



Universitas  
**Esa Unggul**

**MODUL MATA KULIAH**

**INSTRUMENTASI BIOTEKNOLOGI**

**(IBD 111)**

**Disusun Oleh**

**Aroem Naroeni, Ssi, DEA, PhD**

Universitas  
**Esa Unggul**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2017**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Maha Esa atas karunia dan bimbingannya, saya bisa menyelesaikan modul ini. Modul Instrumentasi Bioteknologi ini akan sangat mendukung mahasiswa dan semua orang yang tertarik dan bekerja di bidang Bioteknologi. Instrumentasi Bioteknologi merupakan ilmu pengetahuan dasar bagi semua orang yang bekerja di area Bioteknologi. Modul ini selain berguna untuk mahasiswa yang belajar Bioteknologi juga para pekerja laboratorium, peneliti dan orang-orang yang bekerja dalam industri kesehatan, makanan, pertanian, peternakan dan lain sebagainya. Instrumentasi Bioteknologi merupakan gerbang kita memasuki dunia Bioteknologi yang riil dimana semua pekerja bioteknologi harus mengetahui dan mengaplikasikannya.

Akhirnya saya ucapkan terima kasih kepada semua rekan kerja di Program Bioteknologi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Esa Unggul terutama kepada Kepala Program Studi, Ibu Titta Titta Novianti, S.Si., M.Biomed.

Hormat saya,

Aroem Naroeni, SSi, DEA, PhD

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>Bab 1. Personal Protection Equipment (PPE) /Alat Perlindungan Diri (APD)</b> .....	<b>1</b>
A. Pengantar .....	1
B. Kompetensi Dasar .....	1
C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan .....	1
D. Kegiatan Pembelajaran .....	1
E. MATERI .....	2
1. Pendahuluan .....	2
2. Jas Lab atau Coverall .....	2
3. Masker .....	4
4. Goggles .....	4
5. Sarung tangan .....	5
6. Sepatu laboratorium .....	6
7. Pengolahan Limbah.....	6
F. EVALUASI BELAJAR.....	8
1. Rangkuman.....	8
2. Latihan.....	8
3. Tugas.....	8
G. Penilaian Tugas .....	8
H. Daftar Pustaka .....	8
<b>Bab 2. Peralatan Umum Bioteknologi : Glassware,Pipet dan Mikropipet...</b>	<b>10</b>
A. Pengantar.....	10
A. Kompetensi Dasar .....	10
B. Kemampuan Akhir yang Diharapkan .....	10
C. Kegiatan Pembelajaran .....	10
D. MATERI .....	10
1. Pendahuluan .....	10
2. Glassware .....	11
3. Pipet .....	11
E. EVALUASI BELAJAR.....	14

1.	Rangkuman.....	14
2.	Latihan.....	14
3.	Tugas.....	14
F.	Penilaian Tugas.....	14
G.	Daftar Pustaka .....	14
<b>Bab 3. Peralatan Umum Bioteknologi (Sentrifus, mikrosentrifus, Vorteks, Minispin, Sonicator, timbangan).....</b>		<b>15</b>
A.	Pengantar.....	15
B.	Kompetensi Dasar .....	15
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	15
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	15
E.	MATERI.....	15
a.	Pendahuluan.....	15
b.	Sentrifus dan Mikrosentrifus.....	16
c.	Vorteks dan Minispin.....	16
d.	Sonicator.....	17
e.	Timbangan .....	18
F.	EVALUASI BELAJAR.....	18
a.	Rangkuman.....	19
b.	Tugas.....	19
G.	Penilaian Tugas .....	19
H.	Daftar Pustaka .....	19
2.	Buku manual dari manufaktur Sentrifus, Mikrosentrifus, vorteks minispin, Sonicator dan timbangan yang digunakan .....	19
<b>Bab 4. Peralatan Umum Bioteknologi .....</b>		<b>20</b>
<b>(Waterbath, Heating block, Mikroplate stirrer, Microwave, Oven).....</b>		<b>20</b>
A.	Pengantar.....	20
A.	Kompetensi Dasar .....	20
B.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	20
C.	Kegiatan Pembelajaran.....	20
D.	MATERI .....	20
a.	Pendahuluan.....	20
E.	EVALUASI BELAJAR.....	21
a.	Rangkuman.....	21
b.	Latihan.....	21
c.	Tugas .....	21
F.	Penilaian Tugas.....	21

G.	Daftar Pustaka .....	21
<b>Bab 5. Peralatan PCR .....</b>		<b>22</b>
<b>(Polymerase Chain Reaction) .....</b>		<b>22</b>
A.	Pengantar .....	22
B.	Kompetensi Dasar .....	22
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan .....	22
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	22
E.	MATERI .....	22
a.	Pendahuluan .....	22
b.	PCR Cabinet .....	23
c.	PCR .....	23
d.	Quantitative PCR (qPCR) .....	23
F.	EVALUASI BELAJAR .....	24
a.	Rangkuman .....	24
b.	Latihan .....	24
c.	Tugas .....	24
G.	Penilaian Tugas .....	24
H.	Daftar Pustaka .....	24
<b>Bab 6. Peralatan Sterilisasi .....</b>		<b>25</b>
A.	Pengantar .....	25
B.	Kompetensi Dasar .....	25
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan .....	25
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	25
E.	MATERI .....	25
a.	Pendahuluan .....	25
b.	Alat pengepakan .....	25
c.	Autoclave .....	26
d.	Boiling, UV dan radiasi sinar gamma .....	26
e.	Oven .....	27
F.	EVALUASI BELAJAR .....	28
a.	Rangkuman .....	28
b.	Latihan .....	28
c.	Tugas .....	28
G.	Penilaian Tugas .....	28
H.	Daftar Pustaka .....	28
<b>Bab 7. Peralatan Biosafety .....</b>		<b>29</b>



A. Pengantar.....	29
B. Kompetensi Dasar .....	29
C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	29
D. Kegiatan Pembelajaran .....	29
E. MATERI.....	29
a. Pendahuluan.....	29
b. Laminar airflow .....	30
c. Biological Safety Cabinet (BSC).....	30
F. EVALUASI BELAJAR.....	34
a. Rangkuman.....	34
b. Latihan.....	34
c. Tugas .....	34
G. Penilaian Tugas .....	35
Kemampuan untuk melakukan analisis gambar atau video dan kemampuan menjawab kuis. ....	35
H. Daftar Pustaka .....	35
<b>Bab 8. Peralatan Serologi.....</b>	<b>36</b>
A. Pengantar.....	36
B. Kompetensi Dasar .....	36
C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	36
D. Kegiatan Pembelajaran .....	36
E. MATERI.....	36
a. Pendahuluan.....	36
b. ELISA (Enzym-Link Immunosorbent Analysis) .....	37
c. Western Blot.....	38
F. EVALUASI BELAJAR.....	39
a. Rangkuman.....	39
b. Latihan.....	39
c. Tugas .....	39
G. Penilaian Tugas .....	39
H. Daftar Pustaka .....	39
<b>Bab 9. Peralatan Imaging.....</b>	<b>40</b>
A. Pengantar.....	40
B. Kompetensi Dasar .....	40
C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	40
D. Kegiatan Pembelajaran .....	40
E. MATERI.....	40

a.	Pendahuluan.....	40
b.	UV Transilluminator .....	41
c.	Gel Documentation system.....	41
F.	EVALUASI BELAJAR.....	42
a.	Rangkuman.....	42
b.	Latihan.....	42
c.	Tugas .....	42
G.	Penilaian Tugas .....	42
H.	Daftar Pustaka .....	42
	<b>Bab 10. Peralatan Imaging (Mikroskop) .....</b>	<b>44</b>
A.	Pengantar.....	44
B.	Kompetensi Dasar .....	44
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	44
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	44
E.	MATERI.....	44
a.	Pendahuluan.....	44
b.	Mikroskop Cahaya .....	44
c.	Mikroskop Electron .....	45
F.	EVALUASI BELAJAR.....	46
a.	Rangkuman.....	46
b.	Latihan.....	46
c.	Tugas .....	46
G.	Penilaian Tugas .....	46
	Kemampuan untuk menganalisis gambar dari hasil pengamatan mikroskop..	46
H.	Daftar Pustaka .....	46
	<b>Bab 11. Peralatan Spektrofotometer.....</b>	<b>47</b>
A.	Pengantar.....	47
B.	Kompetensi Dasar .....	47
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	47
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	47
E.	MATERI.....	47
a.	Pendahuluan.....	47
b.	Spektrofotometer dan spektrofluorometer.....	48
c.	pH meter .....	48
F.	EVALUASI BELAJAR.....	48
a.	Rangkuman.....	48

b.	Latihan.....	49
c.	Tugas .....	49
G.	Penilaian Tugas .....	49
	Kemampuan analisis hasil spektrofotometer .....	49
H.	Daftar Pustaka .....	49
	<b>Bab 12. Peralatan Analisis Protein.....</b>	<b>50</b>
A.	Pengantar.....	50
B.	Kompetensi Dasar .....	50
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	50
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	50
E.	MATERI.....	50
a.	Pendahuluan.....	50
b.	Electrophorator .....	51
c.	Electrophoresis .....	51
d.	DNA Sequencer .....	52
F.	EVALUASI BELAJAR.....	52
a.	Rangkuman .....	52
b.	Latihan.....	53
c.	Tugas .....	53
G.	Penilaian Tugas .....	53
	Kemampuan menganalisis gambar dan video .....	53
H.	Daftar Pustaka .....	53
	<b>Bab 13. Peralatan Kultur sel dan Hewan Coba.....</b>	<b>54</b>
A.	Pengantar.....	54
B.	Kompetensi Dasar .....	54
	Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan kultur sel dan hewan coba dan mengetahui prinsip bekerjanya .....	54
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	54
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	54
E.	MATERI.....	54
a.	Pendahuluan.....	54
b.	Kultur sel .....	55
c.	Hewan Coba.....	56
F.	EVALUASI BELAJAR.....	58
a.	Rangkuman .....	58
b.	Latihan.....	58
c.	Tugas .....	58



G.	Penilaian Tugas .....	58
H.	Daftar Pustaka .....	58
<b>Bab 14. Peralatan Bioreactor .....</b>		<b>59</b>
A.	Pengantar .....	59
B.	Kompetensi Dasar .....	59
C.	Kemampuan Akhir yang Diharapkan.....	59
D.	Kegiatan Pembelajaran .....	59
E.	MATERI.....	59
a.	Pendahuluan.....	59
b.	Bioreactor .....	59
c.	Fermentor .....	60
F.	EVALUASI BELAJAR.....	60
a.	Rangkuman.....	61
b.	Latihan.....	61
c.	Tugas .....	61
G.	Penilaian Tugas .....	61
H.	Daftar Pustaka .....	61

# Bab 1. Personal Protection Equipment (PPE) /Alat Perlindungan Diri (APD)

## A. Pengantar

Personal Protection Equipment (PPE) atau dalam bahasa Indonesia Alat Perlindungan diri (APD) dalam dunia kesehatan dan keselamatan kerja laboratorium mengacu pada semua perlengkapan yang digunakan oleh pekerja saat bekerja, untuk melindungi pekerja tersebut saat melakukan pekerjaan. Alat perlindungan diri tersebut meliputi : Jas laboratorium, sarung tangan yang sesuai, Masker, kacamata pelindung (Goggles), alas kaki tertutup, Pelindung wajah (Face shield ) dan sebagainya.

Alat Perlindungan diri merupakan alat keselamatan kerja utama dalam bekerja di laboratorium dan industri bioteknologi. Selain itu masih dibantu oleh beberapa perlengkapan lainnya.

## B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa dapat mengetahui prinsip keselamatan kerja dilaboratorium, menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD), serta penanganan limbah K3 dengan benar

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Dapat menggunakan alat pelindung diri dengan baik
2. Mengetahui simbol bahan kimia berbahaya
3. Dapat menangani limbah secara tepat

## D. Kegiatan Pembelajaran

1. Pre test
2. Ceramah
3. Video atau gambar alat

## **E. MATERI**

### **1. Pendahuluan**

Personal Protection Equipment (PPE) atau Alat Perlindungan Diri (APD) merupakan istilah yang sangat banyak ditemukan dalam bidang Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) serta Biosafety dan Biosecurity. PPE atau APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. APD mengacu kepada alat perlindungan kepala (helm), Baju khusus/jas lab, goggles atau face shield dan perlindungan lainnya yang melekat di tubuh yang berfungsi untuk melindungi tubuh dari bahaya terluka atau terinfeksi. Dalam Bioteknologi, APD berhubungan dengan perlengkapan untuk bekerja di laboratorium atau industri.

### **2. Jas Lab atau Coverall**

Jas lab mempunyai bermacam-macam bentuk sesuai dengan tingkatan laboratorium dan tingkatan pekerjaan. Laboratorium di bidang ilmu biologi dibagi menjadi 4 tingkatan : Biosafety level satu, Biosafety level 2, Biosafety level 3 dan Biosafety level 4.

Jas laboratorium Biosafety level 1 adalah jas laboratorium yang banyak digunakan di rumah sakit dan jas laboratorium yang digunakan untuk praktikum siswa dan mahasiswa. Bentuknya panjang sampai kurang lebih di lutut yang fungsinya adalah melindungi tubuh pada saat melakukan eksperimen di laboratorium. Setelah melalui berbagai perkembangan dan evaluasi, Jas lab dengan lengan panjang dan karet di pergelangan tangan dianggap yang memenuhi persyaratan untuk dikenakan di laboratorium Biosafety level 1.



Gambar 1. Jas laboratorium Biosafety level 1

Jas laboratorium untuk Biosafety level 3 dan 4 mempunyai ciri yang hampir mirip yaitu bukaan di belakang sehingga bagian depan tertutup rapat, terbuat dari bahan yang anti air sehingga kalau ada cipratan atau tumpahan tidak meresap tetapi dapat dibersihkan dengan desinfektan. Beberapa menggunakannya untuk sekali pakai beberapa dapat digunakan kembali dengan proses dekontaminasi dan pencucian yang khusus.



Gambar 2. Jas laboartorium Biosafety level 1, 2,3 dan 4



### 3. Masker

Masker berguna untuk melindungi bahaya aerosol yang masuk melalui saluran pernafasan. Bahaya yang ditimbulkan bisa ringan sampai yang menimbulkan kematian. Ada berbagai macam jenis masker masker kimia, masker biologi, masker bedah, masker N95.



Gambar 3. Masker yang digunakan di laboratorium

### 4. Goggles

Goggles atau kacamata pelindung adalah alat perlindungan mata yang berfungsi untuk melindungi mata dari cipratan bahan biologi dan bahan kimia. Perbedaan goggles dan kacamata biasa adalah adanya pelindung di bagian samping yang tidak dijumpai pada kacamata biasa.



Gambar3. Goggles atau kacamata pelindung





Gambar 4. Faceshield atau pelindung wajah

## 5. Sarung tangan

Sarung tangan bermacam-macam jenis menurut fungsinya masing masing. Sarung tangan yang biasa digunakan di laboratorium pada umumnya adalah sarung tangan latex. Sarung tangan ini oleh karena kekurangannya maka perlahan-lahan digantikan oleh sarung tangan jenis nitril yang biasanya berwarna warni. Selain sarung tangan yang umum digunakan di laboratorium, ada juga sarung tangan khusus untuk pekerjaan tertentu di laboratorium. Seperti sarung tangan untuk memegang barang panas dan sarung tangan untuk memegang barang dingin. Beberapa aktifitas di laboratorium memerlukan pemanasan seperti pada saat sterilisasi dan saat membuat larutan. Aktifitas yang berhubungan dengan suhu yang sangat dingin misalnya penyimpanan di freezer -20, -50 sampai -80°C. Bahkan penyimpanan sel di Nitrogen cair memerlukan suhu sampai -150°C.





Gambar 5. Sarung tangan pelindung untuk bekerja di laboratorium dengan berbagai macam bahan (a) untuk memegang benda panas (b) dan untuk memegang benda yang sangat dingin (cryogenic gloves) (c)

## 6. Sepatu laboratorium

Sepatu laboratorium adalah Alat Perlindungan diri yang sering diabaikan di laboratorium padahal memegang peranan yang sangat penting. Sepatu laboratorium berfungsi sebagai pelindung kaki terhadap berbagai macam kemungkinan tumpahan dan cipratan bahan berbahaya.



Gambar 6. Sepatu Laboratorium

## 7. Pengolahan Limbah

Berbagai macam tipe sampah dihasilkan dari aktifitas laboratorium, beberapa diantaranya : sampah padat, sampah benda tajam, sampah patologik, sampah benda cair , sampah campuran. Tahap awal dari pengolahan limbah adalah pemilahan sesuai dengan sifat dan bahayanya. Proses dekontaminasi diperlukan sebelum sampah diangkut menuju pengolahan akhir.

Berbagai aturan pemerintah sudah ada dan harus dipatuhi oleh laboratorium yaitu :

1. Peraturan Pemerintah RI No 85 Tahun 1999 Tentang perubahan PP No 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3
2. Pengelolaan Limbah B3 dan Keputusan Menteri Kesehatan RI No 1204/Menkes/SK/XI/2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit

Limbah B3 menurut Peraturan Pemerintah yang baru saat ini mencakup limbah yang bersifat :

- mudah meledak;
- pengoksidasi;
- sangat mudah sekali menyala;
- sangat mudah menyala;
- mudah menyala;
- amat sangat beracun;
- sangat beracun;
- beracun;
- berbahaya;
- korosif;
- bersifat iritasi;
- berbahaya bagi lingkungan;
- karsinogenik;
- teratogenik;
- mutagenik.

Sampah benda tajam harus mendapat perlakuan khusus karena bahayanya yang dapat menimbulkan luka dan dapat menularkan penyakit yang menular melalui luka dan melalui darah.

Di rumah sakit dan beberapa institusi yang besar sudah mempunyai IPAL (Instalasi Pengolahan Limbah) tetapi di institusi kecil masih harus menyusun sendiri sistem pengolahan limbah agar limbah yang dikeluarkan di lingkungan tidak mencemari lingkungan.

## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **1. Rangkuman**

Saat bekerja di laboratorium, kita memerlukan alat perlindungan diri yang melekat di dalam tubuh agar tubuh tidak terluka atau terinfeksi. Alat perlindungan diri itu meliputi : jas laboratorium, goggles, Masker, Sepatu laboratorium dan lain-lain.

Prosedur pengolahan sampah di laboartorium diatur khusus sesuai dengan sifat dan tingkat bahayanya masing-masing.

### **2. Latihan**

1. Mengenali PPE dan fungsinya
2. Praktek pemilahan sampah, dekontaminasi sampai dibawa ke tempat pengolahan akhir

### **3. Tugas**

Tanya jawab lisan

## **G. Penilaian Tugas**

Berdasarkan kemampuan menjawab pertanyaan lisan.

## **H. Daftar Pustaka**

- World Health Organization. Laboratory Biosafety Manual. 3<sup>rd</sup> ed. 2004
- World Health Organization. Handbook: Good Laboratory Practice (GLP). Quality practices for regulated non-clinical research and development. 2nd ed. 2009
- Beberapa sumber pembelajaran melalui youtube, artikel dan buku







## **Bab 2. Peralatan Umum Bioteknologi : Glassware, Pipet dan Mikropipet**

### **A. Pengantar**

Bagi mahasiswa Bioteknologi, mengenal peralatan dasar laboratorium merupakan hal yang sangat utama karena merupakan alat yang digunakan untuk bekerja dalam hampir semua metode. Pada bagian ini, kita membahas tentang pipet dan mikropipet yang digunakan di hampir semua jenis pekerjaan di laboratorium.

### **A. Kompetensi Dasar**

Dalam bagian ini kompetensi yang diharapkan adalah mengetahui berbagai jenis glassware yang umum digunakan di laboratorium dan mengetahui berbagai macam jenis pipet serta prinsip kerja dan penggunaannya.

### **B. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi macam-macam pipet
2. Mengetahui jenis alat bantu laboratorium
3. Mengetahui prinsip bekerjanya pipet

### **C. Kegiatan Pembelajaran**

1. Ceramah
2. Video atau gambar alat

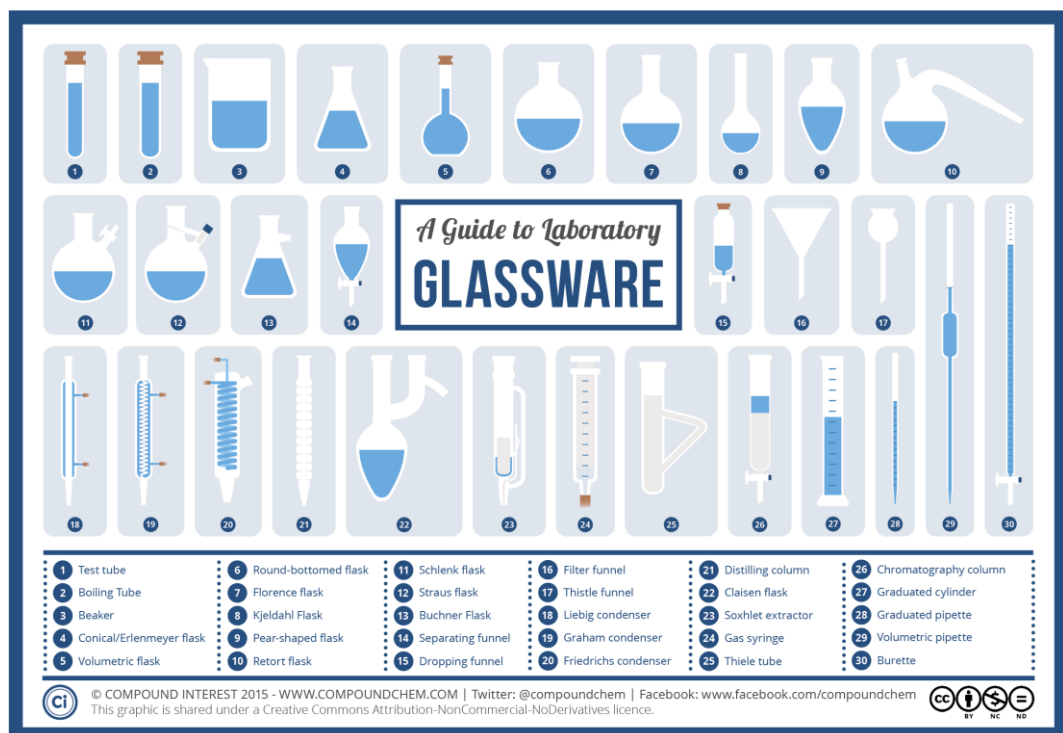
### **D. MATERI**

#### **1. Pendahuluan**

Glass ware diperlukan dalam berbagai metode lab terutama yang berhubungan dengan kimia seperti membuat larutan, destilasi, mengukur volume dan sebagainya. Glass ware saat ini sudah ada yang digantikan dengan plastik, tetapi tidak bisa semua menggunakan plastik. Saat ini untuk menghemat penggunaan bahan kimia maka diciptakanlah glassware dalam bentuk mini. Untuk keperluan menjaga sterilitas, beberapa peralatan didesain untuk digunakan sekali pakai, seperti pipet serologi, cawan petri, ose dan sebagainya

## 2. Glassware

Berbagai macam bentuk glassware dibuat untuk memfasilitasi reaksi kimia, pembuatan larutan, tempat penampungan, alat ukur dan sebagainya.



## 3. Pipet

Ada bermacam-macam pipet yang digunakan dalam bioteknologi yang disesuaikan dengan tujuan penggunaan, teknik yang dipakai dan perlu

tidaknya sterilitas. Beberapa diantaranya adalah : pipet transfer atau pipet tetes, pipet mohr, pipet serologi dan mikropipet



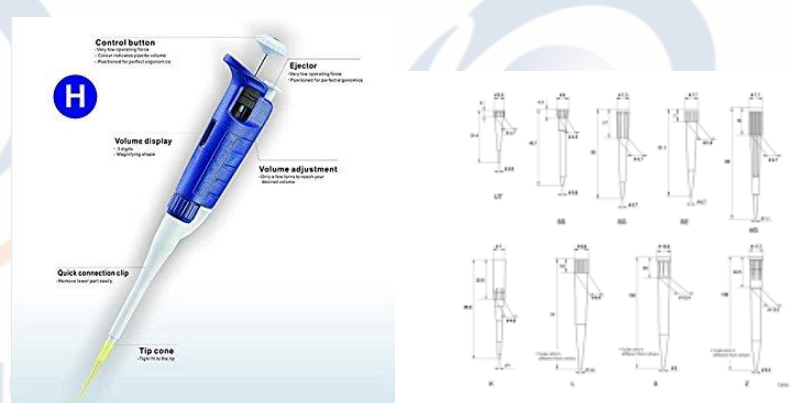
Pipet transfer atau pipet tetes merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya dalam volume kecil. Pipet transfer ada yang steril dan non steril. Pipet serologi dan pipet mohr mempunyai bentuk yang mirip. Pipet mohr biasanya skala volumenya tidak sampai pada tip bagian bawah berbeda dengan pipet serologi yang mempunyai skala sampai pada tip (ujung) bagian yang paling bawah. Ada beberapa macam volume yang tersedia: 1ml, 2ml, 5ml, 10 ml dan 25 ml. Pipet mohr dan pipet serologi memerlukan bantuan bubble atau pipet aid dalam penggunaannya. Bubble hanya perlu kekuatan mekanis sedangkan pipet aid memerlukan listrik.

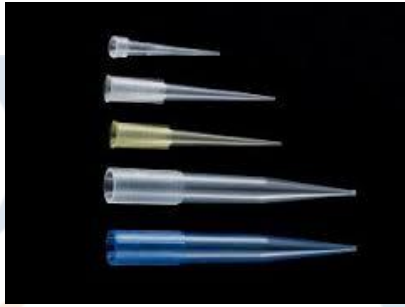


Untuk memindahkan dan mengukur larutan atau cairan dibawah 1 ml, kita menggunakan mikropipet. Mikropipet ada berbagai macam ukuran (seperti yang diperlihatkan pada tabel di bawah ini). Dalam penggunaannya, mikropipet menggunakan tip yang sekali pakai dan diganti ganti apabila larutan yang

diambil berbeda. Mikropipet ada yang menggunakan sistem mekanis dengan tangan dan ada yang menggunakan sistem elektrik.

Model	Volume Range	Increment	Test Volume	Maximum permissible systematic error (Inaccuracy)		Maximum permissible random error (Imprecision)	
	$\mu\text{l}$	$\mu\text{l}$		%	$\mu\text{l}$	%	$\mu\text{l}$
MP2	0.1-2.5 $\mu\text{l}$	0.05 $\mu\text{l}$	2.5	2.50%	0.0625	2.00%	0.05
			1.25	3.00%	0.0375	3.00%	0.0375
			0.25	12.00%	0.03	6.00%	0.015
MP10	0.5-10 $\mu\text{l}$	0.1 $\mu\text{l}$	10	1.00%	0.1	0.80%	0.08
			5	1.50%	0.075	1.50%	0.075
			1	2.50%	0.025	1.50%	0.015
MP20	2-20 $\mu\text{l}$	0.5 $\mu\text{l}$	20	0.90%	0.18	0.40%	0.08
			10	1.20%	0.12	1.00%	0.1
			2	3.00%	0.06	2.00%	0.04
MP50	5-50 $\mu\text{l}$	0.5 $\mu\text{l}$	50	0.60%	0.3	0.30%	0.15
			25	0.90%	0.225	0.60%	0.15
			5	2.00%	0.1	2.00%	0.1
MP100	10-100 $\mu\text{l}$	1 $\mu\text{l}$	100	0.80%	0.8	0.15%	0.15
			50	1.00%	0.5	0.40%	0.2
			10	3.00%	0.3	1.50%	0.15
MP200-2	20-200 $\mu\text{l}$	1 $\mu\text{l}$	200	0.60%	1.2	0.15%	0.3
			100	0.80%	0.8	0.30%	0.3
			20	3.00%	0.6	1.00%	0.2
MP200-5	50-200 $\mu\text{l}$	1 $\mu\text{l}$	200	0.60%	1.2	0.15%	0.3
			100	0.80%	0.8	0.30%	0.3
			50	1.00%	0.5	0.40%	0.2
MP1000-1	100-1000 $\mu\text{l}$	5 $\mu\text{l}$	1000	0.60%	6	0.20%	2
			500	0.70%	3.5	0.25%	1.25
			100	2.00%	2	0.70%	0.7
MP1000-2	200-1000 $\mu\text{l}$	5 $\mu\text{l}$	1000	0.60%	6	0.20%	2
			500	0.70%	3.5	0.25%	1.25
			200	0.90%	1.8	0.30%	0.6
MP5000	1000-5000 $\mu\text{l}$	50 $\mu\text{l}$	5000	0.50%	25	0.15%	7.5
			2500	0.60%	15	0.30%	7.5
			1000	0.70%	7	0.30%	3
MP10ml	2-10ml	0.1ml	10ml	0.60%	60	0.20%	20
			5ml	1.20%	60	0.30%	15
			2ml	3.00%	60	0.60%	12





## **E. EVALUASI BELAJAR**

### **1. Rangkuman**

Glassware merupakan peralatan dasar dalam laboratorium terutama dalam lab reaksi kimia dan pembuatan larutan. Pipet dan Mikropipet merupakan alat untuk memindahkan larutan atau cairan dalam praktek lab.

### **2. Latihan**

Kuis

### **3. Tugas**

Menjawab kuis

## **F. Penilaian Tugas**

Berdasar kemampuan menjawab kuis

## **G. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan pipet dan mikropipet di internet
2. Buku manual dari manufaktur mikropipet yang digunakan



## **Bab 3. Peralatan Umum Bioteknologi** (Sentrifus, mikrosentrifus, Vorteks, Minispin, Sonicator, timbangan)

### **A. Pengantar**

Sentrifus, mikrosentrifus, vorteks, Minispin dan timbangan adalah peralatan umum di dalam laboratorium yang harus diketahui oleh semua orang yang bekerja di dalam lab. Alat-alat ini berfungsi dengan menggunakan listrik. Masing-masing perlu diketahui fungsi dan cara bekerjanya agar dapat digunakan dengan tepat.

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan umum laboratorium, mengetahui prinsip bekerja dan cara menggunakannya.

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

- a. Mengidentifikasi macam-macam sentrifus, mikrosentrifus, vorteks, minispin, sonicator dan timbangan
- b. Mengetahui prinsip bekerjanya alat alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

- a. Role play
- b. Ceramah dan video

### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Sentrifus dan mikrosentrifus adalah alat untuk mengendapkan larutan yang diinginkan . Larutan tersebut akan mengendap tergantung kecepatan dan lamanya sentrifus berputar. Vortex adalah alat untuk melarutkan endapan sehingga larutan menjadi homogen. Minispin adalah alat yang prinsip bekerjanya sama dengan sentrifus, hanya alat ini digunakan hanya untuk volume kecil dan fungsinya kebanyakan untuk membuat cairan yang ada di dinding tabung dan tutupnya turun dan mengumpul di bawah. Sonicator adalah alat untuk memecahkan dinding atau membran sel. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan kekuatan suara. Balance atau juga dikenal dengan

timbangan adalah alat untuk menimbang dengan tingkat akurasi yang besar. Saat ini lab tidak lagi menggunakan timbangan mekanik tetapi hampir semua sudah menggunakan timbangan elektrik.

### **b. Sentrifus dan Mikrosentrifus**

Sentrifus dan Mikrosentrifus dibedakan berdasarkan volumenya. Keduanya ada tipe yang refrigerated (dapat diatur dengan pada suhu dingin). Sentrifus dapat digunakan untuk memutar larutan dalam tabung yang sedang sampai besar (15 ml – 100 ml) bahkan lebih. Sedangkan mikrosentrifus hanya digunakan untuk tabung yang kecil  $\pm 1$ ml. Meskipun begitu, ada juga mikrosentrifus yang dipadukan dengan mengganti rotor sehingga dapat digunakan untuk memutar larutan 1 ml – 50 ml. Sentrifus juga merupakan alat keamanan untuk melindungi agar cairan yang diputar tidak beterbangan di udara yaitu dengan adanya tutup yang kedap (aerosol cap).



### **c. Vorteks dan Minispin**

Vortex dan minispin adalah peralatan yang kecil yang digunakan untuk bekerja dengan larutan kecil. Vortex untuk mencampur sehingga larutan menjadi homogen, sedangkan minispin untuk mengendapkan larutan.



#### d. Sonicator

Sonicator adalah alat untuk memecahkan dinding sel. Ada berbagai macam tujuan memecahkan dinding sel seperti misalnya untuk menganalisis kandungan protein di dalam sel. Alat ini bekerja dengan kekuatan suara yang dapat diatur kekuatannya, sehingga orang yang bekerja memerlukan alat pelinduga telinga.



### e. Timbangan

Timbangan adalah alat yang utama dalam suatu lab. Dalam membuat larutan kita sangat bergantung dengan timbangan. Timbangan di lab biasanya digunakan untuk menimbang 0,1 mg – ratusan gram (bervariasi menurut pabriknya). Dalam penimbangan kita memerlukan weighing boat dan weighing paper.



## F. EVALUASI BELAJAR



### **a. Rangkuman**

Sentrifus, mikrosentrifus, vorteks, Minispin dan timbangan adalah peralatan umum di dalam laboratorium. Mahasiswa wajib mengenali, mengetahui prinsip kerja dan cara menggunakannya.

### **b. Tugas**

Role Play

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan dalam role play

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan Sentrifus, mikrosentrifus, Vorteks Minispin, Sonicator dan Timbangan di internet
2. Buku manual dari manufaktur Sentrifus, Mikrosentrifus, vorteks minispin, Sonicator dan timbangan yang digunakan



## **Bab 4. Peralatan Umum Bioteknologi**

(Waterbath, Heating block, Mikroplate stirrer, Microwave, Oven)

### **A. Pengantar**

Peralatan umum lainnya yang wajib diketahui oleh mahasiswa bioteknologi adalah : waterbath, Heating block, Microplate stirrer, Microwave dan Oven.

Peralatan ini bekerja dengan prinsip dasar

### **A. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan umum laboratorium, mengetahui prinsip bekerja dan cara menggunakannya.

### **B. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

- a. Mengidentifikasi Waterbath, Heating block, Mikroplate stirrer, Microwave dan Oven
- b. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **C. Kegiatan Pembelajaran**

- a. Role play
- b. Ceramah dan video

### **D. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Waterbath, Heating block, Microplate stirrer, Microwave dan Oven adalah peralatan umum laboratorium yang prinsip kerjanya berdasarkan pemanasan yang menggunakan listrik. Waterbath adalah alat pemanasan dengan menggunakan air yang dipanaskan. Biasanya digunakan untuk memanaskan larutan. Beberapa waterbath juga dilengkapi alat untuk menggoyang agar larutan homogen. Heating block adalah alat pemanasan untuk larutan yang ditempatkan di dalam tabung. Prinsip kerjanya adalah blok besi yang dipanaskan sehingga perlu kehati-hatian dalam melakukannya. Microwave yang digunakan di laboratorium adalah microwave yang sama dengan yang digunakan

di rumah tangga walaupun kadang kadang ada yang didesain khusus untuk laboratorium. Oven adalah alat yang digunakan untuk menjaga alat-alat seperti glassware setelah diautoclave. Meskipun begitu banyak juga eksperimen yang memerlukannya, seperti untuk mengeringkan ekstrak tanaman dan lain lain.

## **E. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Sentrifus, mikrosentrifus, vorteks, Minispin dan timbangan adalah peralatan umum di dalam laboratorium dengan menggunakan prinsip dasar pemanasan.

### **b. Latihan**

Role play dan analisis video.

### **c. Tugas**

Melakukan role play dan analisis video

## **F. Penilaian Tugas**

Kemampuan dalam role play dan analisis video

## **G. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan waterbath, heating block, Mikroplate stirrer, Microwave dan oven di internet
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan

# **Bab 5. Peralatan PCR**

## **(Polymerase Chain Reaction)**

### **A. Pengantar**

PCR (Polymerase Chain Reaction) adalah teknik yang wajib diketahui oleh mahasiswa bioteknologi. Teknik ini, saat ini berkembang untuk dijadikan teknik utama dalam biologi molekuler, diagnostik, rekayasa genetika, genotyping, sequencing, dan masih banyak lagi. Ada dua jenis utama dalam PCR yaitu PCR biasa dan quantitative PCR (qPCR)

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa mengetahui prinsip bekerja teknik PCR, alat-alat yang digunakan dan membaca hasil yang diperoleh.

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi alat PCR: PCR Cabinet, Mesin PCR (Thermocycler)
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

- a. Ceramah
- b. Analisis hasil yang dihasilkan alat

### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Polymerase chain Reaction(PCR) adalah alat untuk mendeteksi DNA bagian sequence gen tertentu sehingga kita mengetahui ada tidaknya gen target. PCR ibaratnya mesin fotokopi dari suatu fragment DNA sehingga fragment tersebut dapat dibaca. Cara pembacaannya dapat menggunakan gel atau data yang diperoleh di mesin (apabila qPCR). PCR saat ini sangat banyak digunakan di laboratorium, jadi teknik ini wajib diketahui dan dipahami dengan baik oleh mahasiswa bioteknologi.

## b. PCR Cabinet

PCR Cabinet adalah semacam kotak khusus yang digunakan untuk bekerja mempersiapkan tabung yang berisi PCR mix (enzim, dNTP, air, primer dll). PCR cabinet ini digunakan untuk meminimalisir kontaminasi pada reagensia. PCR cabinet ada yang berupa kotak biasa yang hanya digunakan untuk bekerja mempersiapkan PCR mix dan ada yang dilengkapi dengan tekanan positip untuk menjaga sterilitas.



## c. PCR

Mesin PCR adalah mesin yang bekerja dengan prinsip pemanasan pada heating block yang ada di dalamnya. Pemanasan ini mempunyai akurasi pengaturan suhu yang tinggi dan dapat diprogram suhunya sesuai dengan siklus yang diperlukan dalam PCR. Heating block di dalam mesin PCR mempunyai lubang lubang yang disesuaikan dengan tabung 200 ul, 500 ul atau multiwell 96 well



## d. Quantitative PCR (qPCR)

Prinsip kerja mesin ini hampir sama, hanya mesin ini diberi kemampuan khusus untuk mengukur DNA sesuai dengan kurva yang diperoleh dari

mesin. Pemrograman mesin ini lebih kompleks dibandingkan dengan mesin biasa.

## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Teknik PCR adalah teknik yang wajib diketahui oleh mahasiswa bioteknologi. Oleh karena itu peralatan yang digunakan dalam teknik ini wajib diketahui prinsip bekerja, pemrograman dan analisis data yang dikeluarkan oleh mesin ini.

### **b. Latihan**

Analisis hasil yang dikeluarkan oleh mesin PCR

### **c. Tugas**

Menganalisis hasil yang dikeluarkan oleh mesin PCR

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan untuk menganalisis hasil yang dikeluarkan oleh mesin PCR

## **H. Daftar Pustaka**

1. Sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat PCR Cabinet, Mesin PCR (Thermocycler) dan qPCR
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan



## **Bab 6. Peralatan Sterilisasi**

### **A. Pengantar**

Dalam laboratorium, peralatan sterilisasi adalah peralatan yang selalu ada karena di lab memerlukan peralatan dan bahan yang steril, dekontaminasi, pengolahan limbah dan sebagainya.

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan sterilisasi, mengetahui prinsip bekerja dan cara menggunakannya.

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi alat pengepakan, autoclave, boiling, radiasi, UV dan Oven
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

1. Ceramah
2. Analisis video

### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Di laboratorium, peralatan sterilisasi selalau diperlukan karena perlunya bahan dan alat steril dan dekontaminasi bahan berbahaya di laboratorium

#### **b. Alat pengepakan**

Sebelum disterilisasi, peralatan perlu dibungkus dengan kertas atau plastik khusus yang tahan autoclave dan terbungkus rapat untuk menjaga sterilitasnya sebelum digunakan



### c. Autoclave

Autoclave adalah alat sterilisasi untuk mempersiapkan alat dan bahan yang steril. Selain itu juga untuk dekontaminasi limbah dan peralatan sebelum dibuang atau dicuci. Alat ini menggunakan prinsip pemanasan dan penggunaan uap bertekanan untuk bekerjanya.



### d. Boiling, UV dan radiasi sinar gamma

Berbagai cara lain untuk sterilisasi selain autoclave juga ada. Beberapa diantaranya adalah boiling (perebusan), penggunaan sinar Ultra Violet dan Radiasi sinar gamma.

Boiling atau perebusan adalah cara yang paling sederhana untuk sterilisasi. Cara ini juga banyak dipakai untuk sterilisasi peralatan bayi.



Penggunaan sinar UV adalah juga cara lain yang dapat digunakan untuk sterilisasi. Saat ini sinar UV dipandang kurang efektif untuk sterilisasi karena tidak dapat menjangkau setiap sudut dimana alat atau bahan itu berada. UV hanya digunakan sebagai sarana tambahan untuk mempertahankan sterilitas.



Radiasi sinar gamma banyak digunakan di perusahaan untuk membuat bahan sekali pakai yang perlu sterilitas dan bahan-bahan dan alat-alat lainnya

#### **e. Oven**

Oven digunakan untuk menyimpan glassware setelah autoclave untuk mempertahankan sterilitasnya.



## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Sterilitas alat dan bahan sangat diperlukan di laboratorium. Oleh karena itu perlu ditunjang dengan dengan berbagai macam peralatan : alat pengepakan untuk sterilisasi, autoclave, oven, UV dan radiasi sinar gamma

### **b. Latihan**

Analisis video

### **c. Tugas**

Menganalisis video

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan menganalisis video

## **H. Daftar Pustaka**

1. Sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat PCR Cabinet, Mesin PCR (Thermocycler) dan qPCR
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan

# Bab 7. Peralatan Biosafety

## A. Pengantar

Peralatan biosafety adalah peralatan yang digunakan untuk bekerja dengan bahan biologi dengan aman. Alat biosafety beberapa diantaranya adalah : Biological safety Cabinet (BSC), Aerosol cap pada sentrifus, autoclave . Oleh karena sentrifus dan autoclave sudah dibahas sebelumnya maka pada bab ini hanya fokus pada BSC.

## B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat biosafety dan mengetahui prinsip bekerjanya serta dapat menggunakannya

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mengidentifikasi alat Biosafety: Laminar airflow, Biosafety Cabinet, Fumehood dan Personal Protection Equipments
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

## D. Kegiatan Pembelajaran

- i. Ceramah
- ii. Video/gambar
- iii. Kuis

## E. MATERI

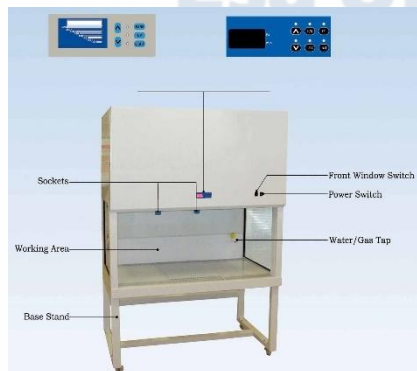
### a. Pendahuluan

Peralatan Biosafety adalah peralatan yang selain ditujukan untuk bekerja juga berfungsi untuk melindungi pekerja dan lingkungan serta menjaga sterilitas. Peralatan yang kita bahas pada bab ini adalah Laminar airflow dan Biosafety Cabinet. Keduanya menggunakan prinsip directional airflow atau pengaturan aliran udara



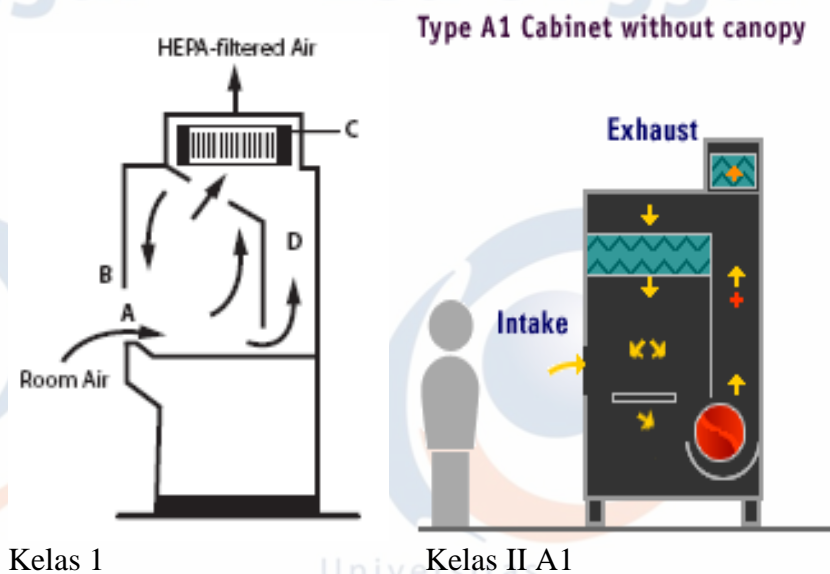
## b. Laminar airflow

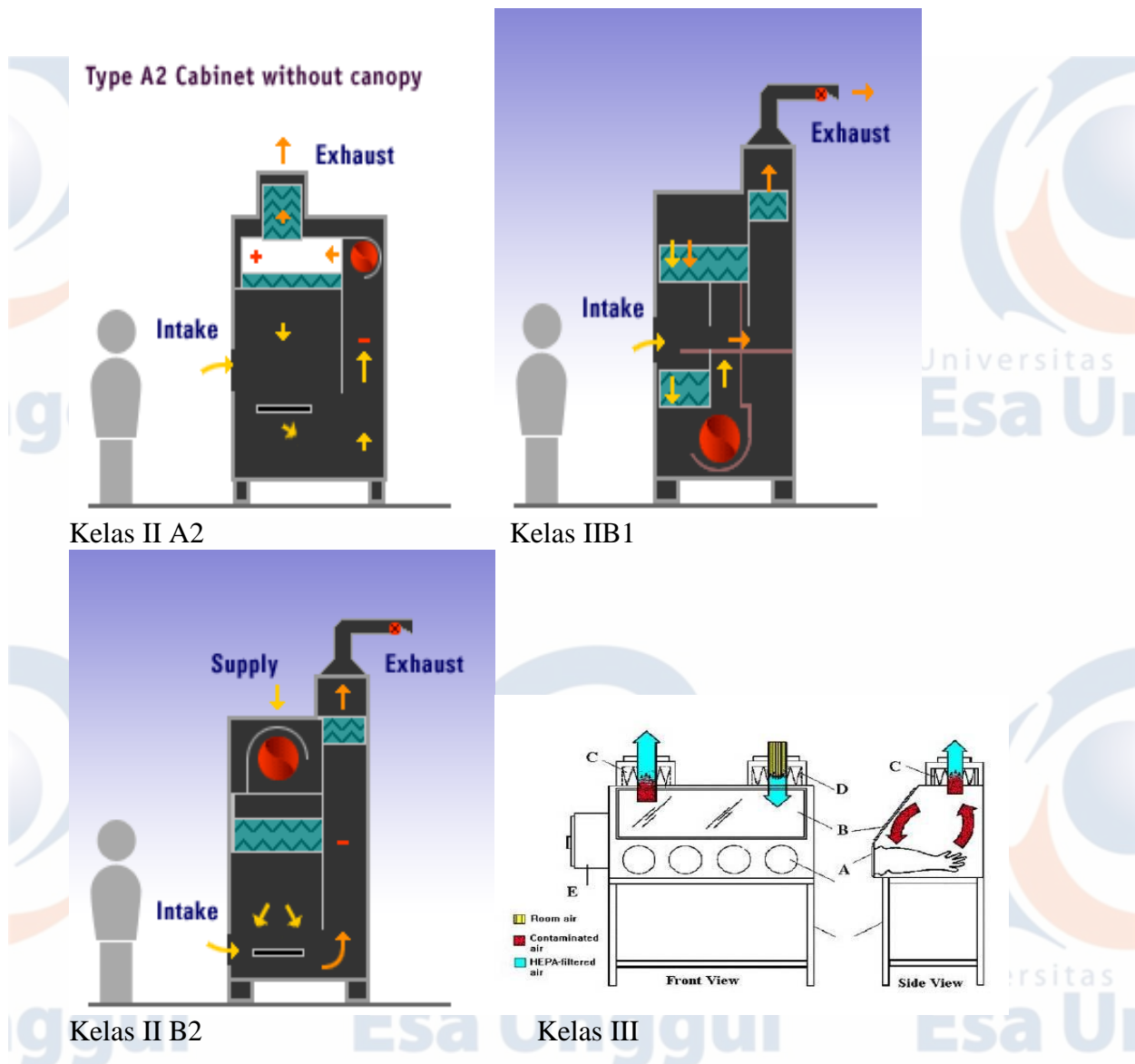
Laminar airflow bertekanan positif, artinya udara masuk lewat atas laminar air flow, kemudian masuk lewat saringan yang bernama HEPA filter lalu masuk ke tempat area kerja untuk menjaga barang yang ada di tempat tersebut steril lalu udara keluar ke arah pekerja yang ada di depan laminar airflow. PCR cabinet mempunyai prinsip bekerja seperti Laminar airflow.



## c. Biological Safety Cabinet (BSC)

BSC dibagi menjadi 3 yaitu kelas I, kelas II dan kelas III. Kelas II dibagi lagi menjadi IIA1, IIA2, IIB1 dan IIB2.





BSC kelas I memberikan perlindungan kepada personel dan lingkungan tetapi tidak melindungi sampel/bahan yang dimanipulasi. BSC kelas I memiliki sistem sirkulasi udara seperti *chemical fume hood*, namun dilengkapi dengan HEPA-filter pada sistem exhaust untuk melindungi lingkungan. Pada BSC kelas I suplai udara yang masuk ke BSC tidak difilter sehingga sampel tidak terlindungi dari udara luar. Udara dalam BSC kelas I bersirkulasi dengan kecepatan 75fpm (*feet per minute*), yang menyebabkan udara didalam kabinet tidak keluar sehingga personel terlindungi. BSC kelas I dipergunakan untuk prosedur kerja yang berpotensi menghasilkan *aerosol* seperti homogenisasi jaringan, kultur sel dan pembersihan kandang

BSC kelas II selain melindungi personel dan lingkungan juga melindungi sampel. Suplai udara yang masuk ke BSC II disaring dengan HEPA-filter sama

dengan suplai udara laminar air flow sehingga partikel kontaminan dari luar tidak mengkontaminasi sampel dalam kabinet kerja.

BSC kelas II didesain untuk dapat digunakan dalam bekerja menggunakan mikroorganisme dan senyawa infeksius level 1, 2, dan 3. Selain itu, BSC kelas II dapat digunakan untuk kultur sel untuk propagasi virus. BSC kelas II terdiri dari 4 tipe yaitu tipe A1, A2, B1, dan B2 yang dapat memberikan perlindungan bagi personel, lingkungan dan juga produk. Sirkulasi udara tertarik ke arah *grille* depan kabinet, sehingga personel terlindungi dari pajanan kontaminasi dari dalam kabinet kerja. Selain itu, suplai aliran udara yang masuk kedalam kabinet kerja difilter melalui HEPA-filter, yang akan melindungi produk dan meminimalkan kontaminasi silang dalam area kerja kabinet. Sedangkan exhaust udara dari dalam kabinet kerja keluar lingkungan melalui HEPA-filter yang tersertifikasi, sehingga lingkungan terlindungi dari partikel bebas yang berada dalam kabinet kerja. BSC kelas II tipe A1 dan A2 udara exhaust dapat disirkulasi ke ruangan atau akan dibuang keluar lingkungan gedung melalui kanopi yang terhubung ke exhaust gedung. BSC kelas II tipe B1 dan B2 harus dibuang secara langsung keluar lingkungan gedung melalui saluran khusus (*thimble duct unit*).

HEPA-filter hanya efektif menyaring partikel-partikel dan agens infeksius, tetapi tidak bisa digunakan untuk bahan kimiawi yang bersifat mudah menguap (volatil) ataupun gas, oleh karena itu udara buangan BSC tipe B1 dan B2 harus dibuang keluar.

BSC kelas II tipe A1 memiliki blower (kipas internal) yang menarik udara dari ruangan melalui bukaan depan ke arah kisi-kisi depan kabinet dengan kapasitas kecepatan udara minimal 75 fpm. Suplai aliran udara akan melewati HEPA-filter yang akan menyaring udara dari partikel bebas untuk kemudian masuk ke kabinet kerja. Aliran udara ini akan terbagi 2 pergerakannya, yaitu ke arah kisi depan dan kisi belakang, hal ini bertujuan untuk mengurangi turbulensi udara di area kerja, sehingga dapat mengurangi potensi dari kontaminasi silang. Udara yang tertarik ke arah kisi depan dan belakang akan didorong oleh blower menuju ruang antara HEPA-filter exhaust dan suplai. Sesuai dengan perbedaan ukuran antara kedua filter, sekitar 30% dari udara keluar ke arah HEPA-filter exhaust dan sekitar 70% disirkulasi kembali ke dalam kabinet kerja melalui HEPA-filter suplai. BSC kelas II tipe A1 tidak cocok digunakan untuk pekerjaan

yang menggunakan bahan kimia berbahaya yang mudah menguap, karena uap yang dihasilkan dari bahan kimia tersebut tidak dapat disaring oleh HEPA-filter, sehingga akan tersirkulasi kembali didalam kabinet kerja dan keluar ruangan kabinet kedalam ruangan laboratorium, hal ini dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan personel.

BSC kelas II tipe A2 memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan tipe A1, namun ada beberapa perbedaan fungsional dari BSC tipe A2 ini, perbedaan yang pertama adalah kecepatan udara yaitu 100 fpm. Perbedaan yang kedua adalah dari rasio aliran udara, sekitar 70% dari udara keluar kearah HEPA-filter exhaust dan sekitar 30% disirkulasi kembali ke dalam kabinet kerja melalui HEPA-filter suplai. Udara yang dikeluarkan dapat dibuang ke ruangan atau kanopi yang dihubungkan dengan saluran buang eksternal, sehingga dapat digunakan untuk pekerjaan dengan kuantitas kecil dari bahan kimia beracun berbahaya yang mudah menguap.

BSC kelas II tipe B memiliki prinsip pembuangan udara yang berbeda dengan tipe A, dikarenakan tipe B menggunakan *thimble duct unit*. Kecepatan udara berkapasitas 100 fpm. BSC tipe B dibagi menjadi dua yaitu tipe B1 dan B2. BSC kelas II tipe B1 memiliki blower untuk menarik udara ruangan (dan sebagian dari udara didalam kabinet kerja yang disirkulasi kembali) melalui kisi-kisi bagian depan dan belakang, kemudian mengalir melalui HEPA-filter yang terletak langsung dibawah permukaan kabinet kerja. Udara yang bebas partikel (steril) tersebut akan mengalir keatas melalui saluran pada setiap sisi kabinet , untuk selanjutnya 30% udara disirkulasi kembali melalui HEPA-filter suplai sebelum masuk ke kabinet kerja, sedangkan sisanya 70% udara dikeluarkan kearah HEPA-filter exhaust yang dihubungkan dengan saluran buang eksternal (*thimble duct unit*) keluar gedung. Kabinet BSC kelas II tipe B1 dapat digunakan untuk bahan biologi dan bahan kimia beracun rendah (dalam jumlah kecil), misal pelarut organik yang bersifat karsinogenik yang digunakan dalam kultur sel.

BSC kelas III dirancang untuk pekerjaan yang memiliki resiko infeksius mikrobial maupun virus yang sangat tinggi. BSC kelas III memiliki daya lindung tertinggi baik kepada personel, lingkungan maupun produk, sehingga dapat digunakan untuk pekerjaan yang menggunakan senyawa kelompok resiko level 4. Udara BSC kelas III disegel, sehingga kedap udara ( $1 \times 10^{-7}$  cc/detik) dengan



ruang tertutup, dengan *sash* kaca transparan yang tersegel. Akses personel kepada material yang berada dalam kabinet kerja harus memakai sarung tangan yang menyatu dengan ports dalam kabinet, dan akses masuknya material kedalam kabinet kerja melalui *double-door passthrough box*, serta pengeluaran material melalui autoklaf *double-door* yang akan mendekontaminasi setelah digunakan. Udara yang masuk dan keluar kabinet kerja disaring melalui HEPA-filter. Udara yang keluar akan melalui 2 HEPA-filter sebelum dibuang. Aliran udara dalam kabinet kerja harus selalu berada di bawah tekanan negatif yang diatur oleh sistem buangan eksterior (-124.5 Pa). Udara keluar yang telah disaring dengan HEPA-filter dibuang langsung seluruhnya melalui saluran pembuangan eksternal keluar gedung. BSC kelas III dapat digunakan untuk pekerjaan dengan resiko infeksi yang tertinggi, cocok digunakan untuk laboratorium dengan biosafety tingkat 3 dan 4.

## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Perlengkapan biosafety yang utama adalah Biological Safety Cabinet. BSC dibagi menjadi kelas I, Kelas IIA1, IIA2, IIB1, IIB2 dan kelas III. Sedangkan Laminar airflow hanya berfungsi sebagai pelindung produk dan bukan melindungi pekerja.

### **b. Latihan**

1. Analisis video dan gambar
2. Kuis

### **c. Tugas**

1. Melakukan analisis video atau gambar
2. Menjawab kuis



## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan untuk melakukan analisis gambar atau video dan kemampuan menjawab kuis.

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat pengepakan, autoclave, boiling, radiasi, UV, Oven

## **Bab 8. Peralatan Serologi**

### **A. Pengantar**

Pada bab ini, kita belajar tentang berbagai macam peralatan yang berhubungan dengan teknik serologi, beberapa diantaranya adalah ELISA dan ELISPOT, flowcytometer, Cell sorter dan western blot.

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa mampu mengidentifikasi peralatan serologi dan mengetahui prinsip kerjanya

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi alat serologi: mikroplate reader, mikroplate washer, Elispot reader, multichannel pipet, flowcytometr, cell sorter dan western blot
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut Mengidentifikasi alat serologi: Flowcytometer, Cell sorter dan western Blot
3. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

1. Presentasi prinsip serologi
2. Ceramah
3. Gambar

### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Teknik serologi banyak digunakan terutama dalam bioteknologi kesehatan. Teknik serologi banyak menggunakan prinsip dasar ikatan antigen-antibodi, kemudian divisualisasikan ke berbagai bentuk.

## b. ELISA (Enzym-Link Immunosorbent Analysis)

ELISA merupakan teknik laboratorium berdasarkan pada ikatan antigen-antibodi. Sehingga dapat diukur konsentrasi antigen atau antibodi dalam suatu larutan

Metode ini dapat digunakan untuk :

- Diagnosis infeksi melalui pengukuran antibodi
- Pengukuran sitokin, kemokin, growth factor, dll

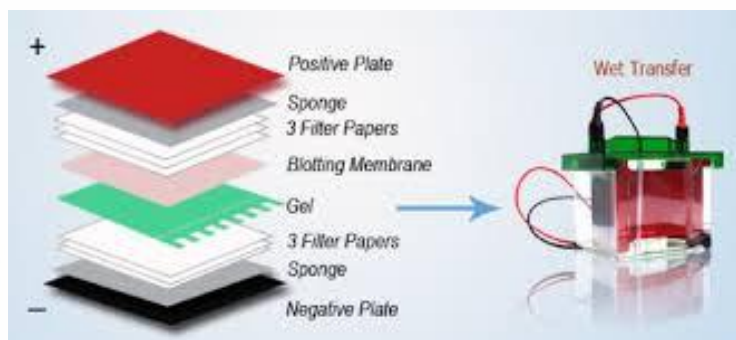
ELISA memerlukan alat untuk mencuci mikroplate (ELISA Washer), membaca absorbansi (ELISA reader), Multichannel Pipette, Penampungan larutan untuk multichannel pipette dan bahan hasil pakai : Multiwell plate 96, pipette tips, tabung tempat larutan dan lain-lain.





### c. Western Blot

Western Blot adalah reaksi antara antibodi dengan antigen pada membrane nitrocellulose dg terlebih dahulu memisahkan antigen tsb menurut berat molekul (MW dalam Da atau kDa). Peralatan western blot meliputi : vertical electrophoresis, alat transfer ke membran , tempat pencucian, shaker dan gel documentation system





## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Teknik serologi merupakan teknik yang banyak digunakan untuk bioteknologi kesehatan. Peralatan yang digunakan berdasar pada prinsip visualisasi ikatan antigen-antibodi yang sangat spesifik.

### **b. Latihan**

1. Presentasi
2. Analisis gambar

### **c. Tugas**

1. Melakukan presentasi sesuai dengan alat yang dipilih
2. Melakukan analisis gambar.

## **G. Penilaian Tugas**

1. Kemampuan melakukan presentasi
2. Kemampuan analisis gambar

## **H. Daftar Pustaka**



## Bab 9. Peralatan Imaging

### A. Pengantar

Peralatan imaging merupakan alat yang sangat diperlukan dalam membaca berbagai macam teknik PCR, western blot, ELISA, SDS PAGE dan sebagainya.

### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat imaging dan mengetahui prinsip bekerjanya.

### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mengidentifikasi alat *imaging*: Gel documentation, Mikroskop cahaya, Mikroskop fluorescens, in vivo imaging system
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

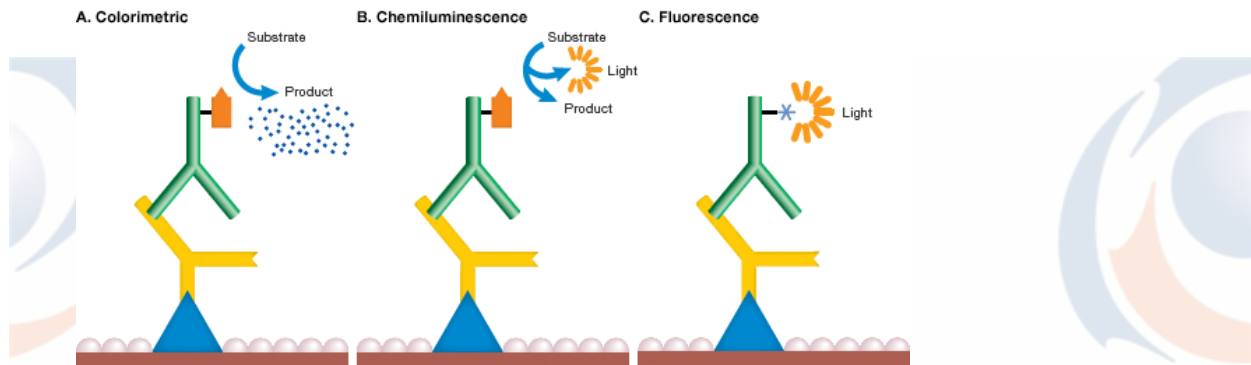
### D. Kegiatan Pembelajaran

1. Ceramah
2. Video dan Gambar

### E. MATERI

#### a. Pendahuluan

Peralatan imaging sangat penting dalam pembacaan hasil beberapa teknik yang ada. Prinsipnya ada 3 yaitu colorimetric, Chemiluminescence dan Fluorescence. Peralatan imaging dikembangkan untuk membaca ketiga prinsip metode tersebut.



### b. UV Transilluminator

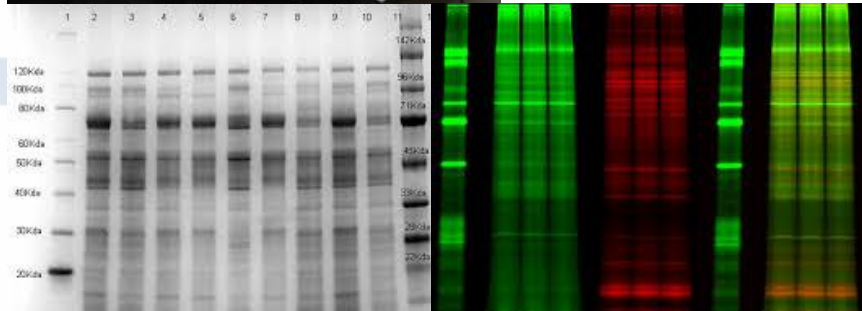
UV transilluminator banyak digunakan untuk membaca hasil PCR. UV transilluminator dapat membaca pita pita di dalam gel agarose atau acrylamide dengan pewarnaan ethidium bromide.



### c. Gel Documentation system

Gel documentation system adalah teknologi yang dibuat untuk dapat membaca visualisasi Chromogenic, Chemiluminescence dan Fluorescence.





## F. EVALUASI BELAJAR

### a. Rangkuman

Saat ini teknologi sudah dikembangkan sehingga dapat memvisualisasikan chromogenic, Chemiluminescence dan Fluorescence dalam satu mesin. Alat-alat ini berguna untuk membaca hasil PCR, SDS Page, Western Blot, ELISA dan sebagainya

### b. Latihan

Analisis video dan gambar

### c. Tugas

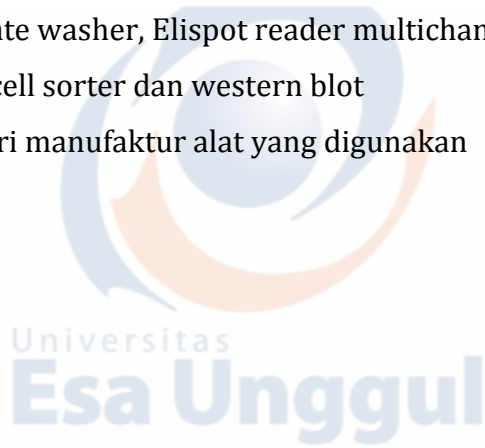
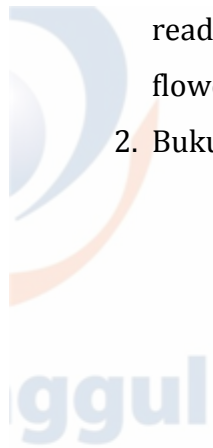
Mahasiswa menganalisis video dan gambar yang berhubungan dengan gel documentation system.

## G. Penilaian Tugas

Kemampuan mahasiswa menganalisis video dan gambar

## H. Daftar Pustaka

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat mikroplate reader, mikroplate washer, Elispot reader multichannel pipet, flowcytometer, cell sorter dan western blot
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan



# Bab 10. Peralatan Imaging (Mikroskop)

## A. Pengantar

Mikroskop adalah alat penting dalam sistem imaging di bioteknologi untuk mengamati morfologi, struktur anatomi, analisis in vitro, infeksi dan masih banyak lagi.

## B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu mengidentifikasi hasil mikroskop cahaya, Transmission Electron Microscope (TEM), Scanning Electron Microscope (SEM) dan mikroskop lainnya.

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mengidentifikasi alat *imaging*: Mikroskop cahaya, TEM, SEM
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

## D. Kegiatan Pembelajaran

1. Ceramah
2. Video dan Gambar

## E. MATERI

### a. Pendahuluan

Mikroskop sangat penting dalam pengamatan dalam level sel dan lebih jauh lagi bagian-bagian dari sel. Selain itu juga mempelajari mekanisme yang terjadi di tingkat seluler

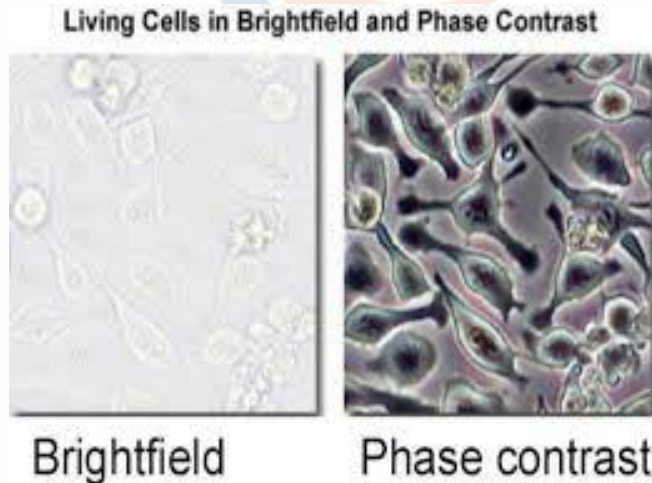
### b. Mikroskop Cahaya

Mikroskop cahaya sudah sangat berkembang, dari dahulu yang sangat sederhana menggunakan cermin sebagai sumber cahaya sampai saat ini ada beberapa teknik dengan menggunakan berbagai macam sumber cahaya dan berbagai macam lensa.



Ada beberapa macam miroskop cahaya :

- Bright field
- Dark Field
- Phase Contrast
- Nomarski

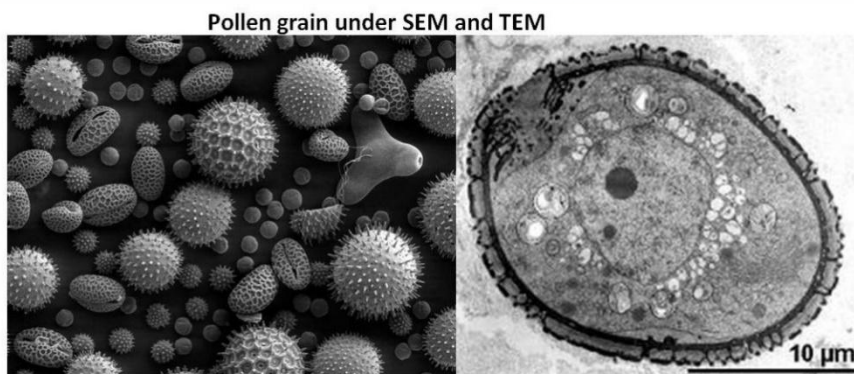


### c. Mikroskop Electron

Mikroskop elektron mampu mengamati preparat sampai tingkat mikron ada dua tipe utama yaitu Transmission untuk mengamati benda di dalam sel dan Scanning untuk mengamati permukaan sel atau mineral.

Ada 4 macam mikroskop elektron:

- Transmission Electron Microscopy (TEM),
- Scanning Electron Microscopy (SEM),
- Reflection Electron Microscopy (REM),
- Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM)



Scanning Electron Microscope (SEM) vs Transmission Electron Microscope (TEM)  
[www.majordifferences.com](http://www.majordifferences.com)

## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Mikroskop merupakan alat yang penting mengingat berbagai macam eksperimen bioteknologi memerlukan pengamatan pada tingkat mikroskopis.

### **b. Latihan**

Analisis gambar mikroskopis

### **c. Tugas**

Mahasiswa melakukan analisis gambar dari hasil pengamatan mikroskop

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan untuk menganalisis gambar dari hasil pengamatan mikroskop

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat Gel documentation, Mikroskop cahaya, mikroskop fluorescens
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan

# Bab 11. Peralatan Spektrofotometer

## A. Pengantar

**Spektrofotometri** adalah suatu metode analisis yang berdasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang yang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dan detector vacuum phototube atau tabung foton hampa.

## B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu mengidentifikasi spektrofotometer, spektrofluorometer dan pH meter dan mengetahui prinsip bekerjanya masing-masing.

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mengidentifikasi spektrofotometer, spektrofluorometer dan PH meter
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

## D. Kegiatan Pembelajaran

1. Ceramah
2. Video dan Gambar

## E. MATERI

### a. Pendahuluan

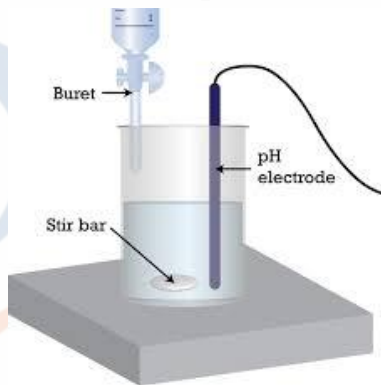
Spektrofotometer dan spektrofluorometer adalah alat untuk mengukur konsentrasi berdasar absorbansi dan membandingkan tingkat absorbansi yang akan berguna untuk mengukur konsentrasi RNA, DNA dan protein serta tingkat kemurniannya. Sedangkan pH meter untuk mengukur pH suatu larutan.

## b. Spektrofotometer dan spektrofluorometer

Kedua macam alat ini dibedakan berdasarkan panjang gelombang eksitasi yang dihasilkan dan emisi yang dapat ditangkap.



## c. pH meter



## F. EVALUASI BELAJAR

### a. Rangkuman

Spektrofotometer dan spektrofluorometer banyak digunakan untuk mengukur konsentrasi dengan menggunakan prinsip absorpsi cahaya. Sedangkan pH meter sangat berguna untuk mengukur pH suatu larutan yang kadang diperlukan dalam suatu reaksi.



### **b. Latihan**

Analisis video dan gambar

### **c. Tugas**

Melakukan analisis gambar hasil spektrofotometer

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan analisis hasil spektrofotometer

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan spektrofotometer, spektrofluorometer dan PH meter
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan



## **Bab 12. Peralatan Analisis Protein**

### **A. Pengantar**

Rekayasa genetika merupakan teknik yang akan banyak digunakan dalam ilmu bioteknologi karena dengan teknik ini akan dapat membuat berbagai macam produk biologi sintetik, vaksin dan lain-lain.

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat-alat untuk rekayasa genetika dan rekayasa protein.

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi alat rekayasa genetika dan analisis protein:  
Electrophorator, DNA concentrator, Nanodrop, DNA sequencer, Next Generation Sequencing, MALDI TOF, SELDI TOF
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

1. Presentasi gambar alat
2. Ceramah
3. Video dan Gambar

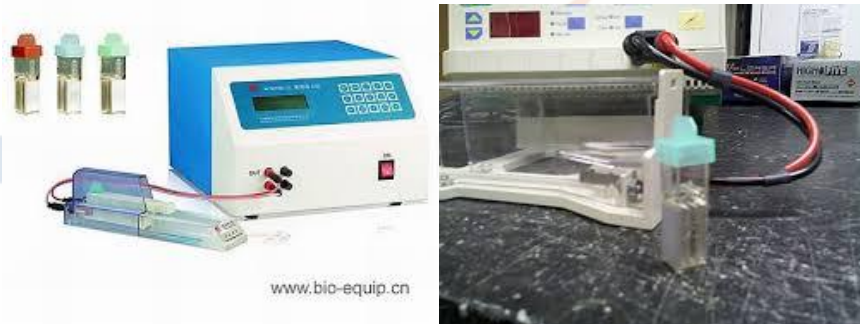
### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Teknik rekayasa genetika merupakan teknik yang terdiri dari banyak tahap : PCR, pembacaan gen, mengubah dengan meniadakan, menambahkan, menggabungkan dengan menggunakan plasmid dan bakteri E.coli, mengeskpresikan protein dan masih banyak lagi. Oleh karena itu peralatan yang diperlukan berhubungan dengan tahap-tahap tersebut. Beberapa diantaranya adalah : Electrophorator, DNA concentrator, Nanodrop, DNA Sequencer, Next Generation Sequencer, MALDI TOF dan SELDI TOF.

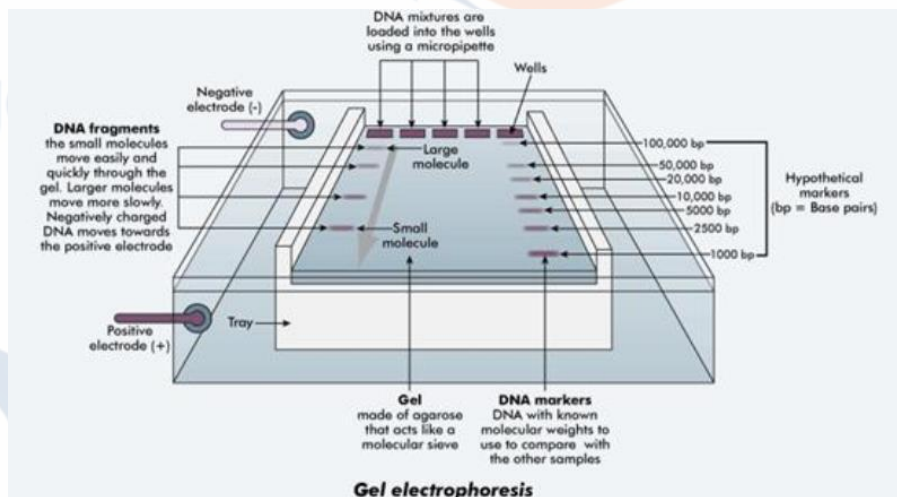
## b. Electrophorator

Electrophorator adalah alat untuk electroporation atau electropermeabilization. Electroporation adalah suatu teknik menggunakan listrik untuk mengubah permeabilitas membrane sel sehingga memungkinkan suatu plasmid masuk ke dalam sel



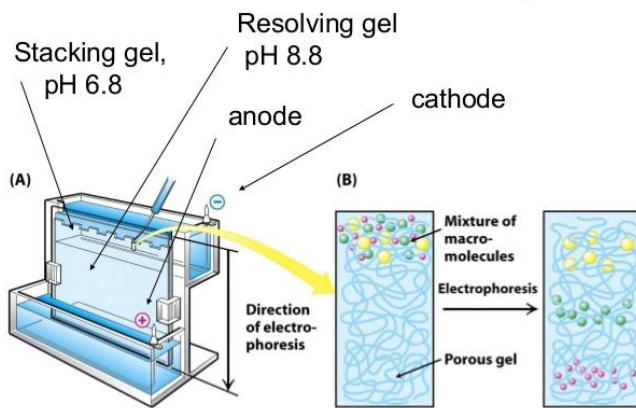
## c. Electrophoresis

Electrophoresis adalah teknik pemisahan komponen atau molekul bermuatan berdasarkan perbedaan tingkat migrasinya dalam sebuah medan listrik. Teknik ini dapat digunakan dengan memanfaatkan muatan listrik yang ada pada makromolekul, misalnya DNA yang bermuatan negatif.



Horizontal Electrophoresis

## An overview of SDS-PAGE electrophoresis

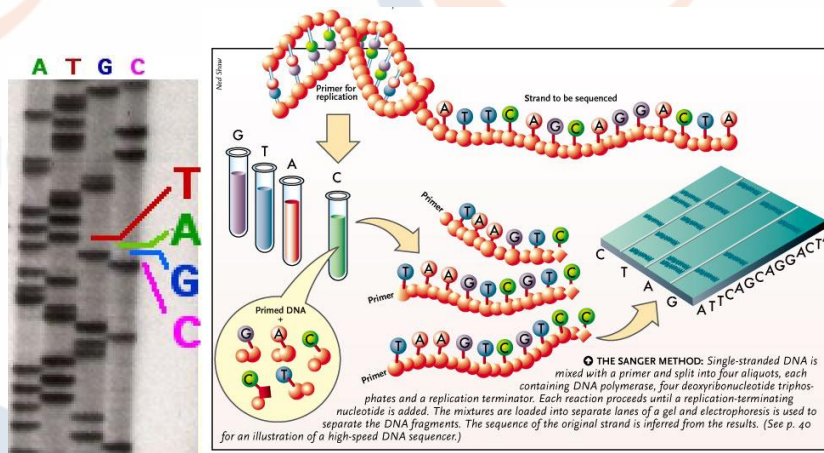


Details will be discussed after the overview

Vertical electrophoresis

### d. DNA Sequencer

DNA sequencer merupakan suatu proses atau teknik penentuan urutan basa nukleotida pada suatu molekul **DNA**. Urutan tersebut dikenal sebagai sekuens **DNA**, yang merupakan informasi paling mendasar suatu gen atau genom karena mengandung instruksi yang dibutuhkan untuk pembentukan tubuh makhluk hidup.



## F. EVALUASI BELAJAR

### a. Rangkuman

Teknik rekayasa genetika terdiri dari banyak tahap dan banyak berhubungan dengan biologi molekuler, pembacaan sequence dari suatu gen dan analisis protein.

**b. Latihan**

Analisis gambar dan video

**c. Tugas**

Mahasiswa menganalisis gambar dan video

**G. Penilaian Tugas**

Kemampuan menganalisis gambar dan video

**H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat rekayasa genetika dan analisis protein: Electrophorator, DNA Concentrator, Nanodrop, DNA Sequencer, Next Generation Sequencer, MALDI TOF, SELDI TOF
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan



## **Bab 13. Peralatan Kultur sel dan Hewan Coba**

### **A. Pengantar**

Kultur sel dan eksperimen hewan coba adalah suatu model in vitro dan in vivo yang banyak digunakan untuk eksperimen bioteknologi. Suatu produk sebelum digunakan wajib diuji dengan eksperimen ini.

### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa dapat mengidentifikasi peralatan kultur sel dan hewan coba dan mengetahui prinsip bekerjanya

### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

1. Mengidentifikasi alat kultur sel, kultur jaringan dan hewan coba: Biological Safety Cabinet, Laminar airflow, Green house, Kandang hewan berfilter, Animal Carcass disposal
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

### **D. Kegiatan Pembelajaran**

- a. Ceramah
- b. Video dan gambar

### **E. MATERI**

#### **a. Pendahuluan**

Suatu produk atau hasil penelitian sebelum diaplikasikan manusia maka perlu diuji dengan berbagai model yaitu secara in vitro dengan kultur sel dan in vivo dengan menggunakan hewan coba. Beberapa peralatan perlu disiapkan untuk menunjangnya.



## b. Kultur sel

Kultur sel adalah suatu proses kompleks dimana sel (berasal dari organ, kultur primer atau dari sel lineyang didapat dengan cara pemisahan secara enzimatik, mekanik atau kimia) ditumbuhkan dalam kondisi yang terkendali. Beberapa peralatan yang diperlukan adalah sebagai berikut:



PASTIKAN PANEL  
CONTROL  
PRESSURE  
DINYALAKAN



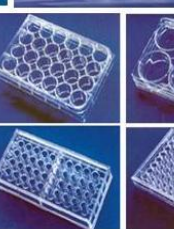
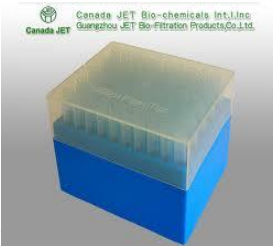
CHECK  
BALANCE,  
ROTOR,  
CLEAN UP



Check:  
CO2 level  
temperature  
Water  
Name our Plate



Check Lamp,  
turn off  
afteruse,  
clean up,  
andcover



Revisi (Tgl) :

### c. Hewan Coba

Setelah eksperimen in vitro maka perlu ditunjang oleh eksperimen in vivo dengan menggunakan hewan coba sebelum suatu produk digunakan.

Untuk memelihara hewan perlu mematuhi aturan 5's freedom for animal yaitu :

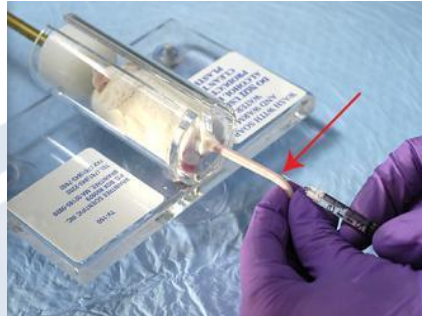
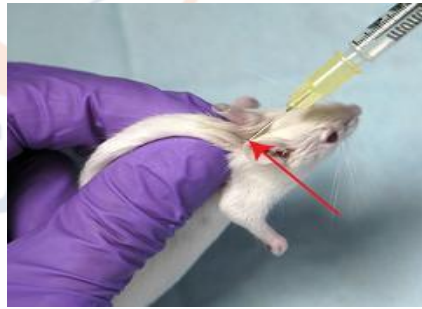
- Freedom from thirst, hunger and malnutrition
- Freedom from discomfort due to environment
- Freedom from pain, injury and disease
- Freedom from fear and distress
- Freedom to express its normal behaviour

Beberapa peralatan yang diperlukan untuk eksperimen hewan coba adalah :

Kandang hewan coba



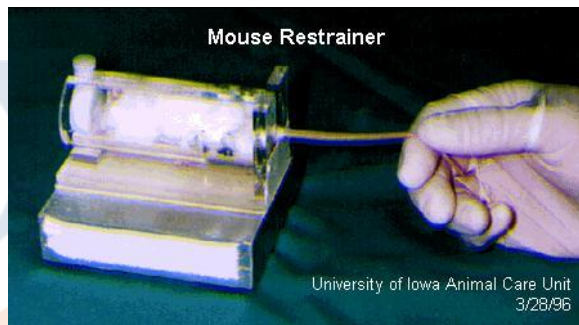
Alat inokulasi



Alat restrain







## **F. EVALUASI BELAJAR**

### **a. Rangkuman**

Eksperimen in vitro dengan menggunakan kultur sel dan eksperimen in vivo dengan menggunakan hewan coba adalah eksperimen yang wajib dilakukan sebelum suatu produk digunakan

### **b. Latihan**

Analisis video dan gambar

### **c. Tugas**

Mahasiswa menganalisis gambar dan video tentang kultur sel dan hewan coba

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan mahasiswa menganalisis gambar dan video

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat Kultur sel, kultur jaringan dan eksperimen hewan coba : Biological Safety Cabinet, Laminar airflow, Green house, Kandang hewan berfilter, Animal Carcass disposal
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan

# Bab 14. Peralatan Bioreactor

## A. Pengantar

Setelah beberapa eksperimen dalam tingkatan laboratorium maka hasilnya harus mulai diproduksi dalam skala pabrik maka perlu diketahui berbagai macam alat untuk memproduksinya dalam skala pabrik.

## B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat bioreactor/fermentor dan mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut.

## C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mengidentifikasi alat Bioreactor/fermentor untuk produksi ragi, cuka, alkohol, vaksin, enzim, protein sintetik dan antibodi
2. Mengetahui prinsip bekerjanya alat-alat tersebut

## D. Kegiatan Pembelajaran

1. Ceramah
2. Video dan gambar

## E. MATERI

### a. Pendahuluan

Peralatan di skala pabrik untuk menghasilkan produk bioteknologi berbeda dengan peralatan yang ada di lab karena perlu peralatan untuk menghasilkan produk yang sama tetapi dalam jumlah yang sangat besar dan seragam.

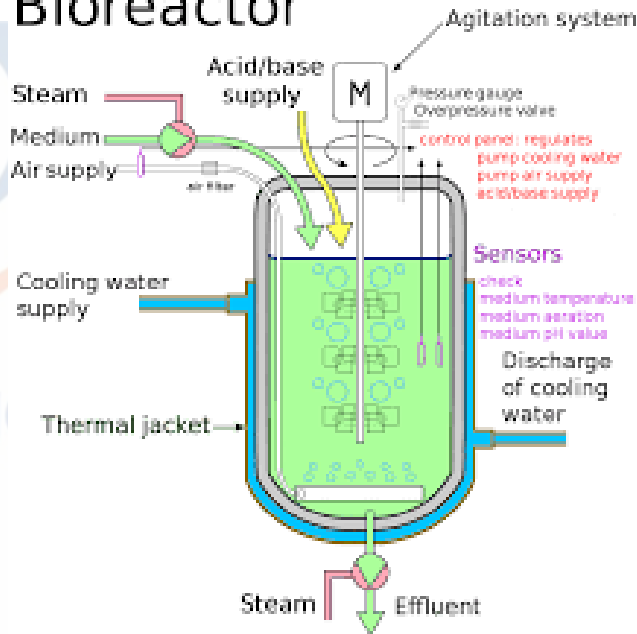
Beberapa peralatan yang perlu diketahui adalah bioreaktor dan fermentor

### b. Bioreactor

Bioreactor adalah suatu mesin dimana terjadi proses kimia yang terjadi yang melibatkan organisme atau senyawa aktif biokimia turunan dari suatu organisme.



## Bioreactor



### c. Fermentor

Fermentor adalah suatu mesin / alat yang dapat digunakan dalam proses fermentasi, suatu proses yang mengubah gula menjadi asam+gas+alkohol. Fermentor biasanya menggunakan sel prokaryota.

## F. EVALUASI BELAJAR

### **a. Rangkuman**

Peralatan produksi produk bioteknologi dibagi menjadi dua bagian besar yaitu bioreactor dan fermentor yang bekerjanya berbeda dan organisme yang digunakannya juga berbeda.

### **b. Latihan**

Analisis gambar dan video

### **c. Tugas**

Mahasiswa menganalisis gambar dan video

## **G. Penilaian Tugas**

Kemampuan menganalisis gambar dan video

## **H. Daftar Pustaka**

1. Beberapa sumber pembelajaran prinsip dasar penggunaan alat Bioreactor/fermentor untuk produksi ragi, cuka, alkohol, vaksin, enzim, protein sintetik dan antibodi
2. Buku manual dari manufaktur alat yang digunakan

