



**MODUL K3 BIOTEKNOLOGI
(IBK 512)**

**MODUL SESI 7
GENERAL SAFETY**

DISUSUN OLEH

Dr. HENNY SARASWATI, S.Si, M.Biomed

Universitas
Esa Unggul

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2020

GENERAL SAFETY

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Mahasiswa mengetahui hal-hal yang harus diwaspadai berkaitan bahaya di laboratorium.
2. Mahasiswa mengetahui hal-hal yang harus diperhatikan berkaitan bahaya di laboratorium.
3. Mahasiswa mampu mengidentifikasi peralatan atau kegiatan yang harus dilakukan di laboratorium untuk menjaga keamanan bekerja.

B. Uraian dan Contoh

Ketika kita bekerja di laboratorium, kita harus memperhatikan *general safety* (standar keamanan dasar). Apa artinya *general safety* ini? Istilah ini memiliki arti hal-hal yang perlu dilakukan di laboratorium untuk menjaga keamanan dan keselamatan saat bekerja. Perlu diperhatikan keamanan dalam bekerja bukan hanya berdampak kepada kita yang bekerja di dalam laboratorium tetapi juga berdampak pada masyarakat dan lingkungan di luar laboratorium.

Di dalam lingkungan laboratorium, perlu diperhatikan tanda-tanda peringatan yang memaksa kita untuk **mewaspada** atau **memperhatikan** kondisi tertentu. Kedua hal ini tentu berbeda arti. Waspada berarti kita berhati-hati atau berjaga-jaga terhadap suatu kemungkinan, sedakan memperhatikan membuat kita memberikan perhatian lebih kepada suatu hal.



WASPADA



PERHATIAN

Gambar 1. Selalu waspada dan memperhatikan beberapa petunjuk keselamatan

Beberapa tanda-tanda yang harus diwaspadai di dalam laboratorium bisa berupa hal-hal yang terlarang di laboratorium, seperti dilarang merokok, dilarang membawa telepon seluler ke dalam laboratorium atau dilarang menyimpan makanan dan minuman di dalam kulkas laboratorium.



Gambar 2. Beberapa tanda larangan di dalam laboratorium.

Tanda-tanda larangan ini harus kita patuhi karena pelanggaran terhadap peraturan ini dapat berdampak pada keselamatan bekerja di laboratorium. Larangan merokok contohnya. Seperti kita ketahui, bahwa di dalam laboratorium banyak sekali tersimpan bahan-bahan kimia yang bisa bersifat mudah meledak atau terbakar. Jika kita secara sembarangan merokok di laboratorium, maka bisa mengakibatkan kebakaran di laboratorium. Bisa jadi terdapat korban luka atau meninggal dari kejadian ini. Kemudian larangan menggunakan telepon seluler di laboratorium berfungsi untuk mencegah kontaminasi telepon seluler dengan bahan-bahan berbahaya di laboratorium. Bahan-bahan biologi dan kimia di laboratorium dapat menempel pada tangan atau baju kita ketika kita bekerja. Jika tangan kita yang kotor ini memegang telepon seluler, maka bahan berbahaya ini dapat

menempel juga pada alat ini. Akibatnya bisa terjadi penularan penyakit atau keracunan karena kontaminasi ini. Lebih parahnya lagi jika penularan penyakit ini menyebar ke masyarakat di luar lingkungan laboratorium. Larangan untuk menyimpan makanan dan minuman di kulkas laboratorium juga memiliki tujuan pencegahan yang sama, yaitu mencegah penularan penyakit dan keracunan melalui makanan yang kita santap. Kulkas di laboratorium bisa menjadi tempat penyimpanan bahan-bahan biologi dan bahan kimia. Salah satu bahan biologi yang bisa disimpan di kulkas adalah mikroba yang sengaja kita tumbuhkan di laboratorium. Karena menjadi tempat penyimpanan, kulkas laboratorium ini menjadi tempat yang kotor atau terkontaminasi mikroba-mikroba ini. Jika kita memasukkan makanan atau minuman ke kulkas yang sama, maka akibatnya bisa anda bayangkan bukan?

Selain mematuhi larangan-larangan yang ada di laboratorium, kita juga harus memperhatikan tanda-tanda atau peralatan di laboratorium yang berperan penting dalam pencegahan atau tindakan kegawatdaruratan (*emergency*). Kita harus memperhatikan di mana terdapat alat pemadam api ringan (APAR) dan alarm kebakaran.



Gambar 3. Alarm kebakaran (gambar kiri) dan bermacam-macam alat pemadam api ringan (APAR) (sumber : dari berbagai sumber).

Setiap personil laboratorium wajib mengetahui cara penggunaan alarm kebakaran dan APAR. Sudahkah anda tahu macam-macam APAR? Apakah semua jenis APAR dapat digunakan untuk semua kebakaran? Mari kita lihat sejenak. Alat pemadam api ringan memiliki berbagai jenis, yaitu :

- APAR jenis air (water)
- APAR jenis bubuk kimia kering (dry chemical powder)
- APAR jenis busa (liquid foam AFFF)
- APAR jenis CO₂ (carbon dioxide).
- APAR jenis bubuk kimia basah (wet chemical powder)

Setiap APAR ini memiliki kode warna label tersendiri, yaitu **warna merah** untuk APAR jenis air, **biru** untuk APAR jenis bubuk kimia, **krem** untuk APAR jenis busa **hitam** untuk APAR jenis CO₂ dan **kuning** untuk bubuk kimia basah. Kode warna ini untuk memudahkan dalam pengamatan.









Gambar 4. Jenis-jenis pengkodean pada alat pemadam api ringan.

Masing-masing APAR ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk APAR **jenis air** sangat sesuai untuk memadamkan sumber api yang bersumber dari kertas, kain, kayu, plastik dan karet. Sedangkan APAR jenis **bubuk kimia** sangat baik untuk untuk berbagai sumber api, dari kertas, bensin, gas, minyak, komputer, panel listrik dan genset. Alat pemadam api ringan **jenis busa** sangat baik digunakan untuk sama peruntukannya dengan APAR jenis bubuk kimia kering, akan tetapi memiliki keunggulan dapat mencegah nyala api kembali setelah diapadamkan, sangat efektif dalam proses pendinginan sumber api. Kemudian APAR **jenis CO₂** sangat baik digunakan untuk sumber api dari komputer atau sumber listrik. Hal ini

dikarenakan APAR jenis ini tidak mengakibatkan kerusakan pada alat-alat listrik. Terakhir adalah APAR jenis bubuk kimia basah khusus dipergunakan untuk memadamkan api yang berasal dari minyak pada proses pemasakan makanan, sehingga APAR jenis ini sering diperuntukkan untuk dapur-dapur catering atau bisnis komersial lain.

Know your Fire Extinguisher

Symbols found on fire extinguishers and what they mean						
		WATER	FOAM SPRAY	ABC POWDER	CARBON DIOXIDE	WET CHEMICAL
Wood, paper & textiles		✓	✓	✓	✗	✓
Flammable Liquids		✗	✓	✓	✓	✗
Flammable Gases		✗	✗	✓	✗	✗
Electrical Contact		✗	✗	✓	✓	✗
Cooking oils & fats		✗	✗	✗	✗	✓

Gambar 5. Panduan jenis-jenis alat pemadam api ringan berdasarkan sumber apinya (sumber : <https://www.tecservuk.com/>).

Pada saat kita bekerja di laboratorium, kita harus mengetahui dengan persis letak dari alat-alat pemadam ini. Sehingga ketika terjadi kebakaran, maka kita dapat sigap menggunakan alat pemadam ini. Semakin cepat kebakaran dapat diapadamkan, maka dampak keruskannya tidak akan meluas.

Selain alat pemadam api, kita juga harus memperhatikan adanya alat-alat komunikasi seperti intercom dan telepon yang terdapat pada ruang-ruang laboratorium. Kedua benda ini dapat mempermudah komunikasi antar personil yang berada di ruangan-ruangan berbeda pada laboratorium. Semisal pada

laboratorium dengan level keamanan tipe 2 dan 3 (BSL-2 atau BSL-3). Pada laboratorium jenis ini, personil yang berada di dalamnya akan berada di dalam ruangan dalam waktu yang lama tidak berhubungan dengan personil yang ada di ruangan lain. Pada kondisi ini diperlukan alat komunikasi yang dapat menghubungkan personil di dalam laboratorium dengan yang di luar tanpa mengganggu kerja di dalam laboratorium. Selain untuk mempermudah komunikasi, telepon dan interkom juga sangat diperlukan dalam kondisi darurat, seperti menghubungi instansi yang membantu penanganan kegawatdaruratan.



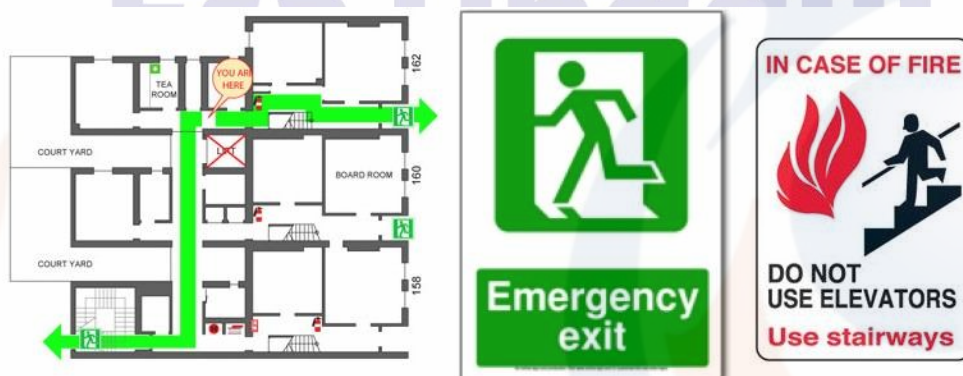
Gambar 6. Interkom (gambar kiri) dan telepon (kanan) sangat penting untuk komunikasi dan penanganan kegawatdaruratan di laboratorium.

Di dalam laboratorium, harus juga disediakan sarana untuk kepentingan kegawatdaruratan seperti kotak P3K, *spill kit* (untuk menangani tumpahan bahan infeksius atau beracun), *emergency shower* (untuk membilas/menghilangkan bahan berbahaya dari badan personil), dan *eye washer* (untuk menghilangkan bahan berbahaya pada mata). Benda-benda seperti inilah yang juga memerlukan perhatian kita untuk mengetahui tempat peletakannya. Personil laboratorium harus mengetahui dimana letak barang-barang ini sehingga cepat melakukan respon ketika terjadi kecelakaan. Hal penting juga yang perlu diperhatikan adalah jalur evakuasi saat bencana di laboratorium. Para personil harus mengetahui bagaimana

jalur evakuasi yang benar menuju titik aman jika terjadi bencana seperti kebakaran atau gempa bumi.



Gambar 7. Beberapa jenis kegawatdaruratan di laboratorium, kotak P3K (kiri atas), spill kit (kanan atas), *emergency shower* (kiri bawah) dan *eye washer* (kanan bawah).



Gambar 8. Alur evakuasi dalam suatu laboratorium harus diketahui oleh seluruh personil termasuk beberapa tanda peringatan (sumber : <https://www.dinllp.com/>).

Laboratorium merupakan tempat yang seharusnya memiliki akses terbatas. Hal ini dikarenakan banyak bahaya biologi dan kimia yang terdapat di dalamnya. Apabila akses keluar masuk laboratorium dibuat bebas untuk semua orang, maka dikhawatirkan akan terjadi penularan penyakit dan risiko kecelakaan pada masyarakat. Untuk membatasi jalur keluar masuk laboratorium, maka seharusnya dibuat tanda akses terbatas ke laboratorium.



Gambar 9. Tanda akses masuk laboratorium yang terbatas, karena adanya bahaya biologi (*biohazard*). Tanda pembatasan akses bisa ditempelkan pada pintu masuk.

Beberapa peraturan terkait dengan pembatasan akses masuk laboratorium antara lain :

1. Hanya orang yang memiliki otoritas yang diperbolehkan masuk ke area kerja laboratorium.
2. Pintu laboratorium harus tertutup sepanjang waktu
3. Anak-anak di bawah 16 tahun tidak diperkenankan masuk ke dalam area kerja laboratorium
4. Hewan yang tidak terlibat dalam eksperimen tidak diperkenankan berada di dalam laboratorium
5. Pintu dan jalur evakuasi tidak boleh terhalang oleh benda/barang apapun.

Pada saat di dalam laboratorium, kita diharapkan mematuhi beberapa aturan dalam menjaga keamanan dan keselamatan selama bekerja. Aturan-aturan tersebut adalah

- Larangan makan, minum, menyimpan makanan, merokok dalam lab.
- Cuci tangan segera setelah melakukan segala aktivitas lab.
- Mengenakan Alat Pelindung Diri (APD)/PPE (sarung tangan, masker, google, jas laboratorium).
- Pakaian lab dan pakaian pelindung dari kontaminasi tidak boleh dipakai diluar laboratorium.
- Meja kerja lab terjaga bersih dan tertata.
- Melakukan dekontaminasi permukaan tempat bekerja sebelum dan setelah digunakan dan segera jika terjadi tumpahan (sesuai prosedur).
- Pemberian label pada semua bahan kimia, spesimen biologi dan lain-lain.
- Menggunakan prosedur yang aman pada peralatan yang tepat.
- Mencari informasi tentang keselamatan dari sumber yang sesuai.
- Merencanakan dan melaksanakan pekerjaan.
- *Good Microbiology Practice.*

Pada aturan-aturan tersebut terdapat istilah *Good Microbiology Practice* (GMP). Istilah ini berarti beberapa aktivitas dan peraturan yang berlaku di laboratorium saat bekerja dengan mikroba. Tujuan penerapan GMP adalah untuk mencegah penyebaran mikroba patogen ke seluruh personil lab dan lingkungan luar laboratorium. Selain itu tujuan dari GMP adalah untuk menghindari kontaminasi sampel mikroba yang digunakan dari lingkungan. Hal ini penting dikarenakan sampel yang digunakan dalam bekerja di laboratorium merupakan sampel yang sangat berharga. Contoh-contoh pelaksanaan GMP antara lain :

- Melakukan manipulasi infeksius secara hati-hati.
- Mengikuti training spesifik dalam menangani agen patogen.
- Berhati-hati menggunakan benda tajam yang terkontaminasi.
- Prosedur yang menghasilkan aerosol atau cipratan bahan infeksius dilakukan didalam *Biosafety Cabinet* (BSC) atau *containment* fisik lainnya
- Dekontaminasi semua peralatan yang digunakan sesuai dengan petunjuk.

- Personil yang mengalami peningkatan risiko terinfeksi (*immunocompromised*) tidak boleh masuk lab. Peningkatan risiko terinfeksi terjadi karena adanya penurunan daya tahan tubuh.
- Tanda bahaya biologi terpasang dipintu masuk laboratorium memuat tentang mikroba yang dikerjakan, imunisasi yang disyaratkan, nama dan kontak peneliti.
- Prosedur keamanan hayati dimasukkan dalam manual teknik pekerjaan yang digunakan secara spesifik untuk lab tertentu.
- Direktur, pengawas dan ketua peneliti berperan memberitahu personil laboratorium tentang bahaya khusus dan mewajibkan membaca dan mengikuti petunjuk prosedur praktik laboratorium, memberikan pelatihan yang sesuai tentang potensi bahaya yang terkait pekerjaan yang dilakukan.
- Peralatan dan permukaan kerja harus bersih dan dilakukan desinfeksi yang efektif dan rutin.
- Peralatan yang terkontaminasi harus didekontaminasi terlebih dahulu sebelum dikirim untuk diperbaiki
- Tumpahan dan kecelakaan yang mengakibatkan paparan terbuka terhadap bahan infeksius harus segera dilaporkan



Gambar 10. Contoh tanda bahaya biologi yang harus terpasang di pintu masuk ruangan laboratorium yang digunakan untuk bekerja dengan mikroba infeksius.

Untuk mengontrol risiko yang ada di laboratorium kita dapat menggunakan hirarki pengendalian risiko yang pernah kita bahas pada sesi tentang HIRADC. Masihkah anda mengingatnya? Apa tindakan yang paling efektif dan kurang efektif dalam pengendalian risiko? Di dalam laboratorium, jika kita tidak dapat menghilangkan bahaya dan menggantinya dengan obyek yang lebih aman, maka kita bisa menggunakan metode kontrol teknik, administratif dan penggunaan APD.

Pengendalian teknik di laboratorium bisa dilakukan dengan penggunaan *containment* (penyekat). Terdapat 3 jenis *containment*, yaitu **primer**, **sekunder** dan **tersier**. Contoh *containment* primer antara lain *biosafety cabinet*, fume hood, kandang hewan dan mesin sentrifugasi.



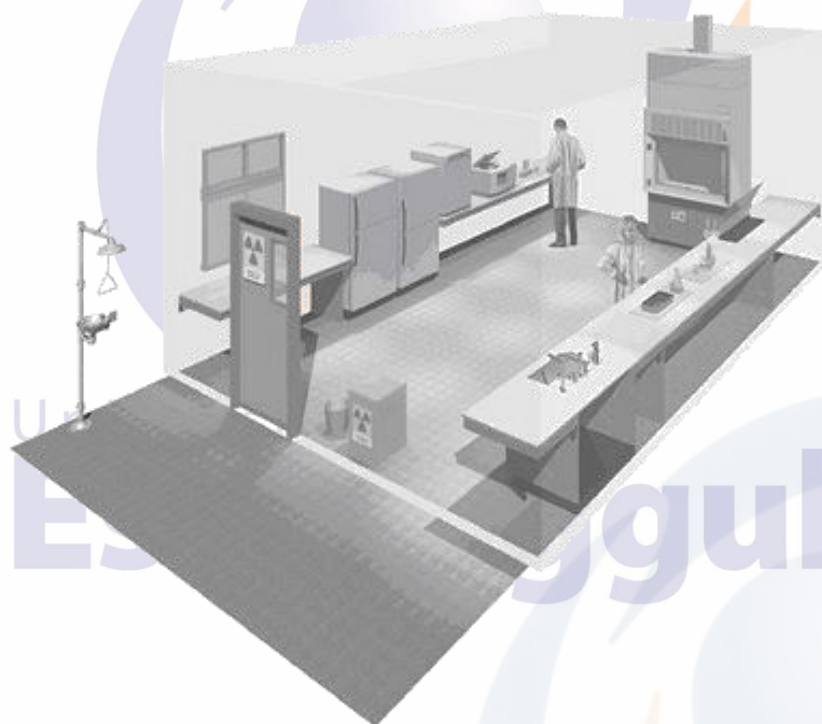
Gambar 11. Mesin sentrifugasi (gambar kiri) dan biosafety cabinet (kanan) merupakan contoh *containment* primer yang digunakan di laboratorium.

Penggunaan *containment* primer ini berguna untuk melindungi personil laboratorium serta lingkungan yang terdekat. Pada penggunaan *containment* primer ini harus tetap memperhatikan dan melakukan praktik mikrobiologi standar yang telah dijelaskan sebelumnya. Selain itu harus memperhatikan cara penggunaan alat-alat dengan baik, sehingga *containment-containment* primer ini dapat bekerja optimal melindungi personil. Seperti contohnya filter HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) pada biosafety cabinet yang diganti secara rutin. Filter ini berfungsi

menyaring udara dari mikroba patogen. Penggantian filter HEPA akan membantu tersedianya udara yang bersih dan sehat bagi personil.

Meskipun tidak bisa menghilangkan sumber bahaya, namun penggunaan *containment* primer ini masih diperlukan untuk mengisolasi personil terhadap agen berbahaya yang digunakannya.

Sedangkan contoh dari *containment* sekunder adalah ruang-ruang laboratorium yang melingkupi *containment* primer. Manfaat dari *containment* sekunder ini adalah untuk melindungi lingkungan luar yang paling dekat dengan laboratorium. Apakah anda tahu bahwa laboratorium memiliki pengelompokan berdasarkan tingkat keamanan hayatinya? Laboratorium dapat dibedakan menjadi beberapa tingkat keamanan tergantung dari agen berbahaya yang digunakan di dalamnya. Tingkat keamanan laboratorium terdiri dari tingkat 1 hingga 4. Hal ini akan kita bahas lebih lanjut pada pembahasan mengenai alat keamanan.



Gambar 12. Ruangan laboratorium yang melingkupi *containment* primer merupakan contoh *containment* sekunder (sumber : <http://laboratorysafetyandmanagement.blogspot.com/>)

Area di luar dari *containment* sekunder adalah merupakan *containment* tersier. Contohnya adalah koridor, gedung laboratorium, pagar dan lain-lain.

Containment tersier ini bermanfaat untuk melindungi lingkungan sekitar laboratorium.



Gambar 13. Gedung laboratorium merupakan contoh containment tersier
(sumber : <https://rmw.com/>)

Selain menggunakan kontrol teknik, kita juga bisa menggunakan *Alat Pelindung Diri* (APD) untuk keamanan bekerja di laboratorium. Alat pelindung diri ini terdiri dari baju, pelindung mata dan wajah, respirator, alas kaki dan sarung tangan. Masing-masing memiliki kegunaan tersendiri. Terdapat beberapa catatan terkait penggunaan alat-alat keamanan ini. Lebih lengkapnya akan dibahas di pertemuan tentang alat-alat keamanan.

Sebagai kesimpulan bahwa ketika melakukan pekerjaan di laboratorium, harus memperhatikan hal-hal yang berperan dalam perlindungan saat bekerja di laboratorium. Selain itu juga mematuhi semua peraturan yang tertera untuk keamanan dan keselamatan kerja.

C. Latihan

- a. Apakah laboratorium merupakan daerah yang memberikan akses keluar masuk dengan bebas?
- b. Apakah yang dimaksud dengan *good microbiology practice*?

- c. Sebutkan contoh dari *containment* primer?

D. Kunci Jawaban

- a. Tidak, laboratorium merupakan daerah yang hanya boleh dimasuki oleh personil tertentu.
- b. Merupakan tindakan dan peraturan yang berlaku di laboratorium saat bekerja dengan mikroba untuk mencegah penularan mikroba infeksius atau kontaminasi pada sampel kita.
- c. Biosafety cabinet, mesin sentrifugasi.

A. Daftar Pustaka

1. Gunawan, 2013. Safety Leadership. Dian Rakyat
2. PRVKP FKU-RSCM. 2016. Biosafety & Biosecurity di dalam Laboratorium Biomedik dan dalam Praktek Teknik Biomedik <http://ensignsafety.in/>. Diakses tanggal 8 Juli 2020.
3. <https://www.tecservuk.com/>. Diakses tanggal 11 Juli 2020.
4. <http://laboratorysafetyandmanagement.blogspot.com/>. Diakses tanggal 12 Juli 2020.
5. <https://rmw.com/>. Diakses tanggal 12 Juli 2020.