



**MODUL K3 BIOTEKNOLOGI  
(IBK 512)**

**MODUL SESI 14  
ALAT SAFETY (ALAT UNTUK KEAMANAN DAN KESELAMATAN  
KERJA)**

**DISUSUN OLEH**

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

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## ALAT SAFETY

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Memahami beberapa alat yang dapat digunakan untuk melindungi pekerja di laboratorium.
2. Mengidentifikasi beberapa alat keamanan di laboratorium kampus.
3. Mengidentifikasi kecukupan alat safety di laboratorium yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan.

### B. Uraian dan Contoh

Pada perkuliahan sebelumnya yang membahas mengenai general safety atau keamanan dasar di laboratorium, dijelaskan bahwa untuk meminimalisasi risiko perlu dipersiapkan alat-alat keamanan. Pada perkuliahan kali ini akan dibahas lebih lanjut mengenai alat-alat safety tersebut, terutama untuk Alat Pelindung Diri (APD).

Alat pelindung yang standar bagi pekerja laboratorium adalah berupa kacamata pelindung, jas laboratorium lengan panjang, sarung tangan, celana/rok yang menutup hingga kaki dan sepatu tertutup.



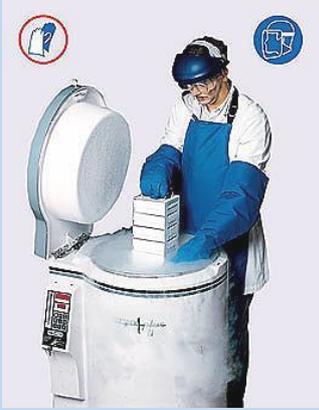
Gambar 1. Alat pelindung diri standar di laboratorium (sumber : <https://www.sfu.ca/>).

Fungsi dari APD adalah sebagai pembatas pertama antara individu dengan sumber bahaya di laboratorium. Fungsi APD adalah untuk melindungi kulit, atau saluran mukosa, baik di pernafasan maupun mata dari paparan agen infeksius atau bahan kimia. Meskipun demikian, alat pelindung diri juga memiliki kelemahan dibandingkan alat pengontrol risiko yang lain, yaitu :

- Tidak mengeliminasi sumber bahaya (biologi dan kimia).
- Membatasi gerak personil.
- Perlu dilakukan pemilihan bahan yang cocok agar tidak terjadi alergi.

Agar dapat berfungsi maksimal, maka APD yang digunakan harus sesuai dengan jenis pekerjaan serta tingkat risiko yang dihadapi. Di bawah ini adalah beberapa contoh penggunaan APD berupa jas laboratorium untuk personil dengan tingkat keamanan yang berbeda-beda :

	<p>APD ini sesuai untuk bekerja di laboratorium dengan keamanan hayati tingkat 1. Pada laboratorium ini bahan kimia dan biologi yang digunakan memiliki risiko yang rendah. Umumnya laboratorium ini digunakan sebagai laboratorium pendidikan atau riset.</p>
	<p>APD ini dapat digunakan di laboratorium BSL-2 yang melakukan pekerjaan dengan agen mikrobiologi dan kimia yang berbahaya. Jas laboratorium menutup dada (terbuka di bagian belakang).</p>

	<p>APD ini sangat sesuai untuk pekerjaan di laboratorium dengan BSL-3. Perhatikan bahwa jas laboratorium menutup seluruh permukaan tubuh termasuk juga kepala. Kaki harus tertutup sempurna. Pelindung pernafasan menggunakan masker N-95 untuk menghindari agen patogen memasuki tubuh melalui pernafasan.</p>
	<p>APD seperti ini digunakan untuk laboratorium dengan BSL-4. Pakaian sangat tertutup dibandingkan APD yang lain. Menggunakan masker pasokan udara dari luar laboratorium.</p>
	<p>APD seperti ini digunakan untuk pekerjaan menggunakan nitrogen cair yang sangat dingin. Untuk menghindari paparan dari objek yang sangat dingin digunakan sarung tangan khusus, penutup dada dan penutup muka (<i>faceshield</i>).</p>

Gambar 2. Beberapa jenis alat pelindung diri yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan tingkat risikonya.

Bisa ditambahkan jas laboratorium yang tahan api, tahan air atau tahan terhadap tumpahan bahan kimia.

Selain jas laboratorium, terdapat juga APD berupa alas kaki. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan alas kaki ini adalah :

- a. Alas kaki harus menutup kaki secara sempurna, tidak diperbolehkan menggunakan sandal terbuka.
- b. Sol tidak licin.
- c. Menggunakan bahan karet untuk menghindarkan dari terpeleset.



Tidak diperbolehkan menggunakan sandal



Menutup kaki secara sempurna

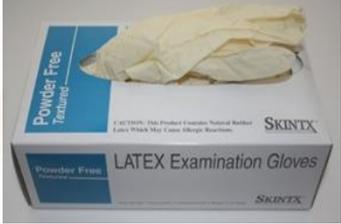
- Bisa menggunakan shoe cover



Menggunakan bahan karet atau bahan lain yang tidak licin ketika digunakan

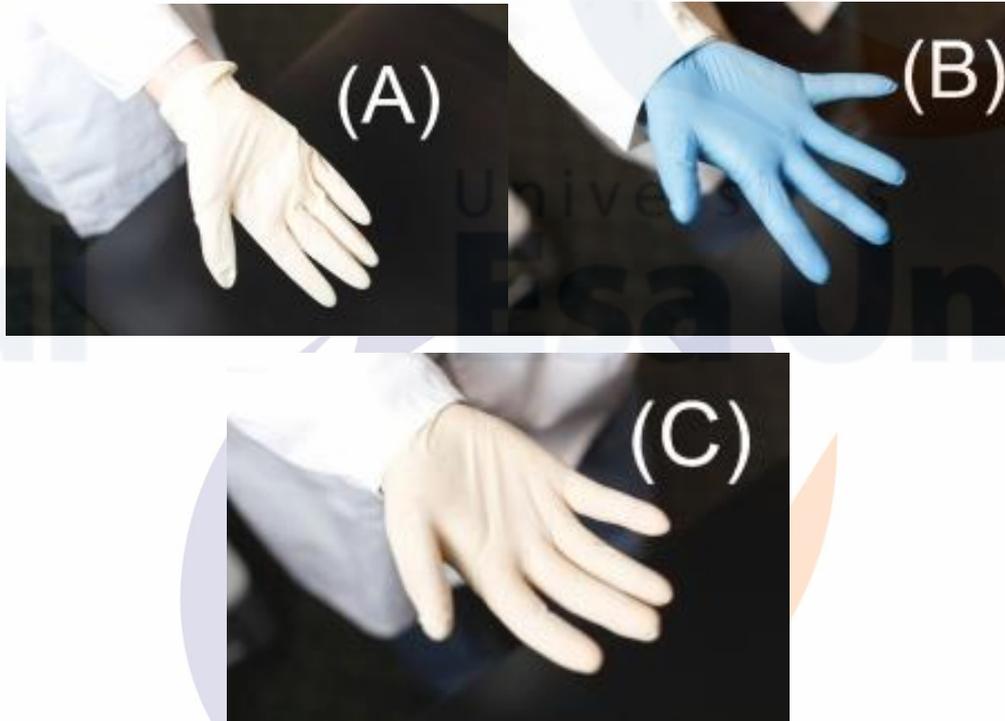
Gambar 3. Beberapa aturan terkait APD berupa alas kaki.

Alat pelindung selanjutnya adalah sarung tangan. Pelindung diri ini juga wajib digunakan di laboratorium untuk bekerja untuk melindungi tangan kita dari bahan-bahan berbahaya. Ada beberapa jenis sarung tangan yang bisa digunakan, akan tetapi harus disesuaikan dengan aktivitas yang digunakan.

		
<p>Dengan serbuk atau bebas serbuk – memberikan sentuhan sensitif</p>	<p>Dibuat dari lateks sintesis. Untuk pengguna yang alergi terhadap lateks</p>	<p>Sentuhannya sensitif – sarung tangan yang baik untuk menangani bahan kimia dan spesimen</p>

Gambar 4. Beberapa jenis sarung tangan.

Selain memperhatikan jenis sarung tangan yang akan digunakan, pemakaian sarung tangan juga harus memperhatikan ukuran tangan setiap personil yang mengenakannya. Ukuran yang sesuai adalah pas di tangan tidak terlalu besar atau kecil. Selain itu juga nyaman digunakan, tidak menghambat gerakan personil.



Gambar 5. Penggunaan sarung tangan harus disesuaikan dengan ukuran tangan personil yang akan digunakan, jangan terlalu besar (A) atau terlalu kecil (B).

Sebaiknya menggunakan sarung tangan yang pas di tangan (C). (sumber : <https://blog.universalmedicalinc.com/>)

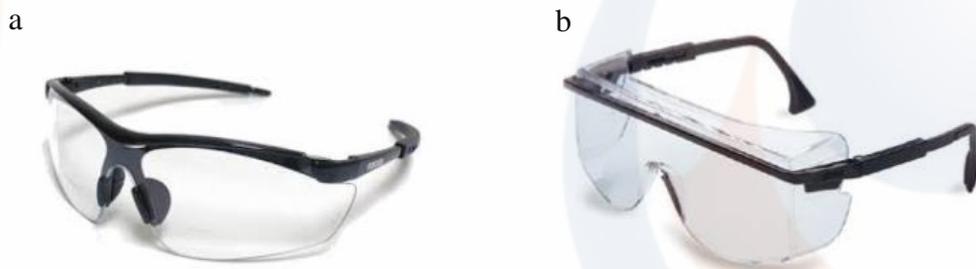
Untuk praktik keamanan di laboratorium, harus juga diperhatikan sikap personil yang menggunakan sarung tangan. Saat di laboratorium, tangan digunakan untuk bekerja dengan bahan berbahaya sehingga paling sering terpapar. Meskipun dapat melindungi personil, namun sarung tangan tidak dapat menghilangkan sumber bahaya, sehingga bahan bahaya dapat menempel pada sarung tangan. Jika tidak sering melakukan cuci tangan, maka sumber bahaya masih ada di sarung tangan. Kebiasaan yang sering dilakukan oleh pekerja adalah memegang benda-benda yang seharusnya steril dari bahaya menggunakan sarung tangan yang kotor. Dapatkah anda menebak apa yang terjadi? Ya, bahan berbahaya dapat menempel di

benda-benda tersebut. Jika terdapat personil lain yang memegang benda ini, maka sumber bahaya dapat tersebar dengan mudah. Contoh kejadian ini adalah ketika personil memegang gagang pintu atau memencet tombol lift dengan sarung tangan yang kotor. Maka yang terjadi adalah sumber bahaya dapat tersebar melalui gagang pintu maupun tombol lift ini.



Gambar 6. Memencet tombol dengan sarung tangan yang kotor dapat menyebabkan tersebarnya bahan berbahaya dari laboratorium. (sumber : <https://www.uth.edu/safety/>)

Alat pelindung lain yang digunakan adalah pelindung mata dan wajah. Alat ini bisa berupa kacamata (*goggles*) yang menutup area mata, atau pelindung wajah (*faceshield*). *Goggles* dapat digunakan untuk melindungi area mata dari percikan bahan kimia atau bahan biologi berbahaya. Kacamata ini harus memiliki pelindung samping, sehingga memberikan perlindungan yang optimal (Gambar 7a). Untuk para personil yang menggunakan kacamata dalam kegiatan sehari-hari, maka disarankan untuk menggunakan *goggles* khusus yang didesain untuk pengguna berkacamata, lebih menjorok ke luar tetapi akan melingkupi kacamata yang digunakan. Sehingga tetap memberikan perlindungan dan kenyamanan bagi penggunanya (Gambar 7b).



Gambar 7. Kacamata (*googles*) yang digunakan sebagai alat pelindung di laboratorium, *googles* standar (a) dan *googles* untuk personil berkacamata (b).  
(sumber : Simon Fraser University).

*Safety goggles* merupakan bentuk lain dari *googles* yang standar, dimana *googles* ini ketat menempel pada area mata, sehingga seperti menyegel area mata. *Googles* ini akan melindungi personil dari cipratan atau percikan bahan kimia berbahaya, sangat sesuai jika digunakan untuk bekerja dengan bahan kimia yang bersifat korosif, membentuk uap dan partikulat berbahaya,



Gambar 8. Safety goggles untuk melindungi personil dari cipratan atau uap bahan kimia berbahaya. (sumber : Simon Fraser University).

Jika jenis-jenis kacamata yang dijelaskan sebelumnya digunakan untuk melindungi area mata, maka pelindung wajah (*faceshield*) digunakan untuk melindungi area wajah dan leher. Itulah kelebihan *faceshield* jika dibandingkan dengan *googles*. Namun pemakaian *faceshield* tetap harus dilakukan dengan penggunaan *googles*. Fungsi dari *faceshield* sama dengan *googles*, yaitu

memberikan perlindungan dari cipratan atau percikan bahan-bahan berbahaya yang digunakan dalam bekerja. Pemakaian juga *faceshield* diperlukan jika :

- a. Melakukan pekerjaan dengan bahaya biologi yang menimbulkan aerosol.
- b. Melakukan pekerjaan dengan nitrogen cair, semisal mengeluarkan sampel dari tangki nitrogen cair.
- c. Melakukan pekerjaan dengan bahan kimia yang bersifat mudah meledak atau sangat berbahaya.
- d. Melakukan pekerjaan dengan peralatan yang memiliki tekanan tinggi.



Gambar 9. *Faceshield* yang melindungi area wajah dan leher dari percikan bahan-bahan berbahaya. (sumber : Simon Fraser University).

Alat pelindung diri selanjutnya adalah alat untuk melindungi pernafasan (respirator). Jenisnya pun bermacam-macam tergantung dari tingkat risiko yang dihadapi oleh pekerja. Diharapkan semua personil laboratorium mendapatkan pelatihan tentang pemilihan dan cara menggunakan respirator yang tepat. Jika sesuai, maka respirator ini dapat melindungi personil dari debu atau percikan yang berbahaya. Terdapat beberapa jenis respirator :

- a. Masker wajah
- b. Masker N95
- c. *Powered-Air Pressure Respirator* (PAPR).



Gambar 10. Beberapa bentuk respirator, masker wajah (kiri atas), masker N95 (kanan atas) dan PAPR (bawah).

Masker wajah dapat digunakan untuk melindungi pernafasan dari udara yang terkontaminasi oleh partikel-partikel berbahaya berukuran besar seperti mikroba dan percikan. Akan tetapi masker wajah ini tidak menutup erat area hidung dan mulut. Sehingga dapat memberikan kenyamanan pada penggunaannya. Masker wajah dapat digunakan untuk melindungi personil yang bekerja di laboratorium dengan keselamatan hayati tingkat 2 (BSL-2). Masker wajah ini hanya sekali pakai jika telah selesai digunakan, maka harus dibuang. Selain itu, jika saat pemakaian dirasakan ada kesulitan bernafas atau masker basah, maka harus diganti.

Pembuangan masker wajah yang telah digunakan disamakan dengan cara pembuangan limbah berbahaya.

Masker N95 merupakan jenis respirator yang cara pemakaiannya sama dengan masker wajah. Masker ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan masker wajah biasa. Masker N95 dapat menyaring partikel-partikel seperti virus yang sangat kecil yang terdapat di udara. Selain itu masker ini didesain ketat melekat pada wajah sehingga memberikan perlindungan yang lebih optimal. Cara pemakaian dan pelepasan masker N95 dari wajah harus diperhatikan, agar tidak menimbulkan pemularan dari masker ke individu. Setiap personil yang menggunakannya sebaiknya mendapatkan pelatihan tentang cara pemakaian yang baik dan benar. Masker N95 dapat digunakan di laboratorium dengan keselamatan hayati tingkat 2 dan 3 (BSL-2 dan BSL-3). Sama seperti masker wajah, masker N95 ini juga sekali pakai. Jika telah selesai harus dibuang ke tempat limbah infeksius.

*Powered-Air Pressure Respirator (PAPR)* merupakan respirator yang menggunakan kipas yang dihubungkan dengan baterai dan filter untuk menyaring udara dari luar ke individu. Prinsipnya mengalirkan udara dari tekanan udara positif ke negatif. Alat PAPR ini didesain sehingga ketat melekat dan menutup seluruh wajah sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik. Alat ini dapat digunakan ulang dengan cara mendesinfeksi alat yang telah digunakan.

Selain alat pelindung diri di laboratorium juga terdapat beberapa alat yang berfungsi untuk menjaga keselamatan dan keamanan selama bekerja. Salah satunya adalah *sharp container*.



Gambar 11. *Sharp container*

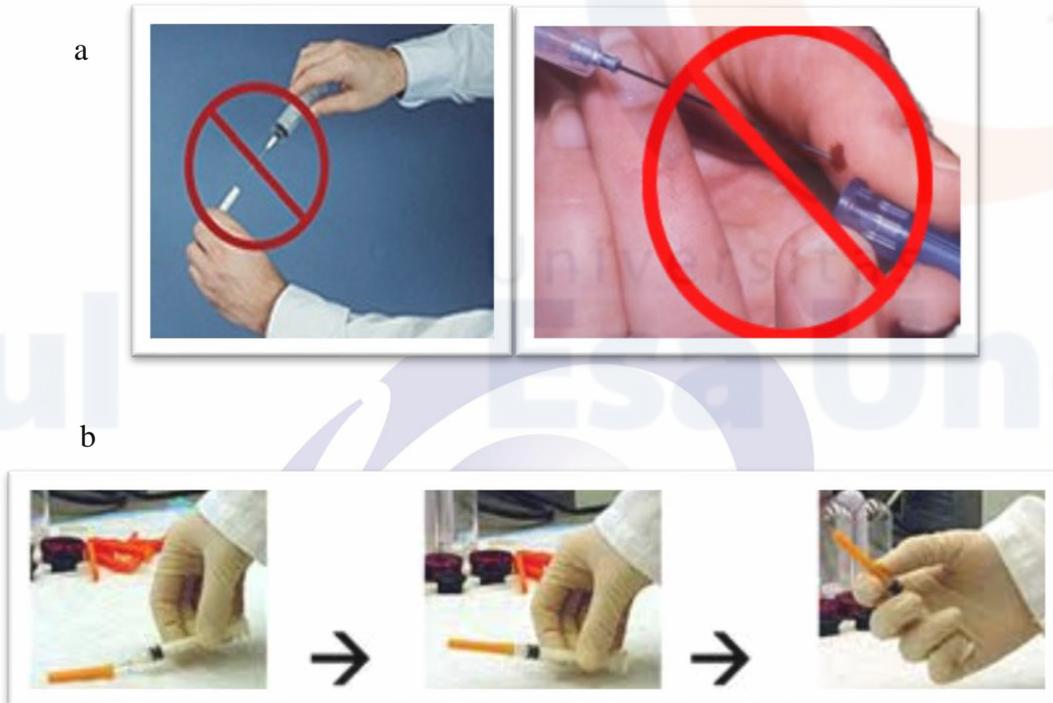
*Sharp container* adalah tempat pembuangan benda-benda tajam seperti jarum, pisau bedah, gunting dan lain-lain. Tempat ini dibutuhkan karena terkadang di laboratorium dilakukan pekerjaan dengan bahan biologi berbahaya menggunakan benda-benda tajam. Maka benda-benda tajam ini juga menjadi infeksius. Jika benda-benda tajam ini dibuang di tempat sampah biasa, maka dapat merobek tempat sampah tersebut dan terekspos ke luar tempat sampah. Akibatnya personil-personil yang mengurus tempat sampah, seperti petugas kebersihan, dapat tertusuk dan terinfeksi. Jika benda-benda tajam ini diletakkan pada tempat yang tepat, maka kejadian seperti itu dapat dihindari.



Gambar 12. Cara pembuangan benda tajam yang benar adalah dengan memasukkannya ke dalam *sharp container* (kiri), bukan dijadikan satu dengan sampah-sampah yang lain (kanan).

*Sharp container* ini didesain agar tidak mudah tertusuk (umumnya dibuat dari plastik cukup tebal) dan tidak mudah basah. *Sharp container* ini didesain sedemikian rupa sehingga jika telah terisi penuh dan ditutup, maka tutupnya tidak dapat dibuka kembali. Hal ini untuk menjaga keamanan, benda-benda yang tajam tidak dapat dikeluarkan kembali. Tetapi ada pula *sharp container* yang sederhana, tidak memiliki mekanisme ini tetapi memenuhi syarat untuk menjaga supaya benda-benda tajam dapat dibuang dengan baik. Setelah terisi penuh, maka *sharp container* beserta isinya dapat dibuang ke tempat pembuangan limbah infeksius, biasanya dengan cara dibakar, sehingga wadah ini merupakan wadah sekali pakai.

Selain memperhatikan cara pembuangan benda tajam, yang perlu dilakukan adalah cara bekerja dengan benda tajam. Salah satunya adalah cara memasukkan jarum ke tutupnya kembali setelah selesai digunakan. Perhatikan gambar berikut,

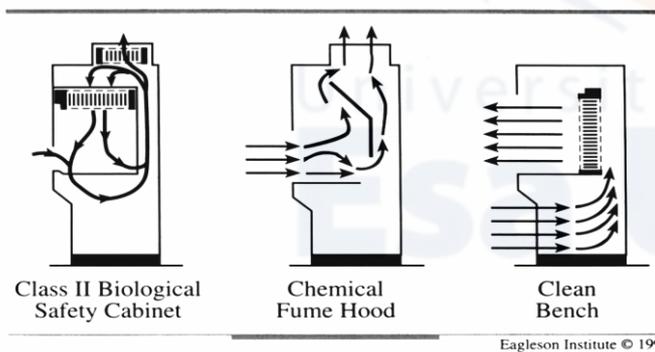


Gambar 13. Cara memasukkan jarum kembali ke dalam tutupnya yang salah (a) dikarenakan cara ini menimbulkan risiko tertusuk, sedangkan yang benar (b) merupakan cara yang lebih aman.

Selain *sharp container*, alat keamanan lain yang digunakan adalah *biosafety cabinet* (BSC), *fume hood* dan *clean bench*. Ketiganya memiliki aliran udara yang berbeda dan diperuntukkan untuk kegiatan yang berbeda pula.

Pada *Biosafety Cabinet* (BSC), aliran udara dari luar kabinet akan masuk kemudian akan sebagian diresirkulasi di dalam kabinet sebagian lagi dibuang. Kabinet ini paling baik digunakan untuk pekerjaan yang menggunakan bahan-bahan yang berbahaya bagi individu. Sedangkan *fume hood* atau kita kenal dengan istilah lemari asam, bekerja dengan cara mengalirkan udara dari luar kabinet ke dalam kabinet untuk kemudian dibuang kembali ke luar. Kabinet ini paling baik digunakan untuk bahan-bahan kimia yang dapat menimbulkan uap atau percikan berbahaya. Seperti bekerja dengan larutan asam kuat ( $H_2SO_4$ ). Sedangkan *clean*

bench bekerja dengan cara yang sama dengan lemari asam, akan tetapi udara yang dikeluarkan tidak menuju ke luar laboratorium, melainkan menuju ke individu pekerja. Alat ini baik digunakan untuk menjaga kontaminasi terhadap sampel. Namun, tidak menjaga keamanan pekerja dari bahaya sampel. Sehingga biasanya digunakan untuk bekerja dengan bahan-bahan yang bahayanya kecil. Contoh penggunaan alat ini adalah saat kita melakukan pencampuran bahan untuk PCR (*Polymerase Chain Reaction*).



Gambar 14. Aliran udara pada ketiga alat yang berbeda-beda: BSC, *fume hood* dan *clean bench*.

Pada BSC terdapat beberapa tipe lagi yang bisa digunakan tergantung peruntukannya, yaitu BSC tipe I, II dan III. Berikut adalah perbedaan antara ketiganya :

SIDE-BY-SIDE BSC CLASS COMPARISON				
Classes of Biosafety Cabinets	Personnel Protection	Product Protection	Environmental Protection	Use
Class I	Yes Inward air flow through sash opening	No Unfiltered room air is drawn across work surface	Yes Exhaust air is HEPA-filtered	<ul style="list-style-type: none"> <li>Not in use today for bioagents</li> <li>May be used to enclose equipment or procedures with aerosol potential</li> </ul>
Class II A1, A2, B1, B2	Yes Inward air flow through sash opening	Yes By HEPA filtered air drawn down onto work surface & room air kept away	Yes Exhaust air is HEPA-filtered	<ul style="list-style-type: none"> <li>Most common class of BSC used today, esp. Type A2</li> <li>Used to handle specimen material, biological toxins, cell tissue culture, biohazardous agents</li> </ul>
Class III (Glove Box)	Yes Complete containment of interior work area	Yes HEPA filtered air is supplied to work surface; total containment keeps room air out	Yes Exhaust air is double HEPA-filtered	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provides the highest level of containment for handling the most dangerous microorganisms</li> </ul>

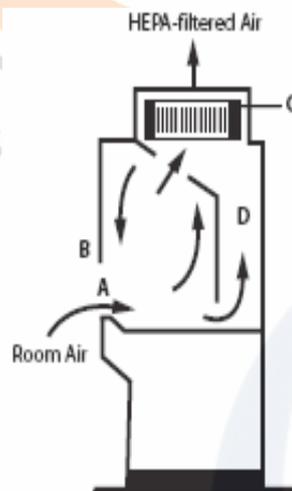
Gambar 15. Perbandingan antara beberapa tipe BSC (sumber : Virginia Tech, Health and Safety).

Pada BSC tipe II pun juga ada perbedaan yaitu antara A1, A2, B1 dan B2. Berikut perbandingannya :

SIDE-BY-SIDE COMPARISON OF BSC CLASS II TYPES				
BSC	HEPA-Filtered Work Surface Air	Interior Design	Air Inflow Rate	Chemicals
II, A1	ALL is RECIRCULATED	May have contaminated air under POSITIVE pressure, so if plenum leaks, contaminants will escape into lab	75 linear feet per minute (lfpm)	Use with biologicals; Should NOT be used with chemicals
II, A2	MOST or ALL is RECIRCULATED	Contaminated air under/surrounded by NEGATIVE PRESSURE; if outside exhaust is present, uses flexible connection	100 lfpm	Use with biologicals; recommended for use with MINUTE amounts of volatile chemicals if some air is exhausted outside
II, B1	MOST is EXHAUSTED OUTSIDE	Contaminated air under/surrounded by NEGATIVE PRESSURE; outside exhaust must be hard-ducted	100 lfpm	Use with biologicals & MINUTE amounts of volatile or toxic chemicals
II, B2	ALL is EXHAUSTED OUTSIDE	Contaminated air is under/surrounded by NEGATIVE PRESSURE; outside exhaust must be hard-ducted	100 lfpm	Use with biologicals & SMALL amounts of volatile or toxic chemicals

Gambar 16. Perbandingan antara kelas-kelas dalam BSC tipe II (sumber : Virginia Tech, Health and Safety).

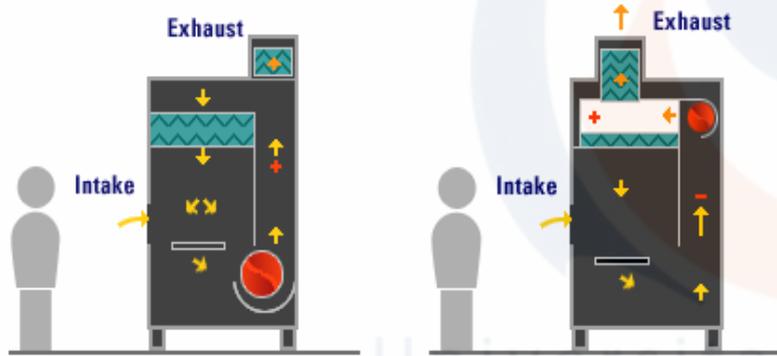
Untuk dapat lebih memahami apa perbedaan antara setiap tipe BSC, kita dapat melihat gambar aliran udara pada tiap-tiap BSC berikut :



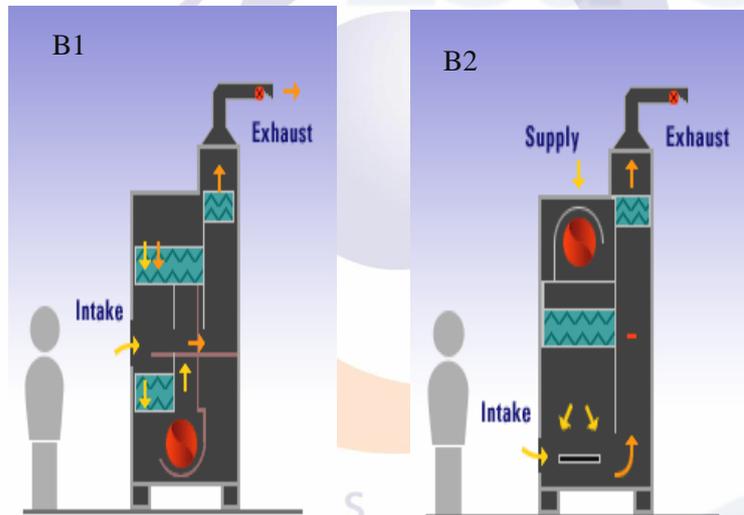
Gambar 18. Aliran udara pada BSC tipe I

Type A1 Cabinet without canopy

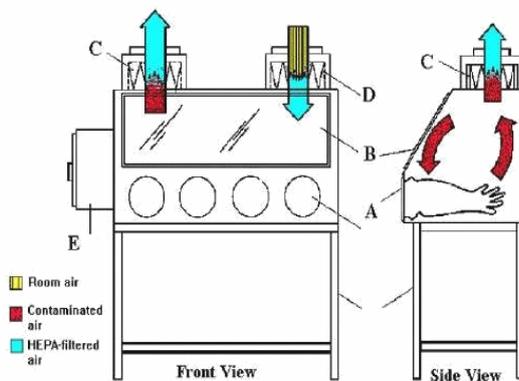
Type A2 Cabinet without canopy



Gambar 19. Aliran udara pada BSC tipe II kelas A1 (kiri) dan A2 (kanan).



Gambar 20. Aliran udara pada BSC tipe II kelas B1 (kiri) dan B2 (kanan).



Gambar 21. Aliran udara pada BSC Tipe III

### C. Latihan

- a. Bolehkah kita menggunakan sandal terbuka saat bekerja di dalam lab?
- b. Bagaimana cara kita membuang limbah benda tajam?
- c. Ada berapa tipe BSC?

### D. Kunci Jawaban

- a. Tidak boleh, kita harus menggunakan sepatu tertutup ketika berada di lab.
- b. Limbah benda tajam dibuang ke *sharp container*.
- c. Ada 3, tipe I, II dan III.

### A. Daftar Pustaka

1. PRVKP FKU-RSCM. 2016. Biosafety & Biosecurity di dalam Laboratorium Biomedik dan dalam Praktek Teknik Biomedik.
2. Simon Fraser University. Lab Safety. <https://www.sfu.ca/srs/work-research-safety/research-safety/lab-safety/personal-protective-equipment.html>
3. Virginia Tech Environmental Health and Safety. Biosafety Cabinet (BSC)/HEPA-filtered equipment.  
[https://www.ehss.vt.edu/programs/BIO\\_cabinets.php](https://www.ehss.vt.edu/programs/BIO_cabinets.php)