



**MODUL 1
HYGIENE INDUSTRI
(IKK354)**

**Materi Pertemuan 13
Study Kasus Implementasi AREP (Bahaya
Biologi)**

**Disusun Oleh
Eka Cempaka Putri, SKM, MKKK**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2018**

STUDI KASUS AREP BAHAYA BIOLOGI

A. Pendahuluan

Pada tahun 2013, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mencatat 2.998.766 kasus penyakit pada pekerja. Dari dua juta lebih kasus penyakit pada pekerja hanya 428.884 kasus yang diasosiasikan dengan penyakit akibat kerja. Jumlah yang sangat sedikit dibandingkan dengan total tenaga kerja dari sektor formal maupun informal. Kurangnya jumlah dokter-dokter yang mampu menganalisis penyakit akibat kerja dan industrial hygienist di perusahaan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kurangnya data terkait penyakit akibat kerja.

Penyakit akibat kerja yang terjadi di perusahaan dipengaruhi oleh berbagai kontaminan di tempat kerja. Kontaminan yang paling signifikan menyebabkan penyakit akibat kerja adalah kontaminan dari bahaya biologi. Mikroorganisme hidup di lingkungan pekerjaan menjadi faktor utama yang menyebabkan sakit pada pekerja, namun hal ini jarang terdeteksi sebagai penyakit akibat kerja.

Modul ini memberikan informasi kepada pembaca mengenai gambaran bahaya biologi di tempat kerja dan contoh studi kasus yang terjadi di tempat kerja dalam hal ini di rumah sakit. Modul ini merupakan bagian dari modul hygiene industry secara keseluruhan dan modul ini memberikan panduan kepada calon-calon industrial hygienist dalam melakukan Antisipasi, Rekognisi, Evaluasi dan Pengendalian bahaya biologi dan mengetahui contoh implementasinya.

B. Kompetensi Dasar

- Mengetahui tipe mikroorganisme dalam bahaya biologi
- Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi paparan dan infeksi
- Mengetahui penyakit terkait bahaya biologi yang terdapat di tempat kerja
- Metode pengendalian bahaya yang dapat dilakukan
- Contoh studi kasus bahaya biologi di tempat kerja

C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa mampu menguraikan suatu studi kasus yang berkaitan dengan Implementasi AREP pada bahaya biologi di tempat kerja

D. Kegiatan Belajar 1

Studi Kasus AREP Bahaya Biologi

1. Uraian dan contoh

- Tipe Mikroorganisme

Di dalam lingkungan kerja banyak di temui berbagai mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit akibat kerja. Berikut ini contoh lingkungan kerja dan mikroorganisme patogen di dalamnya :

- Di perkantoran terdapat jamur dalam sistem pendingin udara, virus flu dan influenza dari rekan kerja, *sick building syndrome* (tidak spesifik dan dapat disebabkan oleh bakteri, virus dan alergen)
- Rumah Sakit terdapat paparan virus hepatitis (B, C dan jenis lain yang terus ditemukan), virus HIV dari darah dan cairan tubuh pasien/jaringan, penyakit pasien ditularkan oleh rute pernapasan (misalnya tuberkolosis).
- Diagnostik dan laboratorium penelitian. Berbagai infeksi yang didapatkan dari sampel darah, urin atau spesimen lain dari pasien, terutama jika di duga mengandung penyakit. (misalnya pada kejadian kasus Q-fever ketika pasien mengalami gejala seperti influenza. Infeksi dapat juga ditularkan melalui mikroorganisme tertentu yang mudah ditularkan melalui rute pernapasan.
- Rumah Potong hewan (Q-fever)
- Industri pembuatan makanan . bakteri salmonella dan shigella dapat ditemukan pada makanan yang terkontaminasi dan menyebabkan diare
- Peternakan, tempa penelitian hewan, laboratorium veteriner. Dapat terkontaminasi dengan penyakit yang mempengaruhi hewan dan manusia seperti ecthyma yang menular dari domba, penyakit newcastle dari unggas (infeksi virus lain), anthrax, psitacosis dan trachoma.

Seorang industrial hygienist harus melakukan antisipasi terkait hal diatas dengan melakukan pengenalan lingkungan kerja, situasi pekerjaan yang berpotensi untuk terjadi penyebaran kontaminan mikroorganisme, mencari dan menganalisis dampak kesehatan dan melakukan pengendalian untuk meminimalkan risiko jika diperlukan. Dalam rangka kegiatan hygiene industri ini seorang industrial hygienist harus mengetahui mikroorganisme patogen yang mungkin terdapat dalam lingkungan kerjanya. Mikroorganisme tersebut terdiri dari :

- Bakteri
Bakteri adalah organisme mikroskopis bersel satu yang memiliki berbagai bentuk, seperti batang, spiral, bulan/cocci yang ditemukan secara tunggal atau berkelompok. Bakteri ada yang bersifat patogen namun ada juga yang tidak bersifat patogen yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat patogenitasnya. Bakteri bereproduksi dengan membelah diri dan tidak memerlukan sel inang untuk hidup. Bakteri patogen biasanya akan menyerang organ target tertentu.

Infeksi bakteri di tempat kerja yang paling umum terjadi adalah melalui kontak dengan kulit yang terbuka atau luka. Bakteri patogen yang umum terdapat di tempat kerja adalah staphylococcal, streptokokus, E-Coli, Clostridium botulinum, salmonella, clostridium perfigens dan staphylococcus aureus. Infeksi bakteri tidak hanya langsung menginfeksi tubuh manusia

melainkan dapat mengeluarkan racun yang dapat meracuni manusia melalui makanan yang tercemar bakteri tersebut. Bakteri jenis rickettsia hidup di dalam tubuh inang (nyamuk/kutu) yang kemudian baru ditularkan kepada manusia. Rickettsia ini dapat menyebabkan terjadinya penyakit tipus.

- Fungi/Jamur
Fungi atau jamur yang merupakan agen kontaminan yang tidak memiliki klorofil, sehingga tidak dapat melakukan kegiatan fotosintesis protein dan bahan-bahan lainnya yang diperlukan untuk pertumbuhan sehingga memerlukan sel inang untuk bertahan hidup. Penyakit yang diakibatkan oleh fungi atau jamur banyak terjadi di industri pertanian dan pekerja yang bekerja pada area outdoor. Contoh penyakit yang diakibatkan oleh jamur antara lain: sporotrichosis yang disebabkan oleh sporothrix schenki, tinea yang disebabkan oleh jamur, pneumonitis hipersensitiv atau asma dan sick building syndrome yang dipercaya diakibatkan oleh spora jamur.
- Virus
Virus merupakan mikroorganisme yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat menggunakan mikroskop cahaya melainkan dapat dilihat melalui mikroskop elektron. Virus tidak dapat hidup sendiri dan memerlukan sel inang untuk hidup. Tubuh virus terdiri dari RNA (Ribonukleat asam) atau DNA (asam deoksiribonukleat) yang dikelilingi oleh lapisan protein dan dapat menyerang sel hidup dan mereplikasi sel itu sendiri untuk bereproduksi lebih banyak virus. Beberapa jenis virus dapat menyebabkan kanker pada sel tuannya. Beberapa contoh virus dalam lingkungan kerja antara lain : virus influenza, zoonosis merupakan virus hewan yang menular kepada manusia (nipah, rabies), arbovirus yaitu virus yang ditularkan oleh serangga (misalnya demam berdarah), virus yang ditularkan di laboratorium dan rumah sakit melalui kontak dengan darah manusia dan cairan tubuh (misalnya HIV dan Hepatitis B) dan contoh virus yang tidak terkait dengan pekerjaan antara lain campak, poliomielitis, cacar dll.
- Parasit
Parasit merupakan agen kontaminan penghasil penyakit yang berbentuk sangat kecil tidak terlihat oleh mata manusia hingga agen yang dapat dilihat oleh mata manusia. Mikroorganisme patogen tersebut antara lain protozoa, spirochaetes, cacing atau host misalnya manusia dan nyamuk pada kasus penyakit malaria. Parasit yang menyerang manusia paling sering terjadi adalah cacing bulat (nematoda), cacing pita (cestoda) yang biasanya mempengaruhi saluran pencernaan, darah dan hati. Parasit ini terjadi paling sering diakibatkan oleh buruknya sistem sanitasi pada lingkungan.

- Prions
Prion merupakan mikroorganisme yang unik karena hanya terdiri dari satu protein, tidak ada materi genetik sehingga terlihat seperti bukan organisme hidup. Namun prion merupakan organisme patogen yang sangat resisten untuk dimatikan menggunakan disinfektan atau proses sterilisasi. Penyakit yang diakibatkan oleh prion adalah Creutzfeldt-Jacob (CJD) pada manusia dan bovine spongiform encephalopathy (BSE) atau yang dikenal sebagai penyakit sapi gila. CJD dan BSE merupakan penyakit yang ditandai dengan degenerasi otak yang berlebihan, memiliki konsekuensi neurologis yang berat dan fatal.

Mikroorganisme di atas dikategorikan ke dalam grup risiko yang berbeda sesuai dengan AS/NZS 2243,3 mengenai keselamatan laboratorium. Pembagiannya menjadi seperti di bawah ini :

- Grup Risiko 1
Risiko individu dan masyarakat yang rendah, mikroorganisme yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan (contohnya ragi pada pembuatan bir)
- Grup Risiko 2
Risiko individu menengah, terjadi pada komunitas yang terbatas, patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan namun tidak menimbulkan bahaya serius pada pekerja laboratorium, masyarakat, ternak atau lingkungan. Paparan di laboratorium dapat menyebabkan infeksi namun tersedia pengobatan yang efektif, langkah-langkah pencegahan sudah tersedia dan risiko penyebarannya terbatas. Contohnya adalah staphylococcus aureus bakteri Legionella, virus hepatitis, dan Virus Ross River.
- Grup Risiko 3
Risiko pada individu tinggi, risiko pada komunitas terbatas, patogen dapat menyebabkan penyakit serius pada hewan dan manusia. Penyebaran di masyarakat akan menghasilkan risiko yang besar namun tindakan pencegahan dan pengobatan yang efektif tetap tersedia. Pelatihan harus dilakukan untuk pekerja yang bekerja dengan mikroorganisme ini. Contohnya bakteri brucella, virus hantavirus.
- Grup Risiko 4
Risiko individu dan komunitas yang tinggi, mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan bahaya serius pada manusia dan hewan. Mikroorganisme dalam kategori ini dapat berpindah dari satu orang ke orang yang lain. Belum ada pengobatan dan pencegahan untuk penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme ini. Pelatihan khusus diperlukan untuk bekerja dengan mikroorganisme ini. Contohnya virus hendra dan nipah.

- **Faktor yang mempengaruhi paparan dan Infeksi**

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi paparan dan infeksi antara lain :

- **Mode transmisi**
Mode utama transmisi untuk mikroorganisme infeksi dan bahan biologis lainnya melalui transmisi kontak (langsung dan tidak langsung), melalui *vector borne* dan melalui transmisi di udara. Kontak langsung dengan orang yang terinfeksi dapat terjadi di rumah sakit namun jarang terjadi di laboratorium, melalui gigitan serangga atau hewan untuk kasus zoonosis, tumpahan atau cipratan kontaminan kimia, melalui luka terbuka. Sementara untuk kontak tidak langsung adalah melalui peralatan yang terkontaminasi, kursi yang terkontaminasi, meja yang terkontaminasi dll.

Infeksi melalui vektor borne terjadi ketika agen penyebab penyakit di transmisikan ke inang secara biologis maupun mekanis ke tubuh inang melalui agen pembawa penyakit seperti nyamuk. Sedangkan melalui proses inhalasi agen pembawa penyakit masuk ke dalam tubuh melalui proses pernapasan hingga ke organ tubuh inang.

- **Jalan Masuk**
Jalan masuk agen infeksius ke dalam tubuh manusia dapat terjadi melalui kontak dengan kulit, pernapasan, mata, hidung dan mulut. Masuknya agen infeksius melalui sistem pernapasan dapat terjadi melalui tumpahan agen infeksius yang dapat terhirup ke pekerja, kontaminasi agen infeksius yang melalui mulut dan organ pencernaan terjadi pada saat pekerja melakukan penanganan bahan-bahan tersebut dan tidak mencuci tangannya, tanpa sengaja agen infeksius akan tertelan dan masuk ke dalam tubuh. Kontaminasi agen infeksius melalui kulit dapat terjadi akibat adanya luka terbuka, eksim, dermatitis yang membuat kulit terbuka dan mudah dimasuki agen infeksius, selain itu kemungkinan tusukan jarum suntik, pisau bedah dll. Agen infeksius juga dapat masuk melalui mata dan hidung melalui kontak dengan tangan yang terinfeksi agen kemudian digunakan untuk mengucek mata atau memegang hidung.
- **Dosis infeksius**
Dosis infeksius adalah jumlah mikroorganisme yang diperlukan untuk menginisiasi terjadinya infeksi. Meskipun ada data yang tersedia untuk hewan yaitu LD 50 (yaitu 50% hewan terinfeksi untuk paparan kontaminan dengan jumlah tertentu), namun hanya sedikit informasi yang tersedia untuk manusia.
- **Viabilitas dan kerentanan agen**
Viabilitas dan kerentanan agen juga penting dalam menentukan apakah seseorang dapat terinfeksi. Jika mikroorganisme tidak dapat bereplikasi peluang untuk terjadinya infeksi juga tidak ada. Lingkungan eksternal sangat penting dalam proses replikasi organisme, faktor seperti suhu, kelembaban, pertumbuhan dan bahan kimia lain yang mempengaruhi keberlangsungan hidup

organisme. Masing-masing mikroorganisme memiliki perbedaan pada karakteristik viabilitas dan kerentanannya seperti bacillus anthracis mampu menghasilkan spora yang bertahan hidup dalam kondisi buruk dan agen seperti M. tuberculosis atau S. aureus tidak terpengaruh oleh pengeringan dan tetap layak pada permukaan lingkungan sedangkan virus herpes sangat rentan terhadap pengeringan.

- Kerentanan host
Kerentanan inang merupakan faktor yang penting atas terjadinya infeksi pada manusia. Faktor kerentanan individu ini sering diabaikan terkait dengan individu yang berpotensi untuk terjangkit penyakit akibat kerja dalam kondisi sehat. Kerentanan individu ini dapat berupa alergi pekerja terhadap bahan tertentu, penyakit eksim, dermatitis dan psoriasis yang menyebabkan perlindungan individu menurun, pengobatan antibiotik terhadap penyakit tertentu dan kehamilan.
- Lain-lain
Faktor tambahan terkait dengan penilaian risiko mengenai mikroorganisme termasuk kemampuan untuk mentoleransi profilaksis atau terapeutik (vaksin dan intervensi yang efektif), pengetahuan mengenai jarak antara inang dan mikroorganisme dan pemahaman tentang potensi organisme menyebar di masyarakat.

- **Penyakit terkait bahaya biologi di tempat kerja**

- Penyakit dari hewan ke manusia
Penyakit yang ditemukan pada hewan dan dapat ditularkan kepada manusia yang sering disebut dengan zoonosis. Penyakit-penyakit zoonosis antara lain :
 - Antrax
Penyakit yang disebabkan oleh bakteri antrakosis yang berbentuk spora yang dapat ditularkan dari hewan kepada manusia. Penyakit ini berupa munculnya pustula kulit, penyakit pernapasan atau enteritis. Pekerja yang berisiko pada penyakit ini adalah pekerja dibagian penyortir wol, pekerja dibagian pemotongan hewan, petani, dokter hewan. Metode penularan penyakit ini adalah sentuhan kulit, melalui pernapasan dan tertelan.
 - Brucellosis
Brucellosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri brucella yang menjangkiti sapi, domba, kambing atau babi. Penyakit ini jarang terjadi pada manusia. Pekerja yang berisiko terhadap penyakit ini adalah petani, pengurus ternak dan dokter hewan. Penyakit ini juga berisiko bagi penembak babi di hutan.
 - Leptospirosis
Penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang berbentuk spiral leptospiral interrogans dan ditemukan pada hewan

peliharaan dan tikus. Manusia dapat tertular penyakit ini melalui air seni, daging hewan, tanah, air yang terkontaminasi atau lendir. Bentuk paling parah dari penyakit ini adalah penyakit well. Pekerja yang rentan tertular penyakit ini adalah petani, dokter hewan, pekerja rumah potong hewan dan petani pisang.

- Lyssavirus kelelawar Australia
Penyakit yang disebabkan oleh kelelawar. Hal ini dikenal dengan rabies akibat gigitan kelelawar. Gejala penyakit ini pun sama dengan penyakit rabies yaitu hidrophobia, perilaku aneh, disorientasi dan hiperaktif.
- Demam-Q
Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *coxiella burnetti*. Bakteri ini ditemukan dalam debu, wol dan jerami. Bakteri ini terhirup ke dalam saluran pernapasan. Infeksi ringan tidak menunjukkan gejala pada tubuh manusia, namun infeksi lebih serius dapat menyebabkan demam akut. Pekerja yang bekerja di rumah potong hewan, peneliti dan dokter hewan.
- Psittacosis
Penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *chlamydia psittaci* yang biasanya banyak terdapat pada burung beo. Bakteri ini dapat terhirup ke dalam saluran pernapasan dapat menyebabkan sakit kepala dan pneumonia. Pekerja yang berisiko adalah pemilik toko hewan peliharaan.
- Penyakit manusia
 - Shigellosis
Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *shigella dysenteriae*. Dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh bakteri ini adalah disentri, diare, malaise. Penyakit ini biasanya paling banyak terjadi pada anak-anak. Pencegahan dari penyakit ini adalah melalui menjaga kebersihan pribadi.
 - Hepatitis
Hepatitis merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus, penyakit ini diklasifikasikan menjadi tipe A, tipe B dan Tipe C. Tipe A dihubungkan dengan penyakit gastroenteritis dan ditularkan melalui makan dan air yang terkontaminasi dengan virus hepatitis A. Pekerja yang rawan terinfeksi oleh hepatitis A adalah pekerja dibagian pengolahan limbah rumah tangga, pengasuh anak, dan petugas kesehatan. Hepatitis B dan hepatitis C ditularkan melalui media darah. Hepatitis B paling sering terjadi di lingkungan kerja, terutama pekerja yang berhubungan langsung dengan spesimen darah manusia seperti petugas laboratorium, petugas layanan kesehatan, staff ambulans). Vaksin hepatitis A dan B harus diberikan kepada pekerja yang rawan terpapar untuk penyakit ini.
 - Kurap
Kurap merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur yang menjangkiti kulit, rambut dan kuku. Penyakit ini

menyebabkan gatal, kulit bersisik dan bercak merah. Penyakit ini biasanya terjadi pada area tubuh yang lembab. Pekerja yang bekerja di gymnasium, staf binatu, atlet dan dokter hewan rawan terkena penyakit ini. Pencegahan penyakit ini adalah dengan menjaga kebersihan hygiene pribadi.

- **Tuberkolosis**
Tuberkolosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini ditularkan melalui udara. Pekerja yang paling berisiko adalah pekerja di rumah sakit. Gejala dari penyakit ini adalah penurunan berat badan, batuk dan pembengkakan pada leher.
- **Aspergillosis**
Penyakit yang diakibatkan oleh jamur langka (*Aspergillus fumigatus*). Jamur dalam bentuk spora dapat terinhalasi ke dalam tubuh yang dapat menyebabkan sindrom debu organik beracun. Pekerja yang paling berisiko untuk paparan jamur ini adalah petani.
- **Legionnaires**
Merupakan penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Legionella pneumophila*. Gejala penyakit ini adalah demam, menggigil, sakit kepala, nyeri dan batuk. Bakteri ini banyak ditemukan di lingkungan seperti di AC, humidifier, kolam air hangat. Kondisi lingkungan yang hangat menyebabkan bakteri ini berkembang cepat.
- **AIDS**
Merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh virus HIV. Pekerja di bagian kesehatan, bagian otopsi dan pekerjaan yang berhubungan dengan spesimen darah dan cairan tubuh manusia. AIDS merupakan penyakit yang menular, oleh karena itu diperlukan perlakuan-perlakuan khusus antara lain :
 - Perlakukan semua instrumen yang tajam dengan sangat hati-hati untuk menghindari kemungkinan cedera
 - Membuang benda tajam langsung ke wadah tahan api tanpa pengancuran, penutupan atau pembongkaran dengan tangan
 - Pakai sarung tangan, pakaian, penutup kepala, pernapasan dan pelindung mata jika terkena langsung cairan tubuh, sekresi, limbah dan selaput lendir seseorang
 - Mengadopsi tingkat kebersihan pribadi yang tinggi jika berpotensi terkena darah manusia dan cairan tubuh
 - Semua peralatan yang terkontaminasi didesinfeksi dengan klorin.
- **Demam humidifier**
Demam humidifier adalah penyakit yang disebabkan oleh berbagai mikroorganisme yang menyebabkan berbagai gejala seperti iritasi pernapasan, mengi, batuk, menggigil, sakit kepala, nyeri otot, demam, iritasi hidung dan mata, alergi alveolitis atau pernapasan, pneumonitis hipersensitif

dan berbagai penyakit tersebut bukan disebabkan oleh bakteri legionella. Demam humidifier dapat dicegah dengan penyediaan drainase yang adekuat dalam perangkap air, kumparan pendingin ditempat air, Pembersihan dan memberi disinfektan menyeluruh ((misalnya hipoklorit) dari sistem pendingin evaporatif, pembersihan saluran, filter, diikuti dengan dekontaminasi, pembersihan lantai, dinding dan perabotan dengan sistem vakum yang disaring dengan HEPA, dan desinfeksi.

- *Sick Building syndrome* (SBS)

SBS merupakan sindrom yang memiliki gejala yang tidak spesifik. SBS ini dapat menyebabkan sakit kepala, hidung tersumbat atau berair, mata kering, tenggorokan dan kulit kering. Penyakit ini banyak terjadi di gedung yang tertutup dengan sistem AC.

- Alergi

Alergi banyak disebabkan oleh paparan mikroorganisme tertentu yang mengandung protein tertentu penyebab alergi dan bisa disebabkan oleh spora jamur. Alergi di tempat kerja yang sering terjadi antara lain :

- Farmer's lung dan mushroom workers lung

Reaksi ini disebabkan oleh inhalasi spora jamur micropolyspora faeni dan thermoactinomyces vulgaris yang tumbuh subur pada jerami dan rumput. Petani paling rentan dengan spora ini. Paparan spora ini dapat menyebabkan reaksi alergi asma.

- Bagassosis

Merupakan reaksi alergi yang diakibatkan oleh spora thermoactinomyces sacchari pada tumbuhan tebu. Reaksi alergi dapat menyebabkan kesulitan bernapas.

- Alergi hewan di laboratorium

Alergi yang biasa disebabkan oleh enzim tertentu.

- Alergi terkait perkayuan

Alergi yang disebabkan oleh paparan kayu tertentu pada tubuh manusia. Reaksinya dapat berupa kesulitan bernapas. Ada beberapa jenis kayu seperti eucalyptus hemiphloia dan E. Maculata menyebabkan iritasi kulit dan dermatitis.

- Byssinosis

Alergi yang menyebabkan terjadinya penyakit pernapasan pada industri kapas. Penyakit ini disebabkan oleh debu kapas dan endotoksin yang dikeluarkan mikroorganisme yang berada pada kapas.

- **Metode pengendalian yang dapat dilakukan**

Metode pengendalian sangat diperlukan untuk mengendalikan berbagai kontaminan dan mencegah munculnya dampak yang serius pada paparan bahaya biologi. Metode pengendalian yang digunakan antara lain :

- Membatasi mikroorganisme

Salah satu pengendalian bahaya biologi di lingkungan pekerjaan khususnya di laboratorium adalah melalui pembatasan paparan mikroorganisme dengan pemberian kategori tingkat risiko. Kategori tingkat risiko tersebut antara lain :

- PC1 kategori ini merupakan fasilitas laboratorium pembelajaran untuk pengajaran siswa dan sarjana.
 - PC2 kategori untuk laboratorium penelitian klinis, diagnostik dan beberapa laboratorium pengajaran.
 - PC3 kategori yang digunakan untuk laboratorium yang dimana didalamnya terdapat mikroorganisme yang memiliki risiko serius bagi manusia dan hewan. Fasilitas ini disimpan dibawah tekanan tertentu untuk mencegah organisme keluar.
 - PC4 kategori yang digunakan untuk laboratorium yang didalamnya terdapat mikroorganisme menimbulkan risiko yang mengancam jiwa bagi manusia.
 - PC5 kategori yang digunakan untuk laboratorium yang memiliki bahaya tinggi sehingga tekanan ruangan harus dipertahankan dalam tekanan negatif dan untuk memasukinya diperlukan baju pelindung dan harus mandi sebelum meninggalkan ruangan.
- Membatasi praktik kerja dan peralatannya
Membatasi praktik kerja dan peralatannya dapat dilakukan melalui pencegahan terbentuknya aerosol mikroorganisme melalui tindakan pencegahan semprotan darah atau terbentuknya gelembung dari sumber spesimen, yang kedua adalah melalui tempat penyimpanan mikroorganisme di tempat yang aman dan pemberian label bahaya biologi, yang ketiga melalui biological safety cabinet yang mencegah kontaminasi keuar dari lemari, lemari ini memungkinkan seorang pekerja bekerja dari luar lemari kabinet, yang keempat melalui program pencegahan kecelakaan jarum suntik melalui membuang jarum suntik langsung ke tempat sampah tahan panas dan yang terakhir melalui manipulasi bahan genetik.
 - Mengolah limbah infeksius
Mengolah limbah infeksius dapat dilakukan melalui proses sterilisasi, disinfeksi, dekontaminasi dan incenerasi. Sterilisasi merupakan proses menghilangkan mikroorganisme pada peralatan laboratorium seperti botol kaca dan gunting sebelum digunakan kembali. Metode sterilisasi ini menggunakan autoklaf atau tekanan sterilisers uap.
Disinfeksi merupakan metode membersihkan mikroorganisme menggunakan formalin, glutaraldehyde dan hipoklorit, biasanya metode ini digunakan untuk permukaan peralatan laboratorium yang keras. Metode disinfeksi hampir sama dengan metode dekontaminasi yaitu membunuh dan membersihkan organisme patogen, akan tetapi pada metode dekontaminasi menggunakan proses fisik dan proses kimia. Metode terakhir yang digunakan untuk membunuh dan menghilangkan mikroorganisme patogen

adalah dengan incenerasi atau pembakaran. Metode incenerasi merupakan metode yang paling efektif untuk membunuh mikroorganisme dan kontaminan.

- Program kesehatan pekerja
Program kesehatan pekerja untuk mencegah bahaya biologi antara lain :
 - Pengendalian administratif melalui pemeriksaan sebelum bekerja, pemeriksaan kesehatan berkala, dan pemeriksaan catatan medis pekerja.
 - Membatasi akses mikroorganisme yang telah ke manipulasi ke pekerja
 - Membuat SOP salah satunya melarang makan di area laboratorium, menjaga kebersihan pribadi, dan penggunaan APD
 - Program disinfeksi dan dekontaminasi semua peralatan laboratorium, lemari pengaman dan kursi laboratorium
 - Program vaksinasi untuk semua pekerja yang berisiko
 - Pelatihan kepada seluruh staf terkait bahaya mikroorganisme termasuk prosedur penanganan dan pembuangan.
- Penanganan hewan
Dalam menangani hewan, seorang pekerja harus menggunakan sarung tangan dan masker dan memastikan bahwa pekerja yang bekerja dengan hewan-hewan di laboratorium tidak memiliki alergi dengan hewan-hewan yang ditanganinya.

- **Contoh studi kasus bahaya biologi di tempat kerja**

Fasilitas kesehatan merupakan area kerja dengan potensi bahaya biologi yang tinggi namun belum banyak tersentuh oleh keselamatan dan kesehatan kerja. Berdasarkan data occupational diseases di Eropa kasus terbesar adalah 97% hepatitis C, 88% hepatitis A, 88% tuberkolosis dan 60% hepatitis B. Studi kasus bahaya biologi yang penulis ambil sebagai contoh adalah kasus tuberkolosis di fasilitas kesehatan.

- **Tuberkolosis**

Studi kasus ini diambil dari *a jurnal of environmental and occupational health policy mengenai controlling health hazards to hospital worker tuberculosis and airborne* oleh Somashekhar Nimbalkar.

Mycrobacterium tuberculosis adalah bakteri yang menginfeksi manusia. Bakteri ini berkembang di jaringan yang mengandung oksigen tinggi seperti paru-paru. Bakteri ini bereplikasi secara perlahan dan dapat tetap dalam keadaan laten untuk waktu yang lama. Bakteri ini ditularkan melalui partikel udara yang disebut droplet nucle yang terbentuk ketika seseorang penderita TB paru atau laring batuk, bersin, berteriak dan bernyayi. Tetesan berukuran 1-5 μm dan tetap di udara dan menyebar keseluruh fasilitas

kesehatan. Individu yang menderita penyakit HIV, diabetes, kekurangan gizi dan kekurangan vitamin, silikosis dan gagal ginjal tahap akhir memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena tuberkulosis. Kondisi lingkungan kumuh dan padat, merokok, polusi udara dalam ruangan, alkohol, terapi kortikosteroid, keganasan dan kerentanan genetik adalah faktor risiko lain yang terkait dengan tuberkulosis.

Kejadian infeksi tuberkulosis laten pada fasilitas kesehatan dapat bervariasi antara 20% di dunia maju, 40% di Rusia dan 70% di negara berkembang. Tingkat infeksi tuberkulosis tahunan pada perawatan kesehatan bervariasi dari 0,1% hingga 2% pada personil rumah sakit yang tidak terpapar dibandingkan dengan 1 hingga 10%. Pekerja dibagian area administrasi, pasien rawat jalan dan rawat inap layanan medis, layanan infeksi di rumah sakit, layanan bedah dan laboratorium layanan bervariasi untuk tingkat risiko. Perawat dan dokter memiliki tingkat risiko lebih tinggi karena potensi tertular dari pasiennya. Di Indonesia kejadian kasus TB pada pekerja di fasilitas kesehatan berkisar antara 60 hingga 5780 per 100,000 dibandingkan dengan populasi umum. Dalam suatu penelitian di Afrika Selatan proporsi terbesar staf rumah sakit yang terinfeksi dengan TB berada di pediatrik, pengobatan internal dan layanan bedah di waktu diagnosis.

Infeksi tuberkulosis aktif tidak memiliki gejala di awal atau asimtomatik. Hampir 25% kasus baru terdiagnosis setelah mengalami tanda-tanda klinis seperti batuk selama dua hingga tiga minggu, kenaikan suhu tubuh, berkeringat ketika malam hari, penurunan berat badan. Tuberkulosis paling sering menginfeksi paru-paru namun dapat menyebar dan menginfeksi hampir semua organ dan karenanya tanda dan gejala dapat bervariasi sesuai dengan organ yang terkena.

Tindakan administratif sangat penting untuk mengurangi risiko paparan terhadap orang dengan TB yang dan penyakit-penyakit lainnya. Langkah-langkah pengendalian yang dilakukan antara lain prosedur pengendalian infeksi tertulis, deteksi dan isolasi jika dicurigai terdapat kasus infeksi, pelatihan staff, pelaporan tes diagnostik secara cepat, pendidikan pasien dan meningkatkan kesadaran masyarakat. Uji tuberkulosis rutin harus dilakukan di fasilitas kesehatan dan pekerja yang menunjukkan reaksi positif harus di evakuasi.

Pengendalian lingkungan merupakan pertahanan yang penting untuk mencegah infeksi udara. Pengendalian ini termasuk *local exhaust ventilation*, ventilasi umum (alami serta mekanik) atau pembersih udara ruangan (filter atau ultraviolet germicidal Iradiasi (UVGI)). LEV dalam bentuk ventilasi tertutup dan dilengkapi dengan peralatan penyaring udara. LEV direkomendasikan untuk ruangan yang berfungsi menginduksi batuk dan aerosol seperti induksi dahak dan terapi inhalasi. LEV juga digunakan untuk ruangan otopsi untuk

mengurangi paparan patogen dan uap balsem. Lemari keselamatan biologi kelas I dan Kelas II harus digunakan di laboratorium dimana terdapat aerosol yang mengandung uap berbahaya. Sistem general ventilasi digunakan untuk mencegah penyebaran infeksi melalui sistem pengenceran dan penghapusan patogen. Pasien yang dicurigasi memiliki infeksi yang dapat menular melalui udara harus ditempatkan di ruang isolasi infeksi (AII). Sistem ventilasi tunggal (tidak ada resirkulasi, udara habis keluar) lebih baik dari pada sistem resirkulasi. Jika terjadi proses resirkulasi maka udara tersebut harus melalui HEPA. Semua kamar pasien (dimana mungkin terdapat patogen) dipertahan dalam tekanan negatif dengan perbedaan 0,01 inci air. Sistem ventilasi di ruangan harus dirancang secara optimal untuk mengontrol aliran udara sehingga aerosol yang di hasilkan oleh pasien di arahkan jauh dari fasilitas kesehatan. Untuk negara berkembang sulit untuk memasang sistem ventilasi jenis tersebut dikarenakan mahal, jalan terbaik adalah dengan menggunakan ventilasi alami dengan memastikan bahwa jendela dan pintu terbuka menggunakan kipas dan melakukan pengumpulan dahak di area dengan ventilasi yang sesuai.

Melewatkan udara ruangan melalui filter HEPA untuk meningkatkan kualitas pertukaran udara. Pabrik pembuat harus memberikan informasi mengenai tingkat pengiriman udara bersih. Sistem ini harus dipasang dengan hati-hati dan harus selalu dirawat. Aliran udara yang terkontaminasi bersirkulasi melewati cahaya ultraviolet. Penggunaan sinar ultraviolet untuk menginaktivasi kuman tidak efektif bila kelembaban lebih besar dari 70% dan dari perawatan yang buruk seperti tidak mengganti lampu dimana lampu kehilangan keefektifitasnya dari waktu ke waktu dan adanya akumulasi debu. Namun hal ini efektif untuk diterapkan di negara berkembang. Perlu diingat bahwa lampu ultraviolet tidak boleh diletakan di bagian ruangan yang lebih rendah dari mata pasien, karena hal ini dapat menyebabkan cedera pada mata pasien.

Respirator adalah merupakan sistem pertahanan terakhir dan digunakan pada area perawatan dimana risiko paparan persisten. Kekurangan dari perlindungan ini adalah bahwa alat pelindung diri ini tidak dapat dipakai terus menerus dan tidak digunakan jika menangani pasien dengan potensi bahaya yang rendah. OSHA membutuhkan pengujian tahunan untu memastikan bahwa pekerja di bagian fasilitas kesehatan harus menggunakan respirator dengan ukuran yang tepat. Pencegahan terhadap kebocoran pada seal-seal respirator diperlukan untuk memastikan perlindungan.

Untuk fasilitas kesehatan yang terpapar dengan transmisi mikroorganisme di udara CDC (Central Diseases Control) merekomendasikan penggunaan respirator N95 atau perlindungan pernapasan yang lebih tinggi. Contohnya pada kejadian paparan tinggi tuberkolosis, virus SARS, MERS dan beberapa jenis influenza.

Respirator jenis N95 atau lebih tinggi digunakan pada saat menangani pasien dengan tuberkolosis. WHO juga merekomendasikan untuk penggunaan respirator partikulat dalam fasilitas perawatan kesehatan dalam kebijakan mengenai pengendalian infeksi TB. WHO merekomendasikan penggunaan respirator partikulat yang memenuhi atau melampaui standar N95 yang ditetapkan oleh NIOSH khususnya ketika menghadapi paparan TB (bronkoskopi, intubasi prosedur induksi dahak, mengumpulkan sekresi pernapasan, otopsi atau operasi dan saat memberikan perawatan untuk pasien MDR-TB dan XDR-TB yang menular atau orang-orang yang dicurigai memiliki infeksi TB-MDR atau TB-XDR. Institusi kedokteran AS telah melakukan beberapa tinjauan ekstensif dimana masker N95 lebih efektif daripada penggunaan masker bedah. Variabel lain termasuk kegiatan mencuci tangan, tingkat risiko infeksi di tempat kerja, pelaksanaan vaksin influenza, kesesuaian penggunaan respirator, masker dan exposure di luar pekerjaan.

Kebocoran pada masker merupakan faktor yang penting untuk keefektifan pencegahan paparan. Masker N95 jauh lebih efektif untuk menahan kebocoran daripada masker bedah. N95 memiliki filter yang dapat menyaring partikulat hingga 90%. Pelatihan harus diberikan kepada seluruh petugas kesehatan sehingga mereka dapat memahami bagaimana memeriksa segel pada masker. Kontroversi seputar masalah masker dalam perawatan kesehatan menyimpulkan bahwa sebagian besar resistensi terhadap respirator adalah karena mereka membutuhkan pengujian yang lebih sesuai, lebih mahal dari masker bedah dan tidak nyaman dipakai.

E. Daftar Pustaka

Barbara Plog, *Fundamental of Industrial Hygiene*, 5th Edition, National Safety Council

Cherilyn Tillman. 2007. *Principles of Occupational Health & Hygiene*.

Soeripto. 2008. *Higiene Industri*. Jakarta : UI Press

O. ALLI, Benjamin. 2008. *Fundamental Principles of Occupational Health and Safety*. 2nd Edition. ILO Office

Hughes, Phil, Ferret, Ed. 2009. *Introduction to Health and Safety at Work*. NEBOSH

Kurniawidjaja, L. Meily. (2012). *Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja*. Jakarta : UI press

<https://pdfs.semanticscholar.org/presentation/0e23/9c372cd4282fd7b419e6e39757dcd8d3ed75.pdf>

<https://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.7.11.949>

https://id.search.yahoo.com/search;_ylt=AwrPhStv_Jxb8SUA1gDLQwx.;_ylc=X1MDMjExNDczMzAwMwRfcgMyBGZyA3ImcC10BGdwcmIkA0V2eINBYkxQVHZ5Yk5DTGR1MVJuR0EEbl9yc2x0AzAEbl9zdWdnAzAEb3JpZ2luA2lkLnNIYXJjaC55YWhvby5jb20EcG9zAzAEcHFzdHIDBHBxc3RybAMwBHFzdHJsAzM2BHF1ZXJ5A2luZHVzdHJpYWwIMjBoeWdpZW5JITlwaW4IMjBob3NwaXRhbAR0X3N0bXADMTUzNzAxNTEzMQ--?p=industrial+hygiene+in+hospital&fr2=sb-top&fr=yfp-t&fp=1

<https://search.proquest.com/docview/1504842186/DEB608BDD43B4BD FPQ/4?accountid=38628>