel debu dan tetesan cairan baik yang berukuran besar ataupun kecil. Jumlah dan tipe bakteri yang mengkontaminasi udara ditentukan oleh sumber kontaminasi, misalnya dari orang yang batuk atau bersin. Organisme yang terbawa oleh udara dapat terangkut sejauh beberapa meter atau beberapa kilometer, ada sebagian yang mati dalam hitungan detik sedangkan yang lain dapat bertahan

hidup lama. Ketahanan hidup yang berbeda-beda dari suatu bakteri di udara ditentukan oleh keadaan lingkungan seperti keadaan atmosfer, kelembaban, cahaya, suhu, ukuran partikel pembawa mikroorganisme tersebut serta ciri-ciri mikroorganisme itu sendiri terutama ketahanan terhadap keadaan fisik di atmosfer. Beberapa metode penangkapan bakteri udara antara lain dengan cara sedimentasi dan alat penangkap udara (*air sampler*) (Pelczar, 1988).

Komponen-komponen penyusun bioaerosol diantaranya ialah jamur, virus dan bakteri. Udara tidak mempunyai flora alami, mikroorganisme tersebut hanya tinggal sementara mengapung di udara dan terbawa bersama dengan debu. Jumlah dan macam mikroorganisme dalam suatu volume udara bervariasi sesuai dengan lokasi, kondisi dan jumlah orang yang ada. Tipe-tipe bakteri yang hidup di udara meliputi bakteri pembentuk spora dan bukan pembentuk spora, basil gram positif, *coccus* gram positif dan basil gram negatif. Golongan jamur dominan yang bisa didapati dalam suatu ruang adalah dari genus *Trichosporon*, *Moniliella*, *Trichoderma* dan *Aspergillus*, sedangkan golongan bakteri dominan adalah dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* (Waluyo, 2005).

Ada banyak faktor yang mempengaruhi bioaerosol yang menentukan seberapa baik bagi kesehatan manusia. Faktor-faktor tersebut meliputi kehadiran dan efisiensi dari alat penyaring udara, desain dan operasi sistem sirkulasi udara, kesehatan dan ke higienisan dari penghuni ruangan, komponen udara yang bersih sekitar bangunan, tipe pencahayaan, temperatur, dan kelembapan udara relatif (Maier, 2005).

2.2. Infeksi Nosokomial

Infeksi nosokomial atau disebut juga *Hospital Acquired Infection* (HAI) adalah infeksi yang didapatkan dan berkembang selama pasien di rawat di rumah sakit (WHO, 2004). Sumber lain mendefinisikan infeksi nosokomial merupakan infeksi yang terjadi di rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan setelah dirawat 2 x 24 jam. Sebelum dirawat, pasien tidak memiliki gejala tersebut dan tidak dalam masa inkubasi. Infeksi nosokomial bukan merupakan dampak dari infeksi penyakit yang telah dideritanya. Pasien, petugas kesehatan, pengunjung dan penunggu pasien merupakan kelompok yang paling beresiko terjadinya infeksi nosokomial, karena infeksi ini dapat menular dari pasien ke petugas

kesehatan, dari pasien ke pengunjung atau keluarga ataupun dari petugas ke pasien (Husain, 2008).

Pasien akan terpapar berbagai macam mikroorganisme selama ia dirawat di rumah sakit. Kontak antara pasien dan berbagai macam mikroorganisme ini tidak selalu menimbulkan gejala klinis karena banyaknya faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya infeksi nosokomial. Kemungkinan terjadinya infeksi tergantung pada karakteristik mikroorganisme, resistensi terhadap zat-zat antibiotika, tingkat virulensi, dan banyaknya materi infeksius. Semua mikroorganisme termasuk bakteri, virus, jamur dan parasit dapat menyebabkan infeksi nosokomial. Infeksi ini dapat disebabkan oleh mikroorganisme yang didapat dari orang lain (*cross infection*) atau disebabkan oleh flora normal dari pasien itu sendiri (*endogenous infection*) (Ducel, 2002).

Menurut Obbard *et al.* (2002) terdapat beberapa bakteri yang umumnya terdapat di dalam ruangan rumah sakit, yaitu: *Staphylococcus* sp., *Corynebacterium* sp., *Escherichia coli* dan *Enterobacter* (Tabel 1).

Tabel 1. Genera mikroorganisme dari sampel udara di dalam ruangan rumah sakit di bagian barat daya Singapura

NO	Mikroorganisme	Pewarnaan Gram	Lokasi
1	<i>Staphylococcus</i>	+	Bangsar
2	<i>Corynebacterium</i>	+	Bangsar
3	<i>Acinetobacter</i>	-	Bangsar
4	<i>Moraxella</i>	-	Lobi
5	<i>Bacillus</i>	+	Lobi
6	<i>Pseudomonas stutzerry</i>	-	Bangsar
7	<i>Escherichia coli</i>	-	Lobi
8	<i>Actinomyces</i>	+	Farmasi
9	<i>Enterobacter</i>	+	Lobi
10	<i>Alcaligenes</i>	-	Bangsar

Tabel 1 memperlihatkan bahwa bakteri yang diperoleh dari penelitian tersebut sebagian merupakan bakteri yang berasosiasi dengan mikroflora normal dari kulit, dan dapat juga berasal dari tanah dan air. Selain itu terdapat bakteri patogen oportunistik yang dapat menular melalui pernapasan dan menyebabkan infeksi tertentu pada individu yang rentan seperti pasien *imunokompromis* (Obbard *et al.*, 2002).

Tindakan atau upaya pencegahan penularan penyakit infeksi adalah tindakan yang paling utama. Upaya pencegahan ini dapat dilakukan dengan cara

memutuskan rantai penularannya. Rantai penularan adalah rentetan proses berpindahnya mikroba patogen dari sumber penularan (*reservoir*) ke pejamu dengan/ tanpa media perantara. Jadi, kunci untuk mencegah atau mengendalikan penyakit infeksi adalah mengeliminasi mikroba patogen yang bersumber pada *reservoir* serta mengamati mekanisme transmisinya (Darmadi, 2008).

2.3. Bakteri Filosfer

Keragaman bakteri bisa dilihat dari berbagai sudut pandang seperti: morfologi, fisiologi, dan genetik. Tiap-tiap habitat yang berbeda memberikan keragaman yang berbeda pula. Contoh habitat yang sering dihuni oleh bakteri adalah daun. Tiap tanaman mempunyai daun yang berbeda, baik dari segi bentuk, ukuran, maupun eksudat yang dikeluarkannya. Perbedaan tersebut menyebabkan bakteri yang menghuninya juga berbeda, meskipun pada tanaman tertentu ditemukan populasi bakteri yang sama (Widyawati, 2013).

Filosfer merupakan salah satu habitat mikroorganisme saprofit. Beberapa di antaranya merupakan mikroorganisme antagonis. Populasi bakteri yang menghuni permukaan daun disebut dengan filoplen (*phyllo*= daun, *plane*= permukaan). Pemakaian istilah filosfer lebih disukai karena cakupannya lebih luas (Preece, 1971).

Bakteri merupakan kelompok mikroba yang paling dominan di filosfer. Perbedaan ukuran populasi disebabkan oleh adanya fluktuasi yang besar pada kondisi fisik dan nutrisi di filosfer. Hal ini karena lingkungan filosfer sangat terpengaruh oleh angin dan hujan sehingga nutrisi yang melekat pada daun akan tergantung kepada kecepatan angin dan curah hujan. Di samping itu, jenis tanaman diduga juga mempengaruhi daya dukung daun terhadap mikroba (*microbial carrying capacity*). Hasil isolasi bakteri dari tumbuhan berdaun lebar seperti ketimun dan kacang polong memiliki total populasi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang diisolasi dari rumput-rumputan atau tumbuhan berdaun lebar yang memiliki lapisan lilin tebal (Kinkel, 2000).

Bakteri yang mendiami permukaan daun sangat bervariasi sesuai dengan jenis tanamannya oleh karena setiap tanaman menghasilkan eksudat tertentu yang sesuai dengan bakteri tertentu. Koloni mikroorganisme berbeda-beda, sesuai dengan jenis tanaman dan jaringan yang didiaminya, seperti daun, akar ataupun

bunga. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keragaman mikroorganisme yang mendiami permukaan daun, yaitu radiasi ultra violet, kelembapan, kecepatan angin dan sumber nutrisi. Komunitas bakteri filosfer yang tidak ternaungi kanopi atau setengah ternaungi, akan sangat dipengaruhi oleh radiasi ultra violet. Adanya radiasi ini menyebabkan dihasilkannya dua jenis mikroorganisme filosfer, yaitu mikroorganisme sensitif ultraviolet (UV) dan mikroorganisme yang toleran terhadap ultraviolet. Bakteri yang toleran terhadap UV adalah bakteri yang memiliki pigmen. Pigmen bakteri meliputi merah muda, orange dan kuning (Sundin dan Jacob, 2001).

Keragaman bakteri filosfer juga sangat dipengaruhi oleh kelembapan dan kecepatan angin. Kelembapan dapat diperoleh dari air hujan dan embun. Kelembapan ini dapat hilang disebabkan oleh temperatur, angin dan aktivitas sel tanaman. Kelembapan dan kecepatan angin mempengaruhi mobilitas bakteri, yang akhirnya dapat menentukan keberadaan bakteri. Hal lain yang dapat menentukan keragaman dan keberadaan bakteri filosfer, yaitu nutrisi. Kelimpahan nutrisi pada daun dapat mengindikasikan keberadaan mikroorganisme, terutama sumber karbon dan sumber nitrogen (Lindow *et al.*, 2006).

Thompson *et al.* (1991) menganalisis sebanyak 1.236 strain bakteri dari daun muda, daun dewasa (aktif fotosintesis) dan daun yang menguning pada gula bit. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada daun yang muda memiliki jumlah genera lebih beragam dibandingkan dengan daun yang tua. Menurunnya jumlah genera tersebut disebabkan lingkungan alami (angin, hujan, cahaya matahari) di filosfer yang melakukan seleksi terhadap bakteri yang mengkoloni daun.

2.4. Interaksi Tumbuhan dan Bakteri

Menurut beberapa ilmuwan, area kontak antara bakteri dengan tanaman dibedakan menjadi dua, filosfir merupakan area kontak tanaman dengan bakteri udara dan rizosfir merupakan kontak bakteri dengan tanaman yang berada di dalam tanah. Bakteri yang berinteraksi dengan bagian atas tanah tanaman dibedakan menjadi filosfir (berada di permukaan daun) dan epifit (mengkoloni bagian jaringan dalam tanaman), sedangkan bakteri dalam tanah dibedakan

menjadi rizoplen (menempel pada akar) dan endofit (berada dalam sel-sel akar). Peranan utama bakteri tersebut adalah membantu tanaman mendapatkan unsur hara dan sebagai anti bakteri bagi patogen yang merugikan tanaman inangnya. Keuntungan yang didapat oleh bakteri adalah mendapat habitat dan memperoleh suplai makanan dari tanaman (Widyawati, 2013).

Permukaan tanaman yang mengalami kontak dengan udara memuat berbagai macam bakteri, sebagian diantaranya mungkin berpotensi sebagai pengganggu tanaman, namun sebagian lainnya merupakan bakteri yang menguntungkan. Terdapat dua bakteri yang mengkoloni filosfir yaitu bakteri filosfir dan bakteri epifit. Bakteri filosfir merupakan koloni bakteri udara yang ditemukan pada permukaan tanaman (daun, kulit dan batang), sedangkan bakteri yang ditemukan pada jaringan bagian dalam tanaman disebut bakteri epifit. (Lindow *et al.*, 2003).

Area terjadinya interaksi antara bakteri udara (bioaerosol) dengan bagian tanaman yang terletak di atas permukaan tanah diberi istilah filosfer. Permukaan daun sudah lama dikenal sebagai lingkungan yang dapat dikoloni oleh banyak genera bakteri. Hal ini karena pada permukaan daun melekat partikel-partikel debu dan air. Debu berasal dari lapisan atas permukaan tanah yang diterbangkan oleh angin dan melekat pada permukaan daun sehingga mengandung unsur-unsur hara terbatas yang diperlukan oleh bakteri. Adapun air datang dari embun dan hujan yang dapat memelihara suhu dan kelembaban yang sesuai bagi pertumbuhan bakteri (Widyawati, 2013).

2.5. Tanaman Ornamental

Tanaman sebagai ornamen atau penghias adalah tanaman yang mempunyai warna menarik pada bunga, daun, kulit batang atau dahan, serta yang bertajuk indah. Kehadiran tanaman pengisi ruang cenderung menjadi *point of interest* (Mutfianti, 2011). Selain itu, tanaman ornamental memiliki kegunaan sekunder, yaitu sebagai pengontrol pemandangan (*visual control*), penghalang secara fisik (*physical barriers*), pengontrol iklim (*climate control*), pelindung dari erosi (*erotion control*) dan memberikan nilai estetika (*aesthetics values*). Pada umumnya, istilah tanaman ornamental digunakan untuk kepuasan astetika, misalnya dalam bentuk sulur, daun, bunga dan buah (Rosen, 1990).

Beberapa tanaman yang sering digunakan di dalam ruangan ialah *Ficus elastica*, *Philodendron bipinnatifidum* dan *Aglaonema simplex*.

a. *Ficus elastica* (Karet hias)

Ficus elastica atau karet hias adalah tanaman hias populer di dunia yang termasuk ke famili *Moraceae*. Tanaman ini dapat tumbuh di dalam ruangan dengan suhu yang rendah dan di luar ruangan dengan iklim tropis (Starr *et al.*, 2003). Habit pohon, tinggi tanaman bias mencapai 8-40 m, namun untuk di dalam ruangan dapat diperpendek dengan pemangkasan rutin. Daun tunggal, pertulangan daun menyirip, panjang helai daun 8-12 cm, berselang-seling, bertangkai cukup panjang, bentuk memanjang atau oval, kerap kali dengan pangkal tumpul dan ujung meruncing, tepi daun rata, permukaan atas berwarna hijau tua dan mengkilat, permukaan bawah lebih muda dan buram, dapat juga ditanam sebagai tanaman hias dalam pot (Gambar 1) (Steenis, 2003).



Gambar 1. *Ficus elastica*

Sumber: <http://fp.unram.ac.id/>

b. *Philodendron bipinnatifidum*

Philodendron merupakan tanaman dari famili *Araceae*. Tanaman ini tidak terlalu membutuhkan cahaya matahari secara penuh. *Philodendron* akan tahan lama bila ditaruh di dalam ruangan. Daun berwarna hijau tua, tunggal, tepi daun berlekuk, panjang helai daun bisa mencapai 1,5 m yang menempel pada tangkai daun yang panjang dan licin (Gambar 2) (Sari, 2010).



Gambar 2. *Philodendrom bipinnatifidum*
Sumber : www.gopixpic.com

c. Aglaonema simplex (Sri Rejeki Hutan)

A. simplex merupakan tanaman hias populer dari suku talas-talasan atau *Araceae*. Ciri tanaman *A. simplex* ialah habit herba, daun elips, lanset dengan pangkal membundar, berwarna hijau, tepi daun rata hingga agak bergelombang, batang tegak dan tinggi hingga 1,2 m kadang bisa mencapai 3 m, spadix (tongkol), spadix sama panjang atau agak lebih panjang dari seludangnya, tegak, buah matang berwarna oranye hingga merah (Gambar 3) (Asih *et al.*, 2014).



Gambar 3. *Aglaonema simplex*
Sumber : www.wikipedia.org

2.6. Bakteri Filosfer sebagai Antibakteri

Substansi antibakteri adalah bahan alam atau sintetik yang mematikan atau menghambat pertumbuhan bakteri. Antibakteri merupakan produk dari metabolisme sekunder dalam konsentrasi minimal (Madigan *et al.*, 2000). Antibakteri merupakan salah satu fenomena antagonisme yang menggambarkan

matinya, rusaknya, atau terhambatnya pertumbuhan bakteri oleh pengaruh bakteri lain (Kasim *et al.* 2005).

Penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari bakteri endofit telah banyak dilakukan, seperti pada penelitian bakteri endofit tanaman obat *Gynura procumbens* yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Candida albicans*, *E.coli*, *Pseudomonas* sp. dan *B.subtilis* (Simarmata *et al.*, 2007). Ditemukan pula aktivitas antibakteri dari bakteri endofit tanaman mangrove *Brugulera gymnorhiza*, aktivitas antibakteri bakteri endofit dari tanaman *Morinda citrifolia* (Kumala & Siswanto, 2007), serta aktivitas antibakteri dan antibiotik dari bakteri endofit *Andrographis paniculata* (Arunachalam & Gayathri, 2010).

2.7. Teknik Pengujian Aktivitas Antimikroba

Daya antimikroba diukur secara *in vitro* agar dapat ditentukan kemampuan suatu zat antimikrobia. Adanya fenomena ketahanan tumbuhan secara alami terhadap mikroorganisme menyebabkan pengembangan sejumlah senyawa yang berasal dari tanaman yang mempunyai kandungan antibakteri dan antifungi (Griffin, 1981). Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran. *Disc diffusion test* atau uji difusi cakram dilakukan dengan mengukur diameter zona bening (*clear zone*) yang merupakan petunjuk adanya respon penghambatan pertumbuhan bakteri oleh suatu senyawa antibakteri dalam ekstrak. Syarat jumlah bakteri untuk uji sensitivitas yaitu 10^5 - 10^8 cfu/ml (Hermawan *et al.*, 2007).

Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan. Metode difusi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu metode silinder, metode lubang (sumur) dan metode cakram kertas. Metode lubang (sumur) yaitu membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diinjeksikan dengan ekstrak yang akan diujii. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang (Kusmayati dan Agustini, 2007).