

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Mikroorganisme Di Udara

1. Konsep pencemaran udara dalam ruang

Pencemaran udara dalam ruangan merupakan proses masuknya zat, energi dan atau komponen lain ke dalam udara suatu ruangan baik berupa bahan padat, cair, maupun gas. Masalah pencemaran udara dalam ruangan ini cenderung menjadi masalah disebabkan manusia lebih sering berada di dalam ruangan, disaat yang sama, ruangan yang memiliki besar dan luas yang terbatas membuat udara cenderung terhalang untuk bergerak, sehingga polutan yang terbawa lebih lama terperangkap dalam ruang. Pencemaran udara dalam ruangan tidak berhubungan langsung dengan kondisi emisi global namun berdampak pada keterpaparan seseorang yang berada dalam ruangan tersebut. (Sari, Siahaan and Swandito, 2022)

2. Jenis-jenis mikroorganisme yang mencemari udara

Kuman adalah mikroorganisme atau jasad hidup yang sangat kecil ukurannya, sulit diamati tanpa alat pembesar, berukuran beberapa micron dan meliputi bakteri, jamur algae, protozoa, maupun kuman. Berikut jenis-jenis mikroorganisme yang berada di udara:(Imaniar, Apriliana and Rukmono, 2013)

a. Bakteri

Bakteri adalah kelompok mikroorganisme prokariotik yang umumnya memiliki ukuran mikroskopis dan tidak memiliki inti sel yang terkandung dalam membran nukleus seperti pada sel eukariotik. Meskipun bakteri memiliki struktur sel yang lebih sederhana dibandingkan dengan sel eukariotik, mereka tetap merupakan

bentuk kehidupan yang sangat penting dan beragam. (Zainal, Selvianti and Herlinda, 2022)

b. *Micrococcus sp*

Bakteri jenis ini terdapat pada kulit manusia, dan ditemukan pada area dengan okupansi tinggi atau pada area dengan ventilasi ruang kurang baik. Bakteri ini dapat dihilangkan dengan sistem ventilasi yang baik dan proses pembersihan dengan penyedotan debu dan sejenisnya.

c. *Bacillus sp*

Bakteri jenis ini tergolong tidak berbahaya dan diasosiasikan dengan tanah dan debu. Media yang baik bagi pertumbuhan bakteri jenis ini pada permukaan yang berdebu dan keras.

d. *Staphylococcus sp*

Staphylococcus adalah genus bakteri yang terdiri dari bakteri Gram-positif, sferis, atau kokus, yang biasanya ditemukan dalam bentuk kelompok seperti "bercak anggur." Beberapa spesies Staphylococcus dapat menyebabkan infeksi pada manusia dan hewan.

e. Batang gram positif

Batang batang Gram positif adalah jenis bakteri yang memiliki bentuk dan muncul ungu saat pewarnaan dengan pewarnaan Gram. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan kompleks, yang memberikan sifat positif pada pewarnaan Gram.

f. Batang gram negatif

Batang Gram batang negatif adalah jenis bakteri yang memiliki bentuk dan muncul merah atau merah muda saat diwarnai dengan pewarnaan Gram. Bakteri

Gram negatif memiliki dinding sel yang tipis dan kompleks, dan mereka memiliki dua lapisan membran sel, yang membuat mereka lebih resisten terhadap beberapa antibiotik daripada bakteri gram positif.

g. Jamur

Jamur adalah kelompok mikroorganisme eukariotik yang mencakup berbagai bentuk dan ukuran. Ada ribuan spesies jamur yang dikenal, dan mereka dapat ditemukan di berbagai lingkungan, baik darat maupun udara. Jamur dapat membahayakan kesehatan manusia dengan penyebaran spora di udara dan terhirup melalui proses inhalasi. Beberapa jenis jamur dapat bersifat patogen dan menimbulkan efek toksik pada manusia dan vertebrata lainnya. Paparan material berjamur yang berulang sampai kuantitas tertentu dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan atau alergi pada beberapa individu. Pada umumnya, sebagian besar jamur dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang lembab. Selain itu, air juga menjadi faktor penting lainnya. Air membantu proses difusi dan pencernaan. Selain itu, air juga mempengaruhi substrat pH dan osmolaritas dan merupakan sumber dari hidrogen dan oksigen, yang dibutuhkan selama proses metabolisme. Pertumbuhan suatu jamur ditentukan oleh water activity (a_w), yaitu kandungan air dari suatu substrat. (Saragih *et al.*, 2023)

B. Angka Kuman Udara

1. Definisi angka kuman udara

Angka kuman udara adalah parameter yang mengukur jumlah mikroorganisme atau partikel tertentu yang terdapat dalam suatu volume udara pada suatu waktu dan tempat tertentu. Ini mencakup berbagai mikroba seperti bakteri, jamur, dan virus, serta partikel lain yang bisa menjadi kontaminan dalam udara.

Angka kuman udara sering diukur dalam satuan tertentu, seperti jumlah unit pembentuk koloni (CFU/m³). Angka ini mencerminkan konsentrasi mikroorganisme atau partikel dalam udara dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kebersihan udara dalam berbagai lingkungan, termasuk laboratorium, fasilitas medis, ruang operasi, dan industri farmasi.(Yanti *et al.*, 2020)

Standar angka kuman udara sangat diperlukan dalam pelaksanaan pengukuran angka kuman udara sehingga dapat diketahui apakah ruangan tersebut telah memenuhi syarat angka kuman udara. Pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 tentang SBMKL parameter mikrobiologi udara menjamin kualitas udara ruangan memenuhi ketentuan angka kuman dengan indeks angka kuman untuk setiap ruang atau unit seperti table berikut(Indonesia, 2023):

Tabel 1 SBMKL Mikrobiologi Udara di Fasilitas Kesehatan

No	Ruang	Kosentrasi Maksimum Mikroorganisme per m ³ udara (CFU/m ³)
1.	Ruang operasi kosong	35
2.	Ruang operasi dengan aktivitas	180
3.	Ruang operasi <i>ultraclean</i>	10

Sumber: Permenkes 2 Tahun 2023

Pemeriksaan jumlah mikroba udara menggunakan alat pengumpul udara (*air sampler*), diperhitungkan dengan rumus seperti berikut:

$$\text{Jumlah mikroba CFU/m}^3 = \frac{\text{Jumlah koloni (total colonies)} \times 10^3}{\text{Kecepatan aliran} \times \text{waktu dalam menit}}$$

2. Faktor yang mempengaruhi angka kuman

Angka kuman udara atau tingkat keberadaan mikroorganisme di udara pada ruang terutama rumah sakit dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi angka kuman udara terutama di rumah sakit meliputi:

a. Kepadatan pasien

Rumah sakit dengan kepadatan pasien yang tinggi cenderung memiliki risiko penularan infeksi yang lebih besar. Kontak dekat antar pasien dapat meningkatkan kemungkinan penyebaran kuman. (Program *et al.*, 2022)

b. Kebersihan personal dan praktik perawatan

Kebersihan tangan dan pakaian petugas kesehatan serta kepatuhan terhadap protokol kebersihan sangat mempengaruhi angka kuman. Penggunaan alat pelindung diri, seperti sarung tangan dan masker, dapat membantu mencegah kontaminasi.

c. Sterilisasi dan desinfeksi

Proses sterilisasi dan desinfeksi peralatan medis dan lingkungan rumah sakit penting untuk mencegah penularan infeksi dari satu pasien ke pasien lainnya.

d. Kualitas udara dan ventilasi

Sistem ventilasi dan kualitas udara di ruang perawatan kesehatan dapat mempengaruhi penyebaran kuman melalui udara. Filter udara dan pemeliharaan peralatan ventilasi dapat membantu mengurangi kontaminasi udara.

e. Kualitas air

Pemantauan dan pengelolaan kualitas air di rumah sakit penting untuk mencegah penyebaran infeksi melalui air, terutama pada area seperti ruang operasi dan unit perawatan intensif.

f. Kebersihan lingkungan

Kebersihan umum dan perawatan lingkungan rumah sakit, termasuk lantai, dinding, dan furniture, berpengaruh pada tingkat kebersihan dan pengendalian infeksi.

g. Isolasi pasien

Pasien yang menderita penyakit menular sering diisolasi untuk mencegah penularan infeksi ke pasien lain. Isolasi pasien memerlukan pemantauan ketat dan langkah-langkah kebersihan yang ketat.

h. Penggunaan antibiotic

Penggunaan antibiotik yang berlebihan atau tidak tepat dapat menyebabkan perkembangan bakteri resisten, yang dapat meningkatkan risiko infeksi nosokomial.

i. Pendidikan dan pelatihan

Pelatihan yang baik untuk petugas kesehatan, pasien, dan keluarga tentang praktik kebersihan dan pencegahan infeksi dapat meningkatkan kesadaran dan kepatuhan.

j. Kontrol infeksi nosokomial

Program pengendalian infeksi yang efektif, termasuk pemantauan dan pelaporan infeksi nosokomial, membantu mengidentifikasi dan mengatasi risiko infeksi.

Semua faktor ini bersinergi dan memerlukan pendekatan terpadu untuk mencapai lingkungan rumah sakit yang bersih dan aman. Upaya kolaboratif antara staf medis, petugas kebersihan, dan manajemen rumah sakit sangat diperlukan untuk mengoptimalkan pengendalian infeksi di lingkungan perawatan kesehatan.

Kegiatan atau bahan kimia tertentu di lingkungan dapat menjadi sumber kontaminasi udara. Misalnya, asap rokok, bahan kimia industri, atau debu yang mengandung kuman.

C. Infeksi Nosokomial

1. Pengertian infeksi nosokomial

Infeksi nosokomial, juga dikenal sebagai infeksi rumah sakit atau infeksi terkait perawatan kesehatan, merujuk pada infeksi yang didapat oleh pasien selama perawatan di fasilitas kesehatan, seperti rumah sakit, klinik, atau panti jompo. Infeksi ini dapat terjadi selama atau setelah perawatan medis dan dapat berasal dari mikroorganisme yang ada di lingkungan perawatan kesehatan. Beberapa faktor yang dapat meningkatkan risiko infeksi nosokomial melibatkan interaksi antara pasien, lingkungan rumah sakit, dan praktik perawatan kesehatan. (Faisal Sommeng *et al.*, 2019)

Infeksi nosokomial (*healthcare Associated Infections*) adalah infeksi yang terjadi pada pasien selama menjalani perawatan di rumah sakit dan fasilitas pelayanan kesehatan lainnya dimana ketika masuk tidak terjadi infeksi dan tidak dalam masa inkubasi, termasuk infeksi di dalam rumah sakit akan tetapi muncul setelah pasien pulang dari rumah sakit dan tenaga kesehatan terkait proses pelayanan kesehatan di fasilitas pelayanan kesehatan. HAIs merupakan infeksi yang terjadi di pelayanan kesehatan (rumah sakit) yang disebabkan oleh mikroorganisme yang berasal dari pelayanan kesehatan tersebut.

2. Sumber infeksi nosokomial

a. Penularan secara kontak

Penularan *Healthcare-Associated Infections* (HAIs) secara kontak langsung terjadi ketika mikroorganisme patogen, seperti bakteri, virus, atau jamur, ditularkan dari satu orang ke orang lain melalui kontak fisik atau sentuhan. Beberapa contoh penularan HAIs secara kontak langsung melibatkan kontak tangan ke tangan. (Herawati *et al.*, 2023)

b. Penularan melalui *common vehicle*

Penularan melalui sarana umum dalam konteks infeksi nosokomial Merujuk pada penyebaran mikroorganisme patogen dari satu sumber umum atau media tertentu ke beberapa orang dalam fasilitas kesehatan. Bahan pembawa umum dapat berupa berbagai benda atau zat yang membawa mikroorganisme dan berpotensi menyebabkan infeksi nosokomial pada pasien atau staf kesehatan.

c. Penularan melalui udara dan *inhalasi*

Penularan ini terjadi bila mikroorganisme mempunyai ukuran yang sangat kecil sehingga dapat mengenai penjamu dalam jarak yang cukup jauh dan melalui saluran pernafasan. Misalnya mikroorganisme yang terdapat dalam sel-sel kulit yang terlepas (*Staphylococcus* sp) dan tuberculosis.

d. Penularan dengan perantara vector

Penularan ini dapat terjadi secara eksternal maupun internal. Disebut penularan secara eksternal bila hanya terjadi pemindahan secara mekanis dari mikroorganisme yang menempel pada tubuh vector, misalnya *Shigella* dan *Salmonella* oleh lalat.

D. Pemeriksaan Bakteri Udara

Pada bakteri yang diteliti, biasanya akan disediakan media kultur agar bakteri hidup pada media tersebut yang ditandai dengan adanya suatu koloni. Koloni merupakan perkumpulan dari makhluk hidup yang sama yang menempati suatu tempat, yang hidupnya dekat dan saling bergantung. Beberapa bakteri memiliki ciri koloni yang khas, baik dilihat dari segi bentuknya, elevasi, tepi koloni. Sifat koloni dalam suatu media agar memiliki bentuk seperti titik titik, hingga berkumpul membentuk pola lingkaran, berserat seperti benang, tak teratur, membentuk kumparan, dan lain sebagainya. (ISO14698-1, 2003)

Bentuk bentuk koloni pun dibedakan dalam beberapa seperti dalam segi elevasi berupa convex, flat, datar, cembung di tengah, flat dengan pinggiran cembung dan terangkat, Untuk metode kultur koloni pada media kultur ini, terdapat beberapa macam metode kultur untuk menghitung mikroorganisme di udara yang diklasifikasikan berdasarkan prinsip kerjanya. Semua metode kultur menggunakan suatu media pertumbuhan yang dapat berupa agar dalam cawan petri atau agar strips untuk menumbuhkan mikroorganisme yang terjebak. Berikut metode kultur koloni tersebut terbagi sebagai berikut:(ISO14698-1, 2003)

1. Metode *Pasif*

Metode *pasif settle plate* adalah salah satu metode kultur mikroorganisme yang digunakan untuk mengukur jumlah dan jenis mikroba yang terdapat di udara. Metode ini melibatkan penempatan media kultur (seperti agar) pada suatu permukaan datar yang disebut settle plate, biasanya diletakkan di tempat yang diinginkan untuk mengukur konsentrasi mikroorganisme di udara. Berikut langkah-langkah umum dalam metode pasif settle plate:

b. Persiapan Media Kultur

Persiapkan media kultur yang sesuai, seperti agar nutrien, dan tuangkan ke dalam cawan petri atau wadah datar lainnya. Media ini akan digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme yang terendap di atasnya.

c. Penempatan *Settle Plate*

Tempatkan settle plate di lokasi yang ingin diuji, biasanya diletakkan di posisi yang strategis agar dapat menangkap mikroorganisme dari udara.

d. Penutupan *Settle Plate*

Tutup *settle plate* setelah periode penempatan untuk mencegah kontaminasi tambahan dan untuk memastikan bahwa mikroorganisme yang terjebak di udara terendap di atas media kultur.

e. Inkubasi

Setelah *settle plate* ditutup, inkubasikan pada suhu dan kondisi yang sesuai untuk memungkinkan mikroorganisme tumbuh dan membentuk koloni.

f. Pengamatan dan perhitungan

Setelah periode inkubasi selesai, amati dan hitung koloni mikroorganisme yang tumbuh pada media kultur. Koloni yang muncul dapat memberikan indikasi jumlah dan jenis mikroba di udara.

Metode *pasif settle plate* dapat memberikan informasi tentang tingkat kontaminasi mikroba di udara pada suatu lokasi tertentu. Namun, perlu diingat bahwa hasilnya dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu inkubasi, suhu inkubasi, dan jenis media kultur yang digunakan.