



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN IMPLEMENTASI PROGRAM *BIORISK MANAGEMENT*
DI LABORATORIUM *CENTER OF EXCELLENCE FOR
INDIGENOUS BIOLOGICAL RESOURCES GENOME STUDIES*
PADA TAHUN 2011**

SKRIPSI

SUCI SEKAR DINI

0706274092

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN IMPLEMENTASI PROGRAM *BIORISK*
MANAGEMENT DI LABORATORIUM CENTER OF
EXCELLENCE FOR INDIGENOUS BIOLOGICAL RESOURCES
GENOME STUDIES PADA TAHUN 2011**

SKRIPSI

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT*

SUCI SEKAR DINI

0706274092

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Susi Sekar Dini

NPM : 0706274092

Tanda Tangan : 

Tanggal : Juni 2011

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Suci Sekar Dini
NPM : 0706274092
Mahasiswa Program : Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2007-2011

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi/ tesis/disertasi saya yang berjudul :

“Kajian Implementasi Program *Biorisk Management* di Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* Pada Tahun 2011”

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, Juli 2011



(Suci Sekar Dini)

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Suci Sekar Dini
NPM : 0706274092
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul Skripsi : Kajian Implementasi Program *Biorisk Management* di Laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada Tahun 2011

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperlah gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dra. Fatma Lestari, M.Si, Ph.D ()

Penguji : Doni Hikmat Ramadhan, M.KKK, Ph.D ()

Penguji : Aroem Naroeni, DEA, Ph.D ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2011

RIWAYAT HIDUP PENULIS

PERSONAL DETAILS	
Full Name	Suci Sekar Dini
Place / Date of Birth	Lampung/September 26 th , 1989
Gender	Female
Nationality	Indonesian
Religion	Islam
Marital Status	Single
Home Address	Jl. Bayam II No. 62B Perumnas 1 Kota Tangerang
Phone Mobile Phone	081586083227
E-mail Address	<i>Suci.sekar@gmail.com</i>

FORMAL EDUCATION		
Level	Institution	Year
Senior High School	SMA Negeri 1 Tangerang	2004 – 2007
Junior High School	SMP Negeri 9 Tangerang	2001 – 2004
Elementary School	SD Negeri Karawaci Baru 1	1995 – 2001

KATA PENGANTAR

Bismillahir rahmanirrahim,

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya serta salawat dan salam tak lupa penulis panjatkan kepada a nabi besar kita, Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang merupakan salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Departemen Keselamatan dan Kesehatan kerja Fakultas kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Dalam penulisan skripsi ini, saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

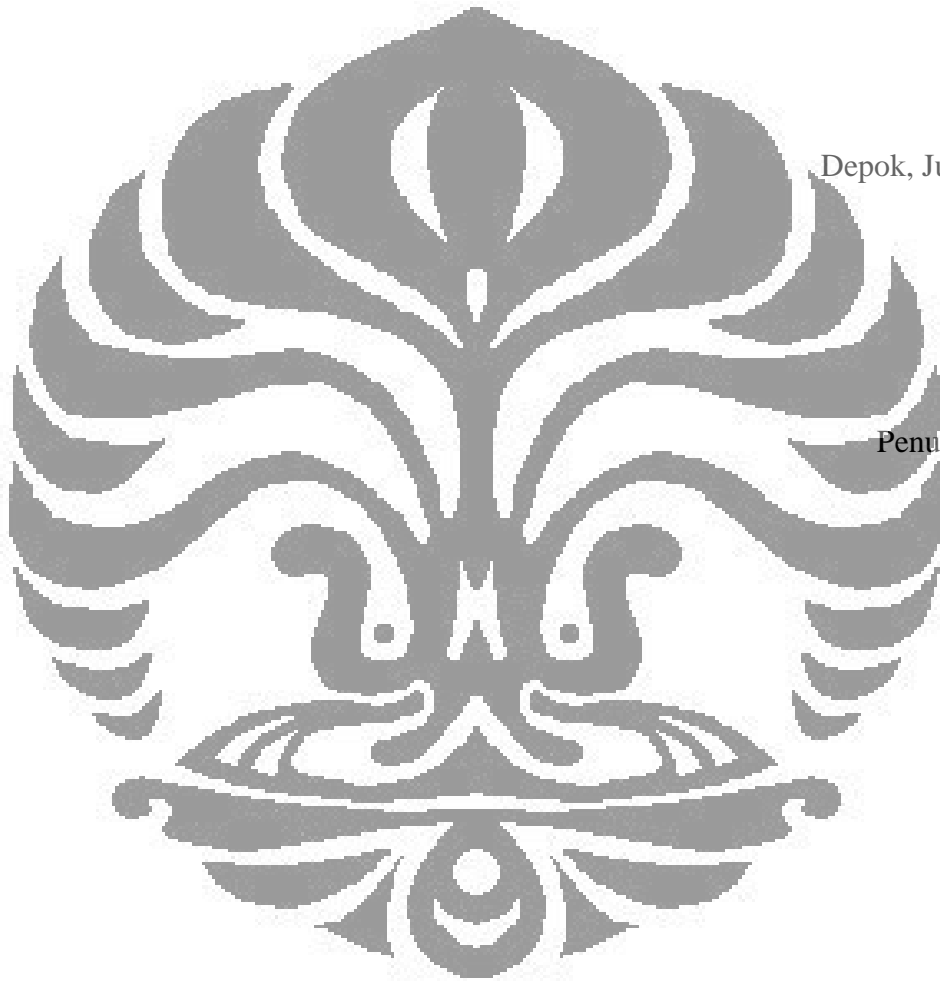
1. Ibu dra. Fatma Lestari M.Si., Ph.D selaku pembimbing skripsi, pembimbing magang, dan pembimbing akademik selama penulis berkuliah di FKM UI. Terimakasih atas bimbingan, masukan, arahan, nasihat, dukungan, referensi, kritik, dan saran yang membangun.
2. Bapak Doni Hikmat Ramadhan, S.KM, M.Kes, selaku dosen penguji dalam sidang skripsi yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini
3. Ibu Aroem Naroeni, DEA, Ph.D selaku dosen penguji dalam sidang skripsi yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini
4. Ibu Ariyanti Oetari selaku kepala laboratorium COE IBR-GS FMIPA UI yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
5. Keluarga, ayah dan ibu serta kakak dan adikku yang selalu mendukung dan memberikan bantuan serta doa selama menyelesaikan skripsi ini
6. Teman-teman seperjuangan dari tangerang, Avi, Tetya, Afda, dan Vivi. Terimakasih atas dukungan, bantuan, dan doanya
7. Teman-teman seperjuangan dalam berkonsultasi Lala, Ali, Indra, dan Depi.
8. Suningrat yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman-teman angkatan 2007 yang berjuang bersama-sama menyelesaikan skripsinya, khususnya K3

10. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini baik dukungan maupun doa

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan skripsi ini. Adapun kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suci Sekar Dini
NPM : 0706274092
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembalian ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Kajian Implementasi Program Biorisk Management di Laboratorium Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies pada Tahun 2011

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 20 Juni 2011

Yang menyatakan



(Suci Sekar Dini)

ABSTRAK

Nama : Suci Sekar Dini

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Judul : Kajian Implementasi *Biorisk Management* di Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia Tahun 2011

Penggunaan agen biologi di laboratorium selain memiliki dampak negatif juga memiliki dampak positif. Dampak negatif yang muncul dalam penggunaan agen biologi di laboratorium adalah timbulnya risiko infeksi pada pekerja akibat bahan-bahan biologi berbahaya. Selain itu, dampak negatif lainnya adalah munculnya risiko penyalahgunaan agen biologi oleh pihak-pihak tertentu. Universitas Indonesia yang memiliki tujuan untuk menjadi universitas riset, harus juga memperhatikan hal tersebut. Dampak-dampak negatif yang dapat muncul dari penggunaan bahan biologi tersebut dapat ditanggulangi dengan menerapkan *biorisk management* yang dapat melindungi pekerja maupun lingkungan sekitar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui implementasi dari *biorisk management* yang terdapat di laboratorium COE IBR-GS FMIPA UI yang dianalisis dengan menggunakan standar WHO, CDC, dan *Laboratory Biosafety Guideline* yang dikeluarkan pemerintah Kanada. Dalam laboratorium COE IBR-GS, sudah terdapat beberapa sistem yang mendukung keselamatan dan kesehatan bagi pekerja. Namun, terdapat beberapa komponen dari *biorisk management* yang belum dilaksanakan, tidak sesuai, dan harus diperbaiki.

Kata Kunci:

Agen biologi, *biorisk management*, laboratorium, *biosafety*

ABSTRACT

Name : Suci Sekar Dini
Study Program : Public Health
Title : Assessment of Implementation Biorisk Management at the Laboratory Center of Excellence for Biological Resources Genome Indigenous Studies Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Indonesia Year 2011

The use of biological agents in the laboratory in addition to having positive impact also has a negative impact. Negative impact that arise in the use of biological agents in the laboratory is the emergence of an infection risk to workers due to hazardous biological materials. In addition, other negative impact is the emergence of the risk of misuse of biological agents by certain parties. University of Indonesia, which has a goal to become a research university, must also pay attention to it. Negative impacts that may arise from the use of biological materials can be overcome by applying biorisk management that can protect workers and the environment. The purpose of this study is to know the implementation of the biorisk management in the laboratory COE IBR-GS FMIPA UI which analyzed using the standard WHO, CDC, and the Laboratory Biosafety Guidelines from Canadian government. In the laboratory COE IBR-GS, there have been some systems that support the safety and health for workers. However, there are several components of the biorisk management have not been implemented, not appropriate, and should be improved.

Keyword:

Biological agents, biorisk management, laboratory, biosafety

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RIWAYAT HIDUP PENULIS	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAKSI	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Umum	5
1.4.2 Tujuan Khusus	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1 Penulis	6
1.5.2 Laboratorium <i>Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies</i>	6
1.5.3 FKM (Keilmuan K3)	7
1.6 Ruang Lingkup	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bahan Biologi Berbahaya	8
2.2 Laboratorium	8
2.3 <i>Biorisk Management</i>	9
2.3.1 <i>Biorisk Assessment</i> Universitas Indonesia Terkait dengan Karakteristik Agen	10
2.3.2 Pedoman <i>Biosafety</i> Universitas Indonesia	11
2.4 Elemen-Elemen Biosafety	14
2.4.1 Peralatan Keselamatan (Primary Barrier dan Alat Pelindung Diri)	14
2.4.1.1 <i>Negative-Pressure Flexible-Film Isolator</i>	14
2.4.1.2 <i>Pipetting Aid</i>	15
2.4.1.3 <i>Homogenizer, shaker, blender, dan sonicator</i> ..	15
2.4.1.4 <i>Disposable transfer loop</i>	15
2.4.1.5 <i>Microincinerator</i>	15

2.4.1.6	Pakaian dan Alat Pelindung	16
2.4.1.7	<i>Laboratory coat, gown, coverall, apron</i>	16
2.4.1.8	<i>Google, Face Shield, dan Kacamata Keselamatan</i>	16
2.4.1.9	<i>Respirator</i>	16
2.4.1.10	Sarung Tangan	17
2.4.2	Desain dan Konstruksi Fasilitas (Secondary Barrier)	17
2.4.3	<i>Good Microbiological Technique</i>	18
2.4.3.1	Praktik dan Teknik Laboratorium	18
2.4.3.2	Rencana dan Prosedur Darurat	23
2.4.3.3	Strelisasi dan Disinfeksi	25
2.4.3.4	Pengangkutan Bahan Infeksius	29
2.4.4	Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik	30
2.4.4.1	Bahan Kimia	30
2.4.4.2	Bahaya Lainnya di Laboratorium	31
2.4.5	Organisasi Keselamatan dan Pelatihan	33
2.4.5.1	<i>Biosafety Officer</i>	33
2.4.5.2	Komite Biosafety	33
2.4.5.3	Program Pelatihan	34
2.4.5.4	OSHE Universitas Indonesia	34
2.5	Biosafety Level	35
2.5.1	Basic-Biosafety Level 1 dan 2	35
2.5.2	Containment-Biosafety Level 3	42
2.5.3	Maximum Containment-Biosafety Level 4	45
2.6	Klasifikasi Mikroorganisme Berdasarkan Kelompok Risiko	50
2.6.1	Kelompok Risiko Berdasarkan WHO	51
2.6.2	Kelompok Risiko Berdasarkan Standar Australian/ New Zealand	52
2.6.3	Kelompok Risiko Berdasarkan <i>Canadian Labrotory Safety Guidelines</i>	53
2.6.4	Kelompok Risiko Berdasarkan CDC/NIH	53
2.7	Biological Safety Cabinets	54
2.7.1	Class I Biological Safety Cabinet	55
2.7.2	Class II Biological Safety Cabinet	56
2.7.3	Class III Biological Safety Cabinet	58
2.8	Prinsip Biosecurity	59
2.8.1	Metodologi Manajemen Risiko	59
2.8.2	Pengembangan Program Biosecurity	60
2.8.3	Elemen Program Biosecurity	60

BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN	
DEFINISI OPERASIONAL	73
3.1 Kerangka Teori	73
3.2 Kerangka Konsep	74
3.3 Definisi Operasional	75

BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	78
4.1 Desain Penelitian	78
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	78
4.3 Unit Analisis	78
4.4 Teknik Pengumpulan Data	78
4.4.1 Sumber Data	78
4.4.1.1 Pengumpulan Data Primer	78
4.4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder	79
4.4.2 Instrumentasi	79
4.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	79
4.5.1 Pengolahan Data	79
4.5.2 Analisis Data	79
4.6 Penyajian Data	80
BAB 5 GAMBARAN LABORATORIUM COE-IBR-GS	81
5.1 Gambaran Tempat Penelitian	81
5.2 Kegiatan Laboratorium	83
5.3 Ketenagaan Petugas Laboratorium	84
5.4 Peralatan Laboratorium	85
BAB 6 HASIL PENELITIAN	86
6.1 Kode Praktik	86
6.1.1 Akses	86
6.1.2 Prosedur Laboratorium	88
6.1.3 Prosedur dan Rencana Darurat	90
6.2 Peralatan Laboartorium	93
6.2.1 Peralatan Keselamatan	94
6.2.2 Alat Pelindung Diri	96
6.2.3 <i>Maintenance</i>	100
6.3 Desain dan Fasilitas Laboratorium	101
6.3.1 Fasilitas Penyimpanan	104
6.3.2 Sanitasi dan Fasilitas Staf	105
6.3.3 Pencehayaan	105
6.4 Pengelolaan Limbah	106
6.4.1 Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi	108
6.5 Organisasi Keselamatan dan Pelatihan untuk Pekerja	109
6.5.1 Organisasi Keselamatan	109
6.5.2 Pelatihan Untuk Pekerja	110
6.6 Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik	111
6.6.1 Bahan Kimia	111
6.6.2 Pencegahan dan Proteksi Kebakaran	113
6.6.3 Bahaya Elektrik	113
6.7 Surveilans Medis dan Kesehatan Pekerja	114
BAB 7 PEMBAHASAN	116
7.1 Keterbatasan Penelitian	116
7.2 Kode Praktik	116
7.2.1 Akses	116

7.2.2	Prosedur Laboratorium	118
7.2.3	Prosedur dan Rencana Darurat	120
7.3	Peralatan Laboartorium	122
7.3.1	Peralatan Keselamatan	122
7.3.2	Alat Pelindung Diri	123
7.3.3	<i>Maintenance</i>	125
7.4	Desain dan Fasilitas Laboratorium.....	125
7.4.1	Fasilitas Penyimpanan	127
7.4.2	Sanitasi dan Fasilitas Staf	127
7.4.3	Pencahayaan	128
7.5	Pengelolaan Limbah	129
7.5.1	Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi	129
7.6	Organisasi Keselamatan dan Pelatihan untuk Pekerja	130
7.6.1	Organisasi Keselamatan	130
7.6.2	Pelatihan Untuk Pekerja	131
7.7	Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik	131
7.7.1	Bahan Kimia	131
7.7.2	Pencegahan dan Proteksi Kebakaran	132
7.7.3	Bahaya Elektrik	133
7.8	Surveilans Medis dan Kesehatan Pekerja	133
BAB 8 SIMPULAN DAN SARAN		147
8.1	Simpulan	147
8.2	Saran	150
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

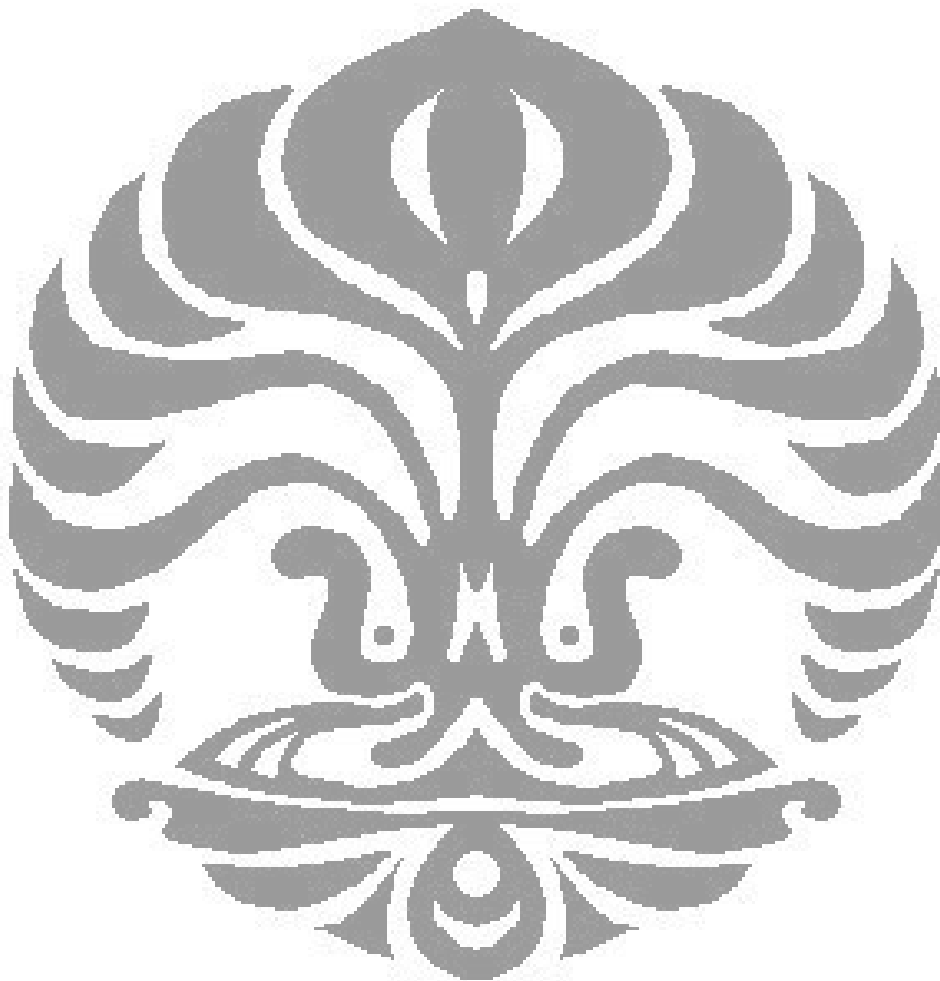
Tabel 2.1	Hubungan kelompok risiko terhadap biosafety level, praktik, dan peralatan	48
Tabel 2.2	Fasilitas untuk masing-masing <i>biosafety level</i> menurut WHO..	49
Tabel 2.3	Seleksi BSC berdasarkan tipe proteksi yang dibutuhkan	55
Tabel 2.4	Standar <i>biorisk management</i> menurut WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline Canada</i>	64
Tabel 3.1	Definisi Operasional	75
Tabel 6.1	Akses ke Laboratorium COE IBR-GS	86
Tabel 6.2	Prosedur Laboratorium COE IBR-GS	88
Tabel 6.3	Prosedur dan Rencana Darurat	90
Tabel 6.4	Peralatan Laboratorium COE IBR-GS	93
Tabel 6.5	Peralatan keselamatan laboratorium COE IBR-GS	94
Tabel 6.6	Alat pelindung diri laboratorium COE IBR-GS	96
Tabel 6.7	Kegiatan <i>maintenance</i> di laboratorium COE IBR-GS	100
Tabel 6.8	Desain dan Fasilitas Laboratorium COE IBR-GS	101
Tabel 6.9	Pengelolaan Limbah	106
Tabel 6.10	Prosedur disinfeksi dan sterilisasi	108
Tabel 6.11	Organisasi Keselamatan di Laboratorium COE IBR-GS	109
Tabel 6.12	Pelatihan Untuk Pekerja	110
Tabel 6.13	Penanganan Bahan Kimia	111
Tabel 6.14	Pencegahan dan proteksi kebakaran laboratorium	113
Tabel 6.15	Penanganan bahaya elektrik	113
Tabel 6.16	Surveilans Medis dan Kesehatan Pekerja	114
Tabel 7.1	Hasil temuan dan standar yang digunakan	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Grafiti Displacement Autoclave</i>	27
Gambar 2.2	Class I biological safety cabinet	55
Gambar 2.3	BSC Kelas II tipe A1	57
Gambar 2.4	BSC kelas II Tipe B1 (desain klasik)	57
Gambar 2.5	BSC kelas IIB2	58
Gambar 2.6	BSC kelas III	58
Gambar 3.1	Kerangka Teori	73
Gambar 3.2	Kerangka Konsep	74
Gambar 5.1	Denah Laboratorium COE IBR-GS	82
Gambar 5.2	Ruang Laboratorium Analisis Molekuler COE IBR-GS	83
Gambar 5.3	Kegiatan pengamatan kapang di laboratorium COE IBR-GS	84
Gambar 6.1	Pintu Masuk Laboratorium Molekuler	87
Gambar 6.2	Proses <i>pipetting</i>	89
Gambar 6.3	<i>Emergency call</i>	91
Gambar 6.4	Tumpukan kardus di jalur evakuasi	92
Gambar 6.5	Tanda <i>exit</i>	92
Gambar 6.6	Pintu darurat	93
Gambar 6.7	<i>Microcentrifuge</i>	94
Gambar 6.8	<i>Box Cabinet</i>	95
Gambar 6.9	<i>Emergency shower</i> dan <i>eye wash station</i>	95
Gambar 6.10	Penggunaan jas laboratorium ber lengan pendek	97
Gambar 6.11	<i>Ear muff</i>	98
Gambar 6.12	Masker	99
Gambar 6.13	Penyimpanan alas kaki	100
Gambar 6.14	Lantai dan meja laboratorium	103
Gambar 6.15	Wastafel laboratorium	104
Gambar 6.16	Fasilitas penyimpanan spesimen	104
Gambar 6.17	Tempat pembuangan sampah	107
Gambar 6.18	penyimpanan limbah karsinogen	108
Gambar 6.19	Penyimpanan bahan <i>flammable</i>	112
Gambar 6.20	Penyimpanan bahan kimia	112
Gambar 6.21	Penggunaan <i>extension</i>	114

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Laboratory Safety Checklist (WHO)*
Lampiran 2 *Biorisk Assessment* terkait agen biologi Universitas Indonesia
Lampiran 3 Dokumentasi



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi dan pasar bebas WTO dan GATT yang akan berlaku tahun 2020 mendatang, kesehatan dan keselamatan kerja menjadi salah satu prasyarat yang ditetapkan dalam hubungan ekonomi perdagangan barang dan jasa antar negara yang harus dipenuhi oleh seluruh negara anggota, termasuk bangsa Indonesia (Tresnaningsih, 2007). Oleh karena itu diperlukan adanya perhatian yang lebih mengenai kesehatan dan keselamatan kerja di Indonesia sekarang ini.

Selain itu, era saat ini adalah era yang tidak menentu dan sudah banyak mengalami perubahan. Salah satu perubahan tersebut adalah terus berkembangnya ilmu pengetahuan yang menuntut makin banyaknya penelitian yang dilakukan oleh para peneliti di dunia. Penelitian-penelitian yang dilakukan pun tidak jarang melibatkan agen-agen biologi. Bekerja dengan agen biologi di penelitian swasta dan pemerintah, kesehatan masyarakat, laboratorium klinis dan diagnostik, dan di fasilitas perawatan binatang sudah mulai berkembang pula.

Makin banyak studi mengenai agen biologi tidak hanya berdampak positif, tetapi juga dapat berdampak negatif. Dampak negatifnya dapat berupa penyalahgunaan dari agen-agen biologi menjadi senjata biologi yang dapat digunakan oleh para teroris untuk mengganggu keamanan masyarakat dunia. Selain itu, dampak negatif dari penggunaan agen biologi adalah kemungkinan terjadinya infeksi yang dialami oleh para pekerja laboratorium. Infeksi yang dialami pekerja dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan menyebabkan hal yang fatal seperti kematian.

Menurut Singh (2009) bahan infeksius yang menjadi penyebab utama infeksi terkait laboraorium adalah *Brucella species*, *Shigella species*, *Salmonella species*, *Mycobacterium tuberculosis*, dan *Neisseria meningitidis*. Infeksi akibat *bloodborne pathogens* (virus hepatitis B, virus hepatitis C, dan *human immunodeficiency virus*) masih menjadi penyebab utama infeksi virus yang dilaporkan, sedangkan *dimorphic fungi* menjadi penyebab utama terjadinya infeksi jamur.

Berdasarkan data survey yang dilakukan oleh Sulkin dan Pikedari tahun 1951, 1965, dan 1976 pada lebih dari 5.000 laboratorium, terdapat total kumulatif kasus sebanyak 3.921 kasus. Kasus yang paling banyak dilaporkan adalah Hepatitis, Tuberculosis, Typhoid, Venezuelan Equine Encephalitis, Brucellosis, dan Tularemia. Kasus yang terjadi sebanyak < 20% berhubungan dengan kecelakaan dan > 80% kasus dilaporkan akibat terpajan aerosol (BPMPP, 2010).

Di Amerika Serikat, terdapat sekitar 500.000 pekerja laboratorium yang juga terpajan dengan berbagai macam mikroorganisme patogen yang berisiko menginfeksi pekerjaannya. Menurut Pike (1976) dalam artikel *Laboratory-Acquired Infections* oleh Singh (2009) dikatakan bahwa survey infeksi terbesar dilaporkan pada tahun 1976 dengan infeksi terkait laboratorium sebanyak 4079 yang diakibatkan 159 agen dan 10 agennya sebagai penyebab dari >50% infeksi yang terjadi, serta terdapat 173 kematian akibat infeksi terkait laboratorium.

Survei dari kepala laboratorium klinik yang berpartisipasi dalam *Clinmicronet* pada tahun 2002-2004 diketahui terdapat 33% laboratorium dilaporkan terdapat setidaknya 1 infeksi terkait laboratorium. Tiga infeksi terkait laboratorium yang biasanya terjadi adalah *shigellosis*, *brucellosis*, dan *salmonellosis* (Singh, 2009).

Di Indonesia sendiri tidak ada publikasi/laporan jumlah kejadian infeksi di laboratorium dikarenakan beberapa hal yaitu kasus infeksi sedang, mungkin tidak menunjukkan gejala spesifik (asymptomatik), masa inkubasi yang panjang sulit membedakan dengan kejadian di laboratorium, infeksi sub-akut mungkin tidak dikenali, tetapi dapat dideteksi dengan uji serologis, laporan survei kasus secara retrospektif dan data tidak komplit, dan takut dipersalahkan (BPMPP, 2010).

Dari dampak negatif yang ditimbulkan oleh agen biologi tersebut seperti terinfeksinya pekerja laboratorium atau disalahgunakannya agen biologi yang ada, menyebabkan perlu adanya perlindungan untuk para pekerja di laboratorium, orang di sekitar laboratorium, dan juga lingkungan, serta perlu adanya pengamanan agen-agen biologi dari orang yang berniat buruk. Untuk melaksanakan itu semua diperlukan adanya biosafety dan biosecurity (*biorisk manament*) yang diterapkan di tiap laboratorium.

Selain dari dampak negatif yang ditimbulkan, perlunya penerapan biosafety dan biosecurity (*biorisk management*) dikarenakan adanya regulasi dari pemerintah yang mewajibkan penerapan K3 untuk melindungi para pekerjanya. Contoh dari regulasi tersebut adalah undang-undang nomor 23 tahun 1992. Undang-undang ini menjelaskan bahwa setiap tempat kerja harus melaksanakan upaya kesehatan kerja, agar tidak terjadi gangguan kesehatan pada pekerja, keluarga, masyarakat dan lingkungan disekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu sarana kesehatan seperti laboratorium pun harus melakukan upaya kesehatan tersebut, termasuk laboratorium yang ada di Universitas Indonesia.

Universitas Indonesia saat ini secara simultan selalu berusaha menjadi salah satu universitas riset atau institusi akademik terkemuka di dunia. Sebagai universitas riset, upaya-upaya pencapaian tertinggi dalam hal penemuan, pengembangan dan difusi pengetahuan secara regional dan global selalu dilakukan. Sementara itu, UI juga memperdalam komitmen dalam upayanya di bidang pengembangan akademik dan aktifitas penelitian melalui sejumlah disiplin ilmu yang ada dilingkupnya. Tujuan UI sebagai universitas riset juga harus ditunjang dengan adanya sistem keamanan dan keselamatan yang baik bagi para penelitinya, salah satunya adalah peneliti yang bekerja di laboratorium.

Universitas Indonesia memiliki cukup banyak laboratorium yaitu mencapai 194 laboratorium. Untuk itu, pembangunan *biorisk management* di Universitas Indonesia sangat penting dilakukan sebagai upaya untuk melindungi pekerja laboratorium UI, pekerja di sekitar laboratorium UI, dan lingkungan sekitar.

Salah satu laboratorium di Universitas Indonesia yang menangani agen-agen biologi adalah *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* yang terletak di fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Spesimen yang biasa ditangani adalah khamir, kapang, *escherichia coli*, dan *bacillus subtilis*. Agen seperti kapang dapat berpotensi mengendap di paru-paru apabila terhirup oleh manusia. Selain itu, laboratorium ini adalah laboratorium tingkat fakultas yang juga memiliki peralatan yang cukup mahal. Oleh karena itu, *biorisk managment* menjadi hal yang penting untuk diterapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Banyaknya laboratorium di Universitas Indonesia yang menangani bahan-bahan biologi dapat mengakibatkan munculnya risiko terpajannya pekerja di laboratorium, pekerja di sekitar laboratorium, dan juga dapat menyebabkan lingkungan di sekitar laboratorium terkontaminasi bahan-bahan tersebut. Salah satu laboratorium di Universitas Indonesia yang menangani bahan-bahan biologi adalah laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies*. Oleh karena itu, peneliti merasa penting untuk melakukan penelitian mengenai *biorisk management* di laboratorium tersebut. Penelitian mengenai kajian implementasi program *biorisk management* di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* ini dilakukan pada tahun 2011.

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana gambaran kode praktik laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?
2. Bagaimana gambaran peralatan laboratorium di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?
3. Bagaimana gambaran desain dan fasilitas laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?
4. Bagaimana gambaran pengelolaan limbah di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?
5. Bagaimana gambaran organisasi keselamatan dan pelatihan pekerja di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?
6. Bagaimana gambaran penanganan bahan kimia, kebakaran, dan elektrik di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?

7. Bagaimana gambaran surveilans kesehatan dan medis di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Mengetahui gambaran implementasi program *biorisk management* di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Diketuainya gambaran kode praktik laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
2. Diketuainya gambaran peralatan laboratorium di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
3. Diketuainya gambaran desain dan fasilitas laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
4. Diketuainya gambaran pengelolaan limbah di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
5. Diketuainya gambaran organisasi keselamatan dan pelatihan pekerja di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
6. Diketuainya gambaran penanganan bahan kimia, kebakaran, dan elektrik di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.
7. Diketuainya gambaran surveilans kesehatan dan medis di laboratorium *Center Of Excellence For Indigenous Biological Resources Genome Studies* pada tahun 2011.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi penulis

- Sebagai sarana pembelajaran bagi penulis dalam melakukan penelitian yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Menambah pengetahuan penulis mengenai implementasi program *biorisk management* di laboratorium.

2. Manfaat bagi laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies*

- Sebagai masukan informasi bagi pihak laboratorium mengenai implementasi *biorisk management*.
- Sebagai masukan untuk melakukan usaha perbaikan untuk meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas kerja.

3. Manfaat bagi FKM (keilmuan K3)

- Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan K3 mengenai implementasi program *biorisk management* di laboratorium.
- Sebagai alternatif bahan untuk studi kasus mengenai *biorisk management* di laboratorium.
- Sebagai bahan masukan bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian yang lebih luas atau mendalam mengenai *biorisk management* di laboratorium.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menitikberatkan pada kajian implementasi program *biorisk management* di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* Universitas Indonesia pada tahun 2011. Laboratorium ini memiliki kegiatan yang melibatkan agen biologi. Selain itu, tujuan Universitas Indonesia menjadi universitas riset juga berperan penting terhadap implementasi program *biorisk management* di laboratorium ini. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara tidak terstruktur dan observasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan dilakukan pada bulan Mei tahun 2011 di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Biologi Berbahaya

American industrial hygiene association (AIHA) mendefinisikan bahan biologis berbahaya sebagai bahan biologis yang mampu merubah dirinya sehingga dapat memberikan akibat yang berbahaya terhadap organisme lain terutama manusia (Afriansyah, 2006).

Salah satu sumber bahaya di laboratorium adalah agen biologi. Agen biologi adalah mikroorganisme termasuk yang telah mengalami modifikasi genetik, elemen genetik, dan bahan yang diperoleh dari mikroorganisme (contohnya toksin, alergen, prion, kultur sel, dan parasit), yang dapat menyebabkan infeksi, menciptakan atau menimbulkan alergi, atau menunjukkan toksisitas pada manusia, hewan, atau tumbuhan, atau memiliki efek yang buruk pada lingkungan (EBSA, 2007).

2.2 Laboratorium

Laboratorium adalah bangunan terpisah atau *self-suite* yang berada dalam fasilitas yang ditujukan untuk bekerja dengan agen biologi, terdiri dari satu atau lebih laboratorium dan dengan ruangan tambahan seperti air-lock, ruang ganti, ruangan alat sterilisasi, dan ruang penyimpanan (EBSA, 2007). Laboratorium dapat dipisahkan dari fasilitas lainnya melalui pembatas containment.

Laboratorium mikrobiologi adalah laboratorium yang kegiatannya berhubungan dengan dengan mikroorganisme. Sedangkan laboratorium biomedis adalah laboratorium yang kegiatannya berhubungan dengan bahan-bahan biologis (Nitasari, 2007).

Berdasarkan Permenakes no 657 tahun 2009 disebutkan bahwa laboratorium kesehatan adalah sarana kesehatan yang melaksanakan pengukuran, penetapan dan pengujian terhadap bahan yang berasal dari manusia atau bahan bukan berasal dari manusia untuk penentuan jenis penyakit, penyebab penyakit, kondisi kesehatan atau faktor yang dapat berpengaruh pada kesehatan perorangan dan

masyarakat termasuk yang digunakan untuk mendiagnosis penyebab *new emerging dan re emerging* .

Disain laboratorium harus mempunyai sistem ventilasi dan sirkulasi udara yang memadai. Selain itu laboratorium juga harus mempunyai pemadam api yang tepat terhadap bahan kimia berbahaya yang dipakai. Laboratorium yang baik juga harus memiliki dua buah jalan keluar yang disediakan untuk keluar dari kebakaran dan terpisah sejauh mungkin, tempat penyimpanan yang didesain untuk mengurangi sekecil mungkin risiko oleh bahan-bahan berbahaya dalam jumlah besar, dan harus tersedia alat Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K).

2.3 Biorisk Management

Menurut OHSAS 18001, biorisk adalah kombinasi dari kemungkinan terjadinya peristiwa buruk yang melibatkan paparan agen biologi, toksin, dan konsekuensi (infeksi, toksisitas, alergi, akses oleh yang tidak berwenang, kehilangan, pencurian, penyalahgunaan, pengalihan, dan lepasnya agen biologi) paparan. Sedangkan biorisk assessment adalah proses evaluasi biorisk yang timbul dari biohazard, atau dengan memperhatikan kecukupan kontrol yang ada, dan memutuskan diterima atau tidaknya biorisk (EBSA, 2007).

Menurut WHO (2006), biorisk adalah probabilitas terjadinya peristiwa tertentu yang dapat menyebabkan kerugian. Sedangkan biorisk management adalah analisis cara dan pengembangan strategi untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya biorisk. Pendekatan dari *biorisk management* terdiri dari biosafety, biosecurity, dan tanggung jawab etis.

Biosafety dan biosecurity laboratorium berfungsi untuk mengurangi risiko yang berbeda, tetapi keduanya memiliki tujuan yang sama yaitu menjaga agen biologi dengan aman dan selamat di area di mana agen tersebut disimpan dan digunakan. Menurut WHO (2006), biosecurity menggambarkan perlindungan, kontrol, dan tanggung jawab untuk menjaga agen biologi agar tidak terjadi pencurian, penyalahgunaan, dan lain-lain. Sedangkan menurut WHO, biosafety menggambarkan prinsip containment, teknologi, dan praktik yang

diimplementasikan untuk mencegah pajanan yang tidak diinginkan dari agen biologi dan toksin atau pelepasan yang tidak disengaja (EBSA, 2007).

Prinsip dari biosafety terdiri dari containment dan risk assessment. Containment terdiri dari praktik mikrobiologi, peralatan keselamatan, dan fasilitas perlindungan yang dapat melindungi pekerja laboratorium, lingkungan, dan masyarakat dari pajanan terhadap mikroorganisme infeksius yang ditangani dan disimpan di laboratorium (CDC, 2009).

2.3.1 *Biorisk Assessment* Universitas Indonesia Terkait dengan Karakteristik Agen

Ketika melakukan penilaian risiko agen spesifik, kita harus mempertimbangkan karakteristik dari agen, serta sarana transmisi (terutama jika vektor dibutuhkan), organisme target, dampak (kesehatan dan ekonomi), dan ketersediaan profilaksis dan perawatan terapi.

Sebelum melakukan impor agen tertentu, harus dilakukan *risk assessment* yang dilakukan dengan menggunakan tabel. Tabel-tabel tersebut secara umum memuat faktor yang harus dipertimbangkan dan menyediakan skala penilaian yang dapat membantu dalam menentukan potensi risiko. Tingkat risiko satu mewakili kategori risiko minimal, sedangkan tingkat risiko empat mengindikasikan potensi risiko yang sangat tinggi terhadap kesehatan dan ekonomi. Dengan mempertimbangkan tiap faktor dan menetapkan tingkat risiko masing-masing, maka overall risk level untuk agen dapat ditentukan. Apabila ditemukan satu faktor dengan risiko yang tinggi dibandingkan yang lain, maka pengendalian engineering dan prosedural harus diimplementasikan untuk mengurangi risiko yang ada.

Karakteristik-karakteristik agen yang dipertimbangkan dalam *risk assessment* ini adalah patogenisitas, dosis infeksius, cara transmisi, transmisibilitas, stabilitas lingkungan, *host range*, endemisitas, pertimbangan ekonomi, vektor, rekombinan, dan ketersediaan profilaksis dan perawatan.

Kriteria-kriteria ini juga tercantum dalam tabel yang digunakan dalam *risk assessment* (terlampir).

2.3.2 Pedoman *Biosafety* Universitas Indonesia

Kebijakan *biosafety* di Universitas Indonesia dibangun untuk melindungi keselamatan dan kesehatan staf universitas, mahasiswa, dan pengunjung yang dapat terpajan bahaya biologi. Pedoman mengenai prinsip *biosafety* Universitas Indonesia diadopsi dari pedoman *biosafety* yang dikeluarkan oleh *Center for Disease Control and Prevention / National Institute of Health* pada tahun 1999.

Pedoman *biosafety* Universitas Indonesia ditujukan sebagai dokumen pedoman bagi peneliti dan *clinician* yang bekerja dengan bahan biologi. Pedoman ini dapat digunakan sebagai pelengkap *UI Laboratory Safety Manual* yang memiliki informasi keselamatan laboratorium yang lebih umum.

Universitas Indonesia berkomitmen terhadap standar *biological safety* yang tinggi melalui perencanaan dan implementasi dari praktik pengendalian. Hal ini bertujuan untuk mencegah infeksi terkait laboratorium dan alergi terkait laboratorium dalam seluruh penelitian dan program belajar mengajar yang melibatkan bahan biologi.

- Risk Assessment

Risk assessment harus dilakukan oleh kepala investigator untuk proyek penelitian dan aktivitas belajar mengajar yang melibatkan penggunaan agen biologi. *Risk assessment* yang dilakukan harus mempertimbangkan pemasukan, penyimpanan, pengangkutan, manipulasi, dan pembuangan. Hasil dari *risk assessment* ini dapat digunakan untuk menentukan spesifikasi *Biosafety Level (BSL)*.

- Implementasi Pengendalian yang Sesuai

Implementasi pengendalian yang sesuai di aboratorium harus berdasarkan penemuan dari *risk assessment* dan persyaratan peraturan yang berlaku. Selain itu, diperlukan adanya *maintenance* dan pemantauan pengendalian yang teratur untuk memastikan keefektifitasannya.

- Program *Maintenance*

Semua *biological safety cabinet*, autoklaf, *ultra-centrifuge*, dan peralatan lainnya serta infrastruktur harus dimasukkan ke dalam program *maintenance*. Program ini juga harus meliputi inspeksi berdasarkan peraturan yang berlaku.

- Program Kesehatan Kerja

Semua pekerja laboratorium yang bekerja di laboratorium yang terdiri dari bahan *biohazard*, harus dimasukkan ke dalam program kesehatan kerja seperti, *pre-placement medical assessment*, vaksin, dan surveilens medis yang sesuai.

- Pelatihan *Biosafety*

Semua staf di laboratorium biologi harus melalui pelatihan *biological safety* yang diadakan oleh *Office of Safety, Health, and Environment* (OSHE). Semua staf dan mahasiswa harus menghadiri pelatihan yang dianggap penting oleh universitas atau yang ditentukan oleh regulasi setempat.

- Penanganan Limbah Biologi

Limbah biologi harus dibuang dengan berdasarkan persyaratan regulasi yang berlaku. Akumulasi dari limbah harus dihindari.

- **Program Biosafety**

Manajemen universitas harus memastikan bahwa program –program di atas diaplikasikan dalam program *biosafety*. SOP, standar, dan dokumen panduan harus diadopsi oleh seluruh staf universitas dan mahasiswa yang bekerja dengan *biohazard*. Program harus meliputi *framework* untuk memantau keselamatan dalam penelitian biologi, pelatihan *biosafety*, dan audit fasilitas biologi serta praktik di universitas, fakultas, departemen, dan level laboratorium. SOP, standar, dan dokumen panduan terdapat pada UI *Laboratory Biorisk Management Manual*.

- **Pengembangan Safe Operating Procedure**

SOP, standar, dan dokumen panduan harus dibuat oleh fasilitas atau departemen untuk aktivitas spesifik yang tidak tercakup dalam pedoman keselamatan universitas, fakultas, atau departemen.

- **Peran dan Tanggung Jawab**

Semua dekan dan kepala departemen akan memastikan bahwa masing-masing SOP, standar, dan dokumen panduan fakultas atau departemen serta program *biosafety* yang ada sudah diimplementasikan dan direview secara periodik. Tiap kepala departemen bertanggung jawab terhadap review dari *risk assessment* kepala investigator untuk memastikan bahwa pekerjaan dilakukan dengan aman sebelum dilaporkan ke *Institutional Biosafety Committee* (IBC).

Kepala investigator/ peneliti perlu melakukan *risk assessment* untuk aktivitas yang melibatkan bahan biologi. Kepala investigator bertanggung jawab dalam memastikan penanganan yang aman di laboratorium dan bertanggung jawab atas inventaris agen biologi di laboratoriumnya.

2.4 Elemen-Elemen Biosafety

Sasaran utama dari program biosafety adalah containment dari agen biologi yang memiliki potensi bahaya. Istilah containment digunakan untuk menggambarkan metode aman, fasilitas, dan peralatan yang digunakan untuk menjaga bahan infeksius di lingkungan laboratorium yang menangani bahan infeksius tersebut. Tujuan dari containment adalah untuk mengurangi atau menghilangkan pajanan terhadap pekerja laboratorium, orang lainnya, dan lingkungan luar yang berpotensi terpajan. Risk assessment yang dilakukan dapat menentukan kombinasi yang sesuai dari elemen-elemen tersebut.

2.4.1 Peralatan Keselamatan (Primary Barrier dan Alat Pelindung Diri)

Peralatan keselamatan terdiri dari BSCs, kontainer tertutup (misalnya centrifuge cup), dan engineering control yang didesain untuk menghilangkan atau mengurangi pajanan bahaya bahan biologi. BSC adalah peralatan utama yang digunakan sebagai containment untuk droplet infeksius atau aerosol yang dihasilkan oleh prosedur mikrobiologi.

Alat Pelindung Diri yang digunakan di laboratorium dapat terdiri dari sarung tangan, coat, gown, shoe cover, boot, respirator, face shield, safety glass, atau goggle.

2.4.1.1 *Negative-Pressure Flexible-Film Isolator*

Negative-pressure flexible-film isolator adalah peralatan *primary containment* serba lengkap yang menyediakan proteksi maksimum terhadap bahan biologi berbahaya dan biasanya dipasang pada *mobile stand*. Area kerja ditutup oleh polyvinylchloride (PVC) transparan yang menegilingi kerangka baja dari alat ini. Isolator dipertahankan pada tekanan internal lebih rendah daripada tekanan atmosfer.

Flexible-film isolator digunakan untuk memanipulasi organisme risiko tinggi (*risk group 3* atau *4*) yang tidak dapat atau tidak sesuai menggunakan *biological safety cabinet* biasa.

2.4.1.2 *Pipetting Aid*

Pipetting aid harus selalu digunakan dalam prosedur *pipetting*. *mouth pipetting* tidak boleh digunakan karena prosedur ini dapat menyebabkan bahan berbahaya masuk ke dalam tubuh melalui aspirasi oral dan ingesti.

Pipetting dapat dilakukan di dalam *biological safety cabinet* apabila bahaya inhalasi tidak dapat dihindari. *Pipetting aid* harus dipilih dengan benar. Desain dan penggunaannya tidak boleh menimbulkan bahaya infeksius lainnya dan *pipetting aid* juga harus mudah dibersihkan dan disterilisasi.

2.4.1.3 *Homogenizer, shaker, blender, dan sonicator*

Homogenizer yang dibuat khusus untuk laboratorium dirancang untuk dapat meminimalisir atau mencegah lepasnya aerosol. Homogenizer yang digunakan untuk mikroorganisme risk group 3 harus selalu dimuat dan dibuka kembali di dalam *biological safety cabinet*.

Sonicator juga dapat berpotensi melepaskan aerosol sehingga operasi yang dilakukan harus di dalam *biological safety cabinet* atau dengan menggunakan *shield*.

2.4.1.4 *Disposable transfer loop*

Keuntungan dari *disposable transfer loop* adalah alat tersebut tidak perlu disterilisasi, oleh karena itu dapat digunakan di dalam *biological safety cabinet*. *Loop* yang sudah digunakan harus ditempatkan di disinfektan dan dibuang sebagai limbah terkontaminasi.

2.4.1.5 *Microincinerator*

Microincinerator gas dan *microincinerator* panas listrik memiliki kaca borosilikat atau perisai keramik yang meminimalisir percikan dan penyebaran bahan terinfeksi saat *transfer loop* disterilisasi. Namun, *microincinerator* dapat mengganggu aliran udara, oleh karena itu harus ditempatkan ke arah belakang area kerja *biological safety cabinet*.

2.4.1.6 Pakaian dan alat pelindung diri

Pakaian dan alat pelindung diri dapat melindungi dan mengurangi risiko pajanan aerosol, cipratan, *accidental inoculation*. Sebelum meninggalkan laboratorium, pakaian laboratorium harus dilepas dan tangan harus dicuci.

2.4.1.7 *Laboratory coat, gown, coverall, apron*

Laboratory coat sebaiknya dikancing sepenuhnya. Namun, tangan panjang, *back-opening gown* atau *coverall* memiliki proteksi yang lebih baik daripada *laboratory coat* sehingga lebih dipilih untuk laboratorium mikrobiologi dan ketika bekerja dengan *biological safety cabinet*.

Apron dapat dipakai bersama *laboratory coat* atau *laboratory gown* untuk memberikan perlindungan lebih terhadap cipratan bahan kimia dan biologi. Layanan *laundry* sebaiknya disediakan di dekat fasilitas. *Laboratory coat, gown, coverall*, dan apron tidak boleh dipakai di luar area laboratorium.

2.4.1.8 *Google, face shield, dan kacamata keselamatan*

Pemilihan alat-alat ini tergantung dari aktivitas yang akan dilakukan. Kacamata keselamatan tidak memadai untuk melindungi dari bahaya cipratan walaupun digunakan bersama dengan *side shield*. Kacamata biasa dan lensa kontak harus dipakai bersama dengan *Google* untuk cipratan dan proteksi terhadap tumbukan. *Face shield (visor)* terbuat dari plastik tahan pecah dan pas di wajah. Alat-alat ini tidak boleh digunakan di luar area laboratorium.

2.4.1.9 *Respirator*

Respirator yang dipilih tergantung dari tipe bahaya yang dihadapi. Respirator harus digunakan ketika bekerja dengan prosedur yang memiliki bahaya tinggi. Respirator memiliki filter yang dapat ditukar untuk melindungi dari gas, vapour, partikulat, dan mikroorganisme.

2.4.1.10 Sarung tangan

Bekerja di laboratorium dapat menyebabkan tangan pekerja berpotensi terkontaminasi atau terluka karena benda tajam. Jenis sarung tangan yang sering digunakan oleh laboratorium pada umumnya adalah jenis latex, vinil, atau nitril. Sarung tangan ini juga dapat digunakan untuk bekerja dengan agen infeksius, darah, dan cairan tubuh. Penggunaan kembali sarung tangan dapat dilakukan, namun harus melalui pencucian, pembersihan, dan disinfeksi.

Sarung tangan harus dibersihkan dan tangan harus dicuci setelah menangani bahan infeksius, bekerja di *biological safety cabinet*, dan sebelum meninggalkan laboratorium. Apabila menggunakan sarung tangan sekali pakai, sarung tangan tersebut harus dibuang dengan limbah laboratorium yang terinfeksi. Pekerja yang menangani benda tajam harus menggunakan sarung tangan stainless steel (*stainless steel mesh glove*).

2.4.2 Desain dan Konstruksi Fasilitas (Secondary Barrier)

Desain dan konstruksi fasilitas yang baik dapat bermanfaat untuk melindungi pekerja laboratorium, melindungi orang yang berada di luar laboratorium, melindungi hewan dan juga masyarakat dari agen infeksius. Kepala laboratorium bertanggung jawab untuk menyediakan fasilitas yang sepadan dengan fungsi laboratorium dan biosafety level yang direkomendasikan untuk agen yang dimanipulasi. Secondary barrier yang direkomendasikan tergantung dari risiko transmisi dari agen spesifik.

Contoh dari secondary barrier yang dapat diterapkan pada BSL-1 atau BSL-2 adalah pemisahan antara area kerja laboratorium dan akses publik, ketersediaan fasilitas dekontaminasi (mis. Autoclave), dan fasilitas cuci tangan. Ketika terdapat risiko infeksi oleh pajanan aerosol infeksius, primary containment dan multiple secondary barrier yang levelnya lebih tinggi menjadi sangat diperlukan untuk mencegah agen infeksius lepas ke lingkungan.

Fitur-fitur desain seperti sistem ventilasi khusus untuk mengetahui arah aliran udara, sistem penanganan udara untuk dekontaminasi atau memindahkan

agen dari pembungan udara, kontrol zona akses, airlock di jalan masuk laboratorium, atau bangunan atau ruangan terpisah untuk mengisolasi laboratorium menjadi hal yang sangat penting juga.

2.4.3 Good Microbiological Technique

2.4.3.1 Praktik dan Teknik Laboratorium

Elemen yang paling penting dari containment adalah kepatuhan terhadap standar praktik dan teknik mikrobiologi. Pekerja yang bekerja dengan agen infeksius harus memperhatikan potensi bahayanya, harus mendapatkan pelatihan, dan terampil dalam praktik dan teknik menangani agen tersebut. Kepala laboratorium atau penanggung jawab laboratorium bertanggung jawab terhadap penyediaan atau penyusunan pelatihan yang sesuai.

Setiap laboratorium harus membangun atau mengadopsi panduan operasi yang dapat mengidentifikasi bahaya dan juga praktik spesifik dan prosedur yang didesain untuk memperkecil atau menghilangkan pajanan bahaya tersebut. Scientist yang sudah ditraining dan memiliki pengetahuan yang cukup, harus bertanggung jawab dalam pekerjaan yang berkaitan dengan agen atau bahan infeksius. Selain itu juga, scientist harus berkonsultasi dengan profesional biosafety atau profesional kesehatan dan keselamatan lainnya mengenai risk assessment.

- **Penanganan Spesimen di Laboratorium**

- Kontainer Spesimen

Kontainer spesimen dapat berupa gelas atau plastik yang kuat dan tidak boleh bocor . kontainer juga harus diberi label dengan benar untuk mempermudah proses identifikasi. Permintaan spesimen atau form spesifikasi tidak boleh dibungkus di sekitar kontainer, namun seharusnya diletakkan terpisah dari kontainer. Form tersebut juga sebaiknya diletakkan di dalam amplop tahan air.

- Transport Spesimen di Dalam Fasilitas

Untuk menghindari kebocoran dan tumpahnya spesimen, kontainer ke-2 harus digunakan. kontainer ke-2 ini dapat berupa kotak yang terbuat dari logam atau pelastik dan tahan terhadap disinfektan kimia. Kontainer ini juga harus didekontaminasi secara teratur.

- Penerimaan Spesimen

Laboratorium yang menerima spesimen dalam jumlah yang besar harus merancang ruangan khusus atau area untuk spesimen tersebut.

- Pembukaan Paket

Personil yang menerima dan membuka spesimen harus memperhatikan potensi bahaya kesehatan, harus dilatih untuk menggunakan standar tindakan pencegahan, khususnya saat berhadapan dengan kontainer yang rusak atau bocor. Kontainer spesimen utama harus dibuka di dalam *biological safety cabinet*.

o **Penggunaan Pipet dan *Pipetting Aid***

- Tidak boleh menggunakan pipet dengan mulut, oleh karena itu harus selalu menggunakan *pipetting aid*.
- Semua pipet harus memiliki *cotton plug*, tidak boleh meniupkan udara ke liquid yang mengandung bahan infeksius, dan bahan infeksius tidak boleh dicampur dengan cara pengisapan dan pengeluaran dengan pipet.
- Liquid tidak boleh dengan paksa dikeluarkan dari pipet, sebaiknya menggunakan tipe *mark-to mark pipet*, dan pipet yang terkontaminasi harus direndam di dalam disinfektan selama beberapa waktu.
- Kontainer pembuangan untuk pipet harus diletakkan di dalam *biological safety cabinet*, tidak boleh menggunakan alat suntik untuk menjadi pipet, dan menggunakan absorben untuk menghindari dispersi bahan infeksius.

○ **Menghindari Dispersi Bahan Infeksius**

- Untuk menghindari penumpahan prematur, *microbiological transfer loop* harus memiliki diameter 2-3 mm dan harus tertutup rapat, panjang tangkai tidak boleh lebih dari 6 cm, dan menggunakan *electric microincinerator* tertutup.
- Spesimen dan kultur yang dibuang harus ditempatkan di kontainer anti bocor dan bagian atas harus diamankan sebelum dibuang ke kontainer limbah dan area kerja harus didekontaminasi di akhir kerja.

○ **Penggunaan *Biological Safety Cabinet***

- Kegunaan dan keterbatasan *biological safety cabinet* harus dijelaskan pada seluruh staf, kaca yang menampilkan panel tidak dibuka ketika kabinet sedang digunakan, dan sirkulasi bagian belakang plenum tidak dihalangi.
- *Bunsen burner* tidak digunakan dalam kabinet, permukaan *biological safety cabinet* harus dibersihkan menggunakan disinfektan yang sesuai setelah pekerjaan selesai dan di akhir hari, dan kipas kabinet harus dijalankan selama 5 menit sebelum memulai pekerjaan dan setelah pekerjaan di dalam kabinet selesai.

○ **Menghindari Ingesti Bahan Infeksius dan Kontak dengan Kulit dan Mata**

- Partikel besar dan droplet (diameter $>5\mu\text{m}$) lepas selama manipulasi mikrobiologi, oleh karena itu pekerja laboratorium harus menghindari menyentuh mulut, mata, dan wajah mereka.
- Makanan dan minuman tidak boleh dikonsumsi dan disimpan di dalam laboratorium, tidak boleh menyimpan sesuatu di mulut, dan tidak boleh memakai kosmetik di laboratorium.
- Wajah, mulut, dan mata harus dilindungi selama bekerja di laboratorium.

○ **Menghindari Suntikan Bahan Infeksius**

- *Accidental inoculation* akibat cedera karena gelas rusak atau pecah dapat dihindari dengan praktik dan prosedur yang berhati-hati atau apabila dimungkinkan gelas dapat diganti dengan pelastik.
- *Accidental inoculation* dapat terjadi karena luka benda tajam seperti jarum suntik, pecahan gelas, dan lain-lain.
- Luka akibat jarum suntik dapat diminalisir dengan mengurangi penggunaan jarum suntik dan menggunakan peralatan keselamatan benda tajam apabila penggunaan jarum suntik diperlukan.
- Jarum tidak boleh ditutup kembali. Barang sekali pakai harus dibuang ke kontainer tahan bocor.
- *Plastic Pasteur pipet* menggantikan yang terbuat dari kaca.

○ **Pemisahan Serum**

- Hanya pekerja terlatih yang boleh melakukan pekerjaan ini, sarung tangan dan proteksi membran mukosa dan mata harus digunakan, dan pipet direndam di disinfektan setelah digunakan.
- Pembuangan tabung spesimen yang berisi gumpalan darah, dan lain-lain harus ditempatkan di kontainer anti bocor untuk autoclaf/insinerasi.
- Disinfektan yang sesuai harus tersedia untuk membersihkan cipratan dan tumpahan.

○ **Penggunaan Centrifuge**

- Kinerja mekanik yang memuaskan merupakan prasyarat keselamatan mikrobiologi dalam penggunaan *laboratory centrifuge*.
- Tabung *centrifuge* dan kontainer spesimen yang digunakan untuk *centrifuge* harus berdinding kaca tebal atau dapat terbuat dari pelastik.
- Tabung dan kontainer spesimen harus selalu ditutup dengan aman, *bucket* harus dimuat, diekuilibrasi, disegel, dan dibuka di dalam *biological safety cabinet*.

- *Bucket* dan *trunnion* dipasangkan oleh berat dan dengan ditempatkannya tabung menjadi seimbang, air distilasi atau alkohol (propanol, 70%) digunakan untuk menyeimbangkan *bucket* yang kosong, dan menggunakan *sealable centrifuge bucket* untuk mikroorganisme *risk group* 3 dan 4.
- Interior *centrifuge bowl*, *centrifuge rotor*, dan *bucket* harus diinspeksi setiap hari.
- *Bucket*, *rotor*, dan *centrifuge* harus didekontaminasi tiap selesai digunakan.
- Setelah digunakan, *bucket* harus diletakkan terbalik.
- **Penggunaan *Homogenizer, Shaker, Blender, dan Sonicator***
 - Penutup dan cup atau botol harus dalam kondisi baik dan bebas dari cacat.
 - Untuk menghindari pecahnya gelas, penggunaan polytetrafluoroethylene (PTFE) direkomendasikan.
 - Ketika digunakan, *homogenizer*, *shaker*, dan *sonicator* harus ditutupi dengan selubung plastik transparan yang kuat.
 - Pada akhir operasi, kontainer harus dibuka di dalam *biological safety cabinet*.
 - Proteksi pendengaran harus disediakan untuk pekerja yang menggunakan *sonicator*.
- **Penggunaan *Tissue Grinder***
 - *Tissue grinder* harus dioperasikan dan dibuka di dalam *biological safety cabinet* dan *tissue grinder* juga harus dilakukan di bahan absorben dan tangan harus menggunakan sarung tangan.
- **Penggunaan *Refrigerator dan Freezer***
 - *Refrigerator* dan *freezer* harus dibersihkan dengan teratur dan ketika membersihkannya harus menggunakan *face protection* dan *heavy duty rubber glove*.

- Semua kontainer yang disimpan harus diberi label dengan nama zat, tanggal penyimpanan, dan orang yang menyimpan.
- Larutan *flammable* tidak boleh diletakkan di dalam *refrigerator*, kecuali jika *refrigerator* tahan ledakan.

2.4.3.2 Rencana dan Prosedur Darurat

○ Rencana Darurat

Rencana darurat harus memuat prosedur operasional untuk:

- Rencana tindakan pencegahan untuk menghadapi bencana alam
- *Biohazard risk assessment*
- Manajemen insiden-pajanan dan dekontaminasi
- Evakuasi darurat untuk orang dan hewan dari bangunan
- Perawatan medis darurat untuk orang terpajan dan terluka
- Surveilens untuk orang yang terpajan
- Manajemen klinis dari orang terpajan
- Investigasi epidemiologi

○ Prosedur Darurat untuk Laboratorium Mikrobiologi

Orang yang terluka karena tertusuk, terpotong, dan tergores harus melepaskan pakaian pelindung, mencuci tangan dan area lainnya yang terinfeksi, menggunakan disinfektan, dan mendapatkan perawatan medis apabila dibutuhkan.

Apabila terjadi pelepasan aerosol infeksius keluar dari *biological safety cabinet*, semua pekerja harus mengosongkan area yang terkontaminasi dan pekerja yang sudah terpajan harus mendapatkan perawatan medis. Tanda peringatan dilarang masuk ke area yang terkontaminasi harus dipasang. Setelah beberapa waktu, dekontaminasi harus dilakukan dan diawasi oleh *biosafety officer*.

Kontainer rusak yang terkontaminasi dengan bahan infeksius dan bahan infeksius yang tumpah harus ditangani dengan menggunakan handuk kain aatau kertas. Disinfektan harus dituangkan di tempat yang

terkontaminasi dan didiamkan selama beberapa saat. Dalam melakukan disinfeksi tersebut diharuskan untuk menggunakan sarung tangan.

Apabila terdapat kerusakan pada *tube* yang mengandung bahan infeksius di dalam *centrifuge* yang sedang berjalan tanpa *sealable bucket*, maka mesin harus dimatikan dan dibiarkan tertutup kurang lebih selama 30 menit. Jika kerusakan terjadi saat mesin sudah berhenti, penutup harus segera diganti dan biarkan tertutup kurang lebih selama 30 menit. Namun, apabila kerusakan terjadi di dalam *sealable bucket* semua segel *centrifuge bucket* harus ditangani dalam *biological safety cabinet*.

Dalam pengembangan rencana persiapan darurat, pemadam kebakaran dan servis lainnya harus dilibatkan. Mereka juga harus diinformasikan mengenai ruangan mana saja yang terdiri dari bahan infeksius. Mereka dapat masuk ke laboratorium hanya ketika ditemani oleh pekerja laboratorium terlatih.

Ketika terjadi keadaan darurat, diperlukan adanya alamat atau nomor telepon yang dapat dihubungi. Kontak yang harus dipasang di fasilitas laboratorium adalah sebagai berikut:

- Institusi atau laboratorium itu sendiri
- Kepala institusi atau laboratorium
- Supervisi laboratorium
- *Biosafety officer*
- *Fire service*
- Rumah sakit / ambulans/ staf medis (nama individu, departemen, atau staf medis jika memungkinkan)
- Polisi
- Petugas medis
- Ahli yang bertanggung jawab
- Servis air, gas, dan listrik

Dalam pengembangan rencana persiapan darurat ini juga diperlukan adanya peralatan darurat yang terdiri dari :

- *First aid kit*, termasuk *antidote* universal atau khusus
- Pemadam api yang tepat

2.4.3.3 Sterilisasi dan Disinfeksi

Sterilisasi adalah proses memusnahkan atau menyingkirkan semua kelas mikroorganisme dan spora. Sedangkan disinfeksi adalah memusnahkan mikroorganisme secara fisik dan kimiawi tetapi tidak termasuk spora.

Keperluan dekontaminasi spesifik tergantung dari tipe kerja eksperimental dan sifat dari agen infeksius yang ditangani. Untuk membersihkan bahan-bahan laboratorium, dapat dilakukan dengan menyikat, *vacuum*, *dry dusting*, mencuci, dan mengepel dengan air sabun atau detergen. Hal lainnya yang penting dalam pembersihan laboratorium adalah *precleaning*. *precleaning* dan disinfeksi dapat menggunakan *chemical germicide* yang sama, namun harus tetap memperhatikan formulasi yang dibutuhkan dengan hati-hati.

Biasanya *chemical germicide* dapat bekerja dengan lebih cepat dan baik pada temperatur yang lebih tinggi. Namun, temperatur yang lebih tinggi dapat mempercepat atau menurunkan evaporasi. Untuk menangani *chemical germicide* diperlukan adanya penggunaan sarung tangan, apron, dan pelindung mata.

o Dekontaminasi Lingkungan Lokal

Dekontaminasi untuk ruang laboratorium, furnitur, dan peralatannya membutuhkan kombinasi disinfektan antara *liquid* dan gas. Dekontaminasi permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan sodium hypochlorite (NaOCl). Sedangkan untuk dekontaminasi lingkungan dapat menggunakan 3% hydrogen peroxide (H₂O₂) sebagai pengganti *bleach solution*.

Ruangan dan peralatan dapat didekontaminasi dengan pengasapan menggunakan gas formaldehyde yang dihasilkan dari pemanasan paraformaldehyde atau memanaskan formalin. Pengasapan harus dilakukan pada temperatur ambien setidaknya 21°C dan kelembapan relatif 70%. Untuk menetralkan formaldehyde dapat digunakan gas ammonium

bicarbonate. Pengasapan tempat yang lebih kecil dengan menggunakan vapor hydrogen peroxide dapat digunakan, namun membutuhkan peralatan khusus untuk menghasilkan vapor.

○ **Dekontaminasi *Biological Safety Cabinet***

Untuk dekontaminasi kabinet kelas I dan II, dapat menggunakan gas formaldehyde. Dekontaminasi juga dapat menggunakan paraformaldehyde (konsentrasi akhir paraformaldehyde 0,8% di udara) dengan meletakkannya di *frying pan* pada *hot plate electric*. *Frying pan* lainnya terdiri dari 10% lebih banyak ammonium bicarbonate daripada paraformaldehyde yang diletakkan di *hot plate* ke-2 di dalam kabinet. Jika kelembapan relatifnya di bawah 70%, maka kontainer air panas terbuka harus ditempatkan di dalam kabinet.

Setelah semua paraformaldehyde menguap, kabinet harus didiamkan setidaknya selama 6 jam. Setelah itu ammonium bicarbonate diubah menjadi vapor. Lalu *blower* kabinet dinyalakan agar gas tersebut tersirkulasi. Setelah itu, kabinet harus didiamkan selama 30 menit.

○ **Pencucian Tangan/Dekontaminasi Tangan**

Ketika menangani bahan *biohazard*, pekerja harus menggunakan sarung tangan untuk melindungi kedua tangannya. Walaupun pekerja sudah menggunakan sarung tangan, pekerja harus tetap mencuci tangannya setelah selesai menangani bahan *biohazard*, hewan, dan sebelum meninggalkan laboratorium.

Penggunaan sabun biasa dan air dapat dilakukan dalam situasi normal, namun pada situasi dengan risiko tinggi harus digunakan sabun *germicidal*. *Alchoho-based hand-rubs* dapat digunakan untuk dekontaminasi tangan kotor yang ringan, apabila pencuci tangan yang biasa tidak tersedia.

○ Disinfeksi Panas dan Sterilisasi

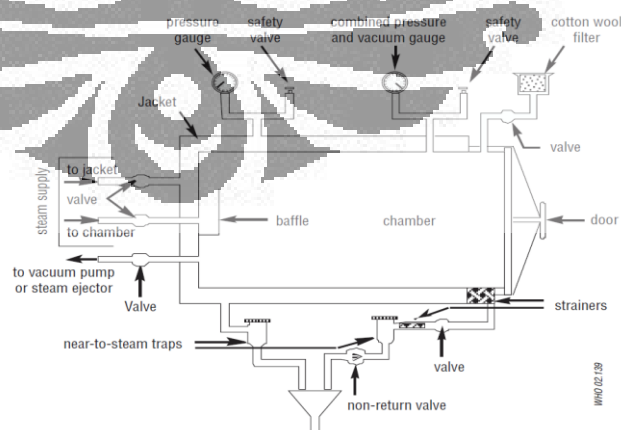
Panas adalah agen fisik yang biasanya digunakan untuk dekontaminasi patogen. “Dry” heat yang non-korosif dapat digunakan untuk proses barang-barang laboratorium yang dapat tahan terhadap temperatur 160°C atau lebih tinggi selama 2-4 jam. Pembakaran atau *incineration* merupakan bentuk dari *dry heat*. Pada proses *autoclaving*, dekontaminasi yang efektif adalah dengan “Moist” heat. Bahan yang steril harus ditangani dan disimpan sehingga akan tetap tidak terkontaminasi sampai digunakan.

- Autoclaving

Autoclaving adalah cara yang paling efektif untuk sterilisasi bahan-bahan laboratorium. Berikut ini adalah siklus untuk melakukan sterilisasi menggunakan autoklaf:

1. 3 menit dengan temperatur 134°C
2. 10 menit dengan temperatur 126°C
3. 15 menit dengan temperatur 121°C
4. 25 menit dengan temperatur 115°C

Autoklaf memiliki tipe yang bermacam-macam, yang terdiri dari *Gravity displacement autoclave*, *Pre-vacuum autoclave*, dan *Fuel-heated pressure cooker autoclave*.



Gambar 2.1 *Gravity displacement autoclave*

○ ***Incineration***

Incineration dapat digunakan untuk membuang bangkai hewan dan juga anatomi serta limbah laboratorium lainnya dengan atau tanpa didekontaminasi sebelumnya. Insinerasi membutuhkan kontrol temperatur yang efisien dan membutuhkan *secondary chamber*. Insinerator yang hanya memiliki *chamber* pembakaran tunggal, biasanya tidak membakar material secara sempurna sehingga dapat menyebabkan polusi udara dari mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan asap.

Idealnya, temperatur dari *primary chamber* setidaknya mencapai 800°C dan *secondary chamber* setidaknya mencapai 1000°C. Bahan yang akan diinsinerator harus dipindahkan dengan tas.

○ **Pembuangan**

Secara umum, abu dari insenerator dapat ditangani sebagai limbah domestik dan dibuang oleh otoritas lokal.

○ **Prosedur Dekontaminasi Kimia Karsinogen dan Mutagen (Universitas Indonesia)**

- Kimia karsinogen atau mutagen dapat dibuang dalam kontainer tertutup yang diberi label dan dijaga dalam ruangan atau dalam *fume hood* sebelum pembuangan.

- Karsinogen tertentu dan mutagen juga dapat ditangani sesuai dengan identitas dan kuantitas limbah. Berikut ini adalah beberapa penanganan yang dapat dilakukan :

1. Agen *alkylating* dan nitrosamida dapat ditangani dengan larutan alkalin, yaitu:
 - a. Bekerja dalam *hood* larutkan dalam solven *water-miscible*.
 - b. Perlahan tambahkan sodium hidroksida 5% atau sodium thiosulfat.
 - c. Aduk selama 24 jam.

- d. Netralisir larutan jika diperlukan dan bilas larutan dengan air yang banyak.
- 2. Aromatik amine, polycyclic aromatik hidrokarbon dan nitrosamin dapat dibuang melalui insinerasi.
- Material yang tidak memiliki metode khusus, dapat dibuang dalam kontainer tertutup yang berlabel dan diletakkan di dalam ruangan atau dalam *fume hood* sebelum pembuangan.

2.4.3.4 Pengangkutan Bahan Infeksius

Pengangkutan bahan infeksius harus mengikuti regulasi pengangkutan yang ada, hal ini dilakukan agar :

1. Mengurangi kemungkinan paket mengalami kerusakan dan kebocoran
2. Mengurangi pajanan yang dapat menyebabkan infeksi
3. Meningkatkan efisiensi pengiriman paket.

o **Sistem *Basic Triple Packaging***

Paket ini terdiri dari tiga lapis , yaitu *primary receptacle*, *secondary packaging*, dan *outer packaging*. *Primary receptacle* yang terdiri dari spesimen harus kedap air, anti bocor, dan diberi label sesuai dengan kandungannya. *Primary receptacle* ini juga dilapisi oleh bahan absorben.

Secondary packaging harus kedap air dan anti bocor. Lapisan ke-2 ini berguna untuk menjaga lapisan pertama. Lapisan ke-3 berguna untuk melindungi lapisan ke-2 dari kerusakan fisik .*form* data spesimen juga harus tersedia.

o **Prosedur Pembersihan Tumpahan**

Berikut ini adalah prosedur yang harus dilakukan apabila terjadi tumpahan bahan infeksius :

- Gunakan sarung tangan dan pakaian pelindung, termasuk pelindung mata dan wajah apabila diperlukan.

- Tutupi tumpahan dengan kain atau kertas handuk untuk menahannya.
- Tuangkan disinfektan yang sesuai ke kertas handuk dan di sekitar area tumpahan.
- Setelah beberapa menit (kurang lebih 30 menit), bersihkan tumpahan tersebut.
- Buang bahan terkontaminasi ke wadah anti bocor.
- Setelah sudah didisinfeksi, informasikan kepada pihak berwenang bahwa area telah didekontaminasi.

2.4.4 Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik

2.4.4.1 Bahaya Kimia

Pekerja di laboratorium mikrobiologi tidak hanya terpajan dengan mikroorganismen patogen, tetapi juga dapat terpajan dengan bahaya kimia.

- Rute pajanan
Rute pajanan bahan kimia dapat melalui inhalasi, kontak, ingesti, jarum suntik, dan kulit yang terbuka.
- Penyimpanan bahan kimia
Hanya sejumlah bahan kimia yang diperlukan saja yang disimpan di dalam laboratorium. Stok bahan kimia lainnya harus disimpan di dalam ruangan atau bangunan khusus. Bahan kimia juga tidak boleh disimpan berdasarkan alfabet.
- Efek toksik bahan kimia
Beberapa bahan kimia dapat menyebabkan efek buruk bagi pekerja yang menangani atau menghirup vapour dari bahan kimia tersebut. Efek buruk dari bahan kimia tersebut dapat mempengaruhi sistem pernapasan, darah, paru-paru, liver, ginjal, sistem gastrointestinal, dan juga dapat menyebabkan kerusakan pada organ dan jaringan tubuh.
- Tumpahan kimia
Berikut ini adalah peralatan yang harus tersedia untuk menanggulangi tumpahan kimia :

1. *Chemical spill kit*
2. Pakaian pelindung
3. Sekop dan pengki
4. Gunting tang untuk mengambil kaca yang pecah
5. Alat pel, kain, dan handuk kertas
6. Ember
7. Soda ash (sodium carbonate, Na_2CO_3) atau sodium bicarbonate (NaHCO_3) untuk menetralkan bahan kimia asam dan korosif
8. Pasir untuk menutupi tumpahan alkali
9. Detergent non-flammable.

Berikut ini adalah hal yang perlu dilakukan apabila terjadi tumpahan bahan kimia:

1. Memberitahu *safety officer*.
2. Evakuasi personil lainnya.
3. Merawat personil yang mungkin terkontaminasi.
4. Jika bahan yang tumpah adalah bahan *flammable*, padamkan semua nyala api, matikan gas di dalam dan sekitar area, buka jendela (jika memungkinkan), dan matikan alat listrik yang mungkin menimbulkan percikan.
5. Hindari menghirup vapour dari bahan yang tumpah tersebut.
6. Buka *exhaust* jika aman untuk dilakukan.
7. Amankan barang-barang penting.

2.4.4.2 Bahaya Lainnya di Laboratorium

○ Bahaya Kebakaran

Kemungkinan penyebaran bahan infeksius akibat kebakaran harus dipertimbangkan, sehingga petugas kebakaran dapat memutuskan untuk memadamkan kebakaran atau menahan kebakaran tersebut. Peringatan kebakaran, instruksi, dan rute penyelamatan diri harus dipasang dan mudah terlihat di tiap ruangan, koridor, dan gang.

Alat pemadam kebakaran harus ditempatkan di dekat pintu dan di area strategis di koridor dan gang. Alat pemadam kebakaran juga harus diinspeksi secara teratur.

○ **Bahaya Elektrik**

Instalasi listrik dan seluruh peralatan harus diinspeksi dan diuji secara teratur.

○ **Bising**

Beberapa tipe peralatan laboratorium dapat menghasilkan bising yang dapat memapar pekerja. Pengukuran bising dapat dilakukan untuk menentukan bahaya bising yang ada. Selain itu, program pemantauan medis untuk menentukan efek dari bising terhadap pekerja juga penting untuk dilakukan.

○ **Radiasi Ionisasi**

Efek buruk yang dapat timbul radiasi ionisasi adalah sebagai berikut :

1. Efek somatik seperti, leukimia, kanker paru-paru, kanker kulit, dan lain-lain.
2. Efek hereditas adalah efek yang gejalanya muncul pada keturunan dari orang yang terpajan.

Untuk melindungi pekerja dari radiasi tersebut, berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan:

1. Meminimalkan waktu dari pajanan radiasi
2. Memaksimalkan jarak dari sumber radiasi
3. Memberikan pelindung untuk sumber radiasi
4. Mengganti penggunaan radionuklida dengan teknik non-radiometrik.

2.4.5 Organisasi Keselamatan dan Pelatihan

2.4.5.1 Biosafety Officer

Biosafety officer memiliki tugas untuk memastikan bahwa kebijakan dan program biosafety di laboratorium diikuti secara konsisten. Pada unit yang kecil, *biosafety officer* dapat dijabat oleh mikrobiologis atau anggota dari staf teknik. Aktivitas dari *biosafety officer* meliputi :

- Pemenuhan konsultasi biosafety, biosecurity, dan teknikal.
- Audit biosafety internal secara periodik untuk metode, prosedur dan protokol, agen biologi, bahan dan peralatan.
- Verifikasi bahwa semua staf sudah mendapatkan pelatihan yang sesuai.
- Investigasi insiden yang terjadi dan melaporkan penemuan serta rekomendasi kepada kepala laboratorium dan komite biosafety.
- Koordinasi dengan staf medis.
- Memastikan dekontaminasi yang sesuai untuk tumpahan atau insiden lainnya yang melibatkan bahan infeksius.
- Memastikan manajemen limbah yang tepat.
- Menetapkan prosedur yang tepat untuk impor/ekspor bahan patogen ke/dari laboratorium berdasarkan regulasi nasional.
- Review semua aspek biosafety sebelum diimplementasikan.
- Menetapkan sistem darurat di laboratorium.

2.4.5.2 Komite Biosafety

Komite biosafety memiliki tugas untuk mengembangkan kebijakan biosafety dan kode praktik, penilaian risiko, dan formulasi kebijakan keselamatan baru. Komposisi dari komite biosafety dapat meliputi :

- *Biosafety officer*
- Ahli ilmu pengetahuan
- Personil medis
- Dokter hewan (jika bekerja dengan hewan)
- Perwakilan staf teknis

- Perwakilan manajemen laboratorium.

2.4.5.3 Program Pelatihan

Elemen-elemen yang harus diperhatikan dalam program pelatihan biosafety yang efektif adalah :

- Membutuhkan penilaian terlebih dahulu
- Menentukan tujuan pelatihan
- Spesifikasi isi pelatihan
- Laporan perbedaan pembelajaran individu
- Spesifikasi kondisi pembelajaran
- Evaluasi pelatihan
- Revisi pelatihan.

2.4.5.4 *Occupational Safety, Health, and Environmental (OSHE) Universitas Indonesia*

Organisasi OSHE terdiri dari *top management, advisory board, operational team*, dan *specialized team*. Program dari OHS sendiri terdiri dari keselamatan transportasi, keselamatan bangunan, keselamatan laboratorium, keamanan kampus, pelaporan dan investigasi kecelakaan, *fire safety, emergency response preparedness*, keselamatan elektrik, manajemen limbah, *chemical safety, biosafety*, promosi kesehatan, dan keselamatan radiasi.

Organisasi keselamatan ini sudah membangun sistem informasi yang dapat diakses *online* oleh seluruh staf maupun mahasiswa di Universitas Indonesia. Selain itu, pelatihan mengenai *chemical safety* dan *biosafet* juga sudah diadakan. Pelatihan tersebut masing-masing dilakukan selama 3 hari. Program pelatihan *chemical safety* diadakan untuk kepala laboratorium . pelatihan ini terdiri dari konsep dasar mengenai bahaya di laboratorium kimia, praktik tumpahan bahan kimia, pengecekan *fume hood*, praktik pemadaman api, dan manajemen limbah.

OSHE UI telah memiliki beberapa *manual* yang dapat digunakan sebagai panduan yaitu panduan keselamatan bangunan, keselamatan transportasi, dan

keselamatan laboratorium. Selain itu OSHE juga sudah memiliki *standard Operating Procedure* dan juga pedoman *biosafety* yang dapat diterapkan di tiap laboratorium yang ada di UI. SOP yang ada meliputi SOP umum laboratorium, *emergency*, tumpahan, dekontaminasi, sterilisasi, ruang kimia, laboratorium molekuler, autoklaf, manajemen serangga, dan pengelolaan limbah.

Di dalam penelitian akademik, kepala investigator bertanggung jawab untuk memastikan semua anggota laboratorium terbiasa dengan praktik yang aman. Manager laboratorium, *supervisor*, atau staf lainnya yang bertugas mengawasi bertanggung jawab terhadap pengawasan praktik keselamatan di laboratorium. Pekerja laboratorium juga memiliki tanggung jawab untuk membaca pedoman, melaksanakan praktik keselamatan, dan melaporkan masalah yang muncul. Sedangkan OSHE UI bertanggung jawab dalam penyediaan panduan, informasi, review, pemantauan, dan pelatihan mengenai program *biosafety*. Tanggung jawab OSHE ini juga meliputi berperan sebagai konsultan untuk departemen mengenai implementasi dan pelaksanaan program *biosafety*, evaluasi praktik kejadian alat pelindung diri, pelatihan pekerja, dan pemantauan medis.

2.5 Biosafety Level

Biosafety level diklasifikasikan berdasarkan fitur desain, konstruksi, fasilitas containment, peralatan, praktik dan prosedur operasional yang dibutuhkan untuk bekerja dengan agen dari berbagai macam kelompok risiko. Fasilitas laboratorium diklasifikasikan menjadi 4 kelompok, yaitu:

2.5.1 Basic-Biosafety Level 1 dan 2

Praktik, peralatan keselamatan, desain fasilitas, dan konstruksi dari biosafety level 1 sesuai untuk laboratorium mengajar, training undergraduate dan pendidikan sekunder, dan untuk laboratorium lain yang bekerja dengan menetapkan dan menggolongkan strain atau mikroorganisme hidup yang tidak diketahui untuk terus menerus menyebabkan penyakit pada manusia dewasa yang sehat.

Menurut NIH, mikroorganisme yang termasuk ke dalam tipe ini adalah *Bacillus subtilis*, *Nigeria gruberi*, infectious canine hepatitis virus, dan organisme bebas. Kebanyakan agen pada level ini tidak berkaitan dengan proses penyakit pada manusia, namun kesempatan patogen dapat menyebabkan infeksi pada manusia yang masih muda, orang tua, dan individu immunodeficient atau immunosuppressed.

BSL-1 mewakili level dasar dari containment yang berdasarkan standar praktik mikrobiologi tanpa primary barrier atau secondary barrier khusus yang direkomendasikan, namun wastafel untuk mencuci tangan tetap tersedia.

Praktik, peralatan, fasilitas, dan konstruksi biosafety level 2 dapat diaplikasikan untuk klinik, diagnostik, mengajar, dan laboratorium lainnya yang bekerja dengan spektrum luas dari agen dengan risiko moderat yang ada di masyarakat dan berkaitan dengan penyakit manusia dari berbagai tingkat keparahan. Virus hepatitis B, HIV, *Salmonella*, dan *Toxoplasma* adalah organisme yang ditangani di biosafety level 2.

Containment level ini sesuai untuk proses kerja dengan darah manusia, cairan tubuh, jaringan tubuh, atau sel manusia di mana agen infeksius tidak diketahui. Alat pelindung diri seperti splash shield, pelindung wajah, gown, dan sarung tangan harus digunakan ketika bekerja.

Secondary barrier, seperti wastafel untuk mencuci tangan dan fasilitas dekontaminasi limbah harus tersedia untuk mengurangi potensi kontaminasi lingkungan.

- **Akses**

- Simbol dan tanda peringatan *biohazard* internasional harus dipasang di pintu ruangan di mana terdapat penanganan mikroorganisme *risk group* 2 atau lebih
- Hanya pihak berwenang yang diijinkan masuk ke area kerja laboratorium
- Pintu laboratorium harus tetap tertutup

- Anak-anak tidak diizinkan untuk memasuki area kerja laboratorium
- Akses untuk hewan yang digunakan di laboratorium harus mendapatkan ijin khusus
- Tidak ada hewan yang diijinkan selain hewan yang digunakan untuk kerja di laboratorium.

○ **Proteksi Personal**

- *Laboratory coverall, gown* atau seragam harus dipakai selama bekerja di laboratorium
- Memakai sarung tangan yang tepat pada prosedur kerja yang berpotensi melibatkan kontak langsung atau kontak tidak disengaja dengan darah, cairan tubuh, dan bahan infeksius lainnya. Setelah digunakan, sarung tangan harus disingkirkan dengan aseptik dan tangan juga harus dicuci
- Personil harus mencuci tangannya setelah menangani bahan infeksius dan hewan serta sebelum meninggalkan area kerja laboratorium
- *Safety glasses, face shield (visor)* atau peralatan pelindung lainnya harus digunakan untuk melindungi mata dan wajah dari cipratan, mempengaruhi objek, dan sumber radiasi ultraviolet buatan
- Dilarang menggunakan pakaian pelindung laboratorium di luar laboratorium
- Tidak boleh menggunakan alas kaki yang terbuka di laboratorium
- Tidak boleh makan, minum, merokok, menggunakan kosmetik, dan menggunakan lensa kontak di dalam area kerja laboratorium
- Tidak boleh menyimpan makanan atau minuman di dalam laboratorium
- Pakaian pelindung laboratorium yang sudah digunakan tidak boleh disimpan di loker atau lemari yang sama dengan pakaian biasa.

○ **Prosedur Laboratorium**

- Tidak boleh menggunakan pipet dengan mulut
- Bahan tidak boleh ditempatkan di mulut dan label tidak boleh dijilat
- Semua prosedur yang dilakukan harus dapat memperkecil terbentuknya aerosol dan droplet
- Penggunaan jarum suntik harus dibatasi. Alat ini tidak boleh digunakan sebagai pengganti untuk pipet atau tujuan lain kecuali untuk injeksi parenteral atau aspirasi cairan dari hewan laboratorium
- Semua tumpahan, kecelakaan, dan potensi pajanan bahan infeksius harus dilaporkan kepada supervisor laboratorium
- Prosedur tertulis untuk pembersihan tumpahan harus dikembangkan dan diikuti
- Liquid yang terkontaminasi harus didekontaminasi (fisik atau kimia) sebelum dibuang ke saluran sanitasi
- Dokumen tertulis yang akan dipindahkan dari laboratorium harus dilindungi dari kontaminasi ketika di laboratorium.

○ **Area Kerja Laboratorium**

- Laboratorium harus rapi, bersih, dan bebas dari bahan yang tidak bersangkutan dengan pekerjaan
- Lingkungan kerja harus didekontaminasi setelah *spill* dari bahan berbahaya dan pada akhir hari kerja
- Semua bahan terkontaminasi, spesimen, dan kultur harus didekontaminasi sebelum atau dibersihkan sebelum digunakan kembali
- Pengepakan dan transportasi harus mengikuti regulasi nasional dan/ atau internasional
- Ketika jendela dapat dibuka, jendela tersebut harus dilengkapi dengan *arthropod-proof screen*.

○ **Manajemen Biosafety**

- Kepala laboratorium bertanggung jawab dalam memastikan pengembangan dan adopsi rencana manajemen biosafety dan keselamatan atau manual operasi
- Supervisor laboratorium harus memastikan bahwa reguler training di laboratorium keselamatan tersedia
- Personil harus diberitahu mengenai bahaya khusus, dan diperlukan untuk membaca manual keselamatan atau manual operasi dan harus mengikuti standar praktik dan prosedur.
- Harus terdapat program pengendalian arthropoda dan tikus
- Harus tersedia evaluasi medis yang tepat, surveilans, dan perawatan untuk personil jika dibutuhkan.

○ **Desain dan Fasilitas Laboratorium**

Hal-hal yang harus diperhatikan untuk desain dan fasilitas laboratorium adalah sebagai berikut :

- Pembentukan aerosol
- Bekerja dengan volume besar dan/ atau konsentrasi mikroorganisme yang tinggi
- Terlalu penuh dan terlalu banyak peralatan
- Gangguan arthropoda dan binatang pengerat
- Pintu masuk
- Alur kerja

○ **Peralatan Laboratorium**

- Pipetting aid
- Biological safety cabinet

Dapat digunakan pada saat menangani bahan-bahan infeksius, terdapat kenaikan risiko infeksi udara, dan prosedur dengan potensi tinggi menghasilkan aerosol.

- Plastic disposable transfer loop
Atau dapat menggunakan electric transfer loop incinerator di dalam biological safety cabinet untuk mengurangi produksi aerosol.
- Sekrup
- Autoklaf atau alat lainnya yang dapat digunakan untuk dekontaminasi bahan infeksius.
- Plastic disposable Pasteur pipette
- Peralatan seperti biological safety cabinet dan autoklaf harus divalidasi dengan metode yang tepat sebelum digunakan.

o **Surveilens Kesehatan dan Medis**

Tujuan dari pelaksanaan surveilens adalah untuk memantau penyakit yang diperoleh dari pekerjaan.

- Surveilens pekerja laboratorium Biosafety Level 1

Dari bukti sejarah diketahui bahwa mikroorganisme yang ditangani di level ini tidak dapat menyebabkan penyakit pada manusia maupun pada hewan. Idealnya, bagaimanapun pekerja harus melakukan pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja.

- Surveilens pekerja laboratorium Biosafety Level 2

Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan penting dilakukan dan catatan penyakit serta ketidakhadiran harus disimpan oleh manajemen laboratorium. Wanita dalam usia subur harus diperingatkan mengenai risiko bayi yang tidak lahir akibat paparan mikroorganisme tertentu.

o **Training**

Pelatihan staf harus selalu meliputi informasi mengenai metode aman dalam prosedur dengan bahaya tinggi yang terdiri dari:

- Risiko inhalasi ketika menggunakan loop, pipetting, mengambil sampel darah/serum
- Risiko ingesti
- Risiko pajanan *percutaneous* ketika menggunakan jarum suntik
- Gigitan dan cakaran ketika menangani hewan
- Menangani darah dan bahan pathological lainnya
- Dekontaminasi dan pembuangan bahan infeksius.

o **Penanganan Limbah**

Pada penggunaan sehari-hari, jika ada beberapa bahan yang terkontaminasi akan dipindahkan dari laboratorium atau dihancurkan. Sebagian besar *glassware*, perlengkapan, dan pakaian laboratorium akan kembali digunakan dan didaur ulang. Prinsip utamanya adalah semua bahan infeksius harus didekontaminasi, diautoklaf, atau diinsenerasi di laboratorium.

- Dekontaminasi

Autoklaf uap adalah metode yang biasanya digunakan untuk semua proses dekontaminasi. Bahan untuk dekontaminasi dan pembuangan harus ditempatkan dalam container.

- Prosedur penanganan dan pembuangan untuk bahan kontaminasi dan limbah

Kategori – kategori untuk sistem identifikasi dan pemisahan bahan infeksius dan kontainernya adalah sebagai berikut :

1. Limbah *non-contaminated* (non-infeksius) yang dapat didaur ulang atau digunakan kembali atau dibuang seperti limbah rumah tangga.
2. *Contaminated* (infeksius) “*sharp*”
Contohnya adalah jarum suntik, *scalpel*, pisau, dan pecahan gelas. Barang-barang ini harus diletakkan di *puncture-proof*

container yang dilengkapi dengan cover dan diperlakukan sebagai infeksius. Setelah digunakan, jarum suntik tidak boleh disumbat kembali, dipotong, atau dipindahkan dari disposable syringe. Rakitan lengkap harus diletakkan di *sharp disposal container*.

3. Bahan terkontaminasi untuk dekontaminasi oleh autoklaf dan setelah itu cuci dan digunakan kembali atau didaur ulang. Pembersihan dan perbaikan hanya dapat dilakukan setelah autoklaf dan disinfeksi.
4. Bahan terkontaminasi untuk autoklaf dan pembuangan
Semua bahan terkontaminasi harus diautoklaf di *leakproof container*. Setelah itu bahan akan ditempatkan *transport container* untuk dipindahkan ke *incenerator*.
5. Bahan terkontaminasi untuk insenerasi langsung

o **Bahan kimia, kebakaran, Listrik, Radiasi, dan Peralatan Keselamatan**

Kerusakan pada *containment* organisme patogen mungkin akibat tidak langsung dari bahan kimia, kebakaran, listrik, atau radiasi. Oleh karena penting untuk mempertahankan standar keselamatan di laboratorium mikrobiologi.

2.5.2 Containment-Biosafety Level 3

Praktik, peralatan-keselamatan, desain fasilitas, dan konstruksi biosafety level 3 dapat diaplikasikan untuk klinik, diagnostik, mengajar, penelitian, atau fasilitas produksi di mana proses kerjanya menggunakan agen asli atau exotic agen dengan potensi transmisi respiratori yang berpotensi menyebabkan infeksi serius dan mematikan.

Mycobacterium tuberculosis, virus St. Louis encephalitis, dan *Coxiella burnetii* adalah contoh dari mikroorganisme yang ditangani pada level ini. Bahaya utama pada pekerja yang bekerja dengan agen ini adalah melalui autoinokulasi,

ingesti, dan pajanan aerosol infeksius. Oleh karena itu untuk melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan, maka dibutuhkan adanya primary dan secondary barrier.

○ Kode Praktik

Kode praktik pada biosafety level 1 dan 2 dapat diaplikasikan, namun terdapat beberapa poin tambahan yang harus dilakukan di laboratorium biosafety level 3:

- Tanda dan simbol peringatan biohazard internasional yang dipasang di pintu harus memuat identifikasi biosafety level dan nama supervisor laboratorium yang mengendalikan akses, dan mengindikasikan kondisi khusus untuk masuk ke area laboratorium, misalnya imuisasi.
- Pakaian pelindung laboratorium dengan tipe *solid-front* atau *warp around gown*, *scrub suit*, *head covering*, dan jika diperlukan sepatu yang tertutup atau sepatu khusus.
- Manipulasi terbuka seluruh bahan infeksius harus dilakukan di dalam *biological safety cabinet* atau peralatan *containment* lainnya.
- *Respiratory protective equipment* dapat diperlukan untuk beberapa prosedur laboratorium atau bekerja dengan hewan terinfeksi dengan patogen tertentu.

○ Fasilitas dan desain laboratorium

Kode praktik pada biosafety level 1 dan 2 dapat diaplikasikan, namun terdapat beberapa poin tambahan yang harus dilakukan di laboratorium biosafety level 3 :

- Laboratorium harus dipisahkan dari area terbuka.
- Pintu anteroom dapat menutup sendiri dan *interlocking*. A *break-through panel* dapat disediakan untuk penggunaan *emergency exit*.

- Permukaan dinding, lantai, dan langit-langit harus *water-resistant* dan mudah dibersihkan.
- Jendela harus tertutup, terkunci, dan tahan pecah.
- Tempat mencuci tangan dengan *hands-free control* harus disediakan di tiap dekat pintu keluar.
- Terdapat pengontrol sistem ventilasi yang menjaga arah aliran udara di ruangan laboratorium. Peralatan *visual monitoring* dengan atau tanpa alarm harus diinstal untuk mengetahui arah aliran udara setiap waktu.
- Sistem ventilasi harus dibangun untuk mencegah udara dari *containment level- biosafety level 3* tidak tersirkulasi kembali ke area lain di dalam bangunan.
- Semua filter HEPA harus diinstal dengan cara dekontaminasi gas dan pengujian.
- *Biological safety cabinet* harus diletakkan jauh dari area untuk berjalan, pintu, dan sistem ventilasi.
- Pembuangan udara dari *biological safety cabinet* kelas I atau kelas II yang akan melewati filter HEPA harus dikeluarkan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu keseimbangan sistem *exhaust* bangunan atau kabinet.
- Autoklaf untuk dekontaminasi harus tersedia di *containment laboratory*.
- Alat untuk mencegah arus balik harus dipasang pada suplai air.
- Prosedur operasional dan desain fasilitas dari *containment laboratory-biosafety level 3* harus didokumentasikan.

○ **Peralatan Laboratorium**

Prinsip dalam pemilihan peralatan laboratorium seperti *biological safety cabinet*, pada dasarnya sama seperti pada *basic laboratory-biosafety level 2*. Namun, pada *biosafety level 3* semua manipulasi bahan berpotensi infeksius dilakukan di dalam *biological safety cabinet* atau peralatan *containment* utama lainnya.

Peralatan seperti *centrifuge* harus menggunakan *containment* tambahan seperti *safety bucket* atau *containment rotor*. Beberapa peralatan *centrifuge* dan peralatan lainnya yang digunakan untuk sel terinfeksi, harus menggunakan tambahan *local exhaust ventilation* dengan filtrasi HEPA untuk efisiensi *containment*.

o **Surveilens Kesehatan dan Medis**

Tujuan dari surveilens kesehatan dan medis dari biosafety level 1 dan 2 dapat diaplikasikan, namun terdapat beberapa poin tambahan yang harus dilakukan pada biosafety level 3:

- Pemeriksaan medis semua personil laboratorium bersifat mandatory.
- Setelah pemeriksaan klinis, personil yang diperiksa diberikan kartu kontak medis yang menyebutkan bahwa personil tersebut bekerja di fasilitas dengan *containment laboratory*.

2.5.3 Maximum containment-Biosafety Level 4

Praktik, peralatan keselamatan, desain fasilitas, dan konstruksi biosafety level 4 dapat diaplikasikan untuk pekerjaan dengan agen yang berbahaya dan exotic yang termasuk ke dalam risiko tinggi pada individu dan dapat menyebabkan penyakit. Agen-agen tersebut dapat bertransmisi melalui rute aerosol dan dalam level ini tidak tersedia vaksin atau terapi. Contoh virus yang dimanipulasi di BSL-4 adalah Marburg atau Congo-Crimean hemorrhagic fever.

Bahaya utama pada pekerja yang bekerja dengan agen BSL-4 adalah pajanan respiratori dari aerosol infeksius, membran mukosa atau terpajannya kulit yang terbuka oleh droplet infeksius, dan autoinokulasi. Isolasi yang dilakukan pekerja dalam menangani agen-agen tersebut dapat dengan menggunakan BSC kelas III atau dalam full-body, air-supplied positive-pressure personnel suit.

Fasilitas BSL-4 biasanya dalam gedung terpisah atau area yang diisolasi dengan ventilasi khusus dan sistem manajemen limbah untuk mencegah terlepasnya agen berbahaya ke lingkungan.

Kepala laboratorium bertanggung jawab terhadap operasi yang aman di laboratorium, oleh karena itu kepala laboratorium harus merekomendasikan operasi yang tepat agar terhindar dari bahaya. Karakteristik dari agen, pelatihan dan pengalaman personil, prosedur yang dilaksanakan, dan sifat serta fungsi dari laboratorium dapat menjadi faktor yang mempengaruhi rekomendasi dari kepala laboratorium.

○ **Kode Praktik**

Kode praktik untuk biosafety level 3 dapat diterapkan, namun terdapat poin tambahan yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut:

- Peraturan *two-person* harus diterapkan, jadi tidak ada personil yang bekerja sendiri.
- Mengganti pakaian dan sepatu sebelum memasuki dan keluar dari laboratorium.
- Personil harus dilatih mengenai prosedur emergency apabila terdapat personil yang terluka atau sakit.
- Metode komunikasi kontak rutin dan emergency harus dibuat antar personil.

○ **Desain dan Fasilitas Laboratorium**

Fitur pada *containment laboratory-biosafety level 3* dapat pula diterapkan, namun terdapat beberapa poin tambahan yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut :

- *Primary containment*

Sistem *primary containment* harus diterapkan dan terdiri dari satu atau kombinasi dari *containment* berikut ini :

- *Class III cabinet laboratory*
- *Suit laboratory*

- *Controlled access*

Maximum containment laboratory harus ditempatkan berlokasi di bangunan yang terpisah atau di zona yang jelas di dalam bangunan yang aman.

- *Controlled air system*

Tekanan negatif di dalam fasilitas harus tetap dijaga. Suplai dan pembuangan udara harus menggunakan filter HEPA. Suplai udara pada *biological safety cabinet* kelas III diambil dari dalam ruangan melalui filter HEPA yang dipasang di kabinet atau suplai secara langsung melalui sistem suplai udara. Sistem ventilasi pada *suit laboratory* membutuhkan ruangan sistem exhaust dan supply udara.

- Dekontaminasi zat cair

Semua zat cair dari *suit area*, *decontamination chamber*, *decontamination shower*, atau *biological safety cabinet* kelas III harus didekontaminasi sebelum pembuangan terakhir. Metode yang dapat digunakan adalah *heat treatment*.

- Sterilisasi limbah dan material

Sterilisasi dapat dilakukan dengan autoklaf. Metode dekontaminasi lain harus tersedia untuk peralatan dan barang yang tidak tahan terhadap sterilisasi uap air panas.

- *Airlock entry port* untuk spesimen, bahan, dan hewan harus tersedia.
- *Emergency power* dan supply listrik khusus harus tersedia.
- *Containment drain* harus diinstal.

Berikut ini adalah hubungan antara biosafety level dan kelompok risiko (WHO, 2004):

Tabel 2.1 Hubungan kelompok risiko terhadap biosafety level, praktik, dan peralatan

Kelompok Risiko	Biosafety Level	Tipe Laboratorium	Praktik Laboratorium	Peralatan Keselamatan
1	Basic-Biosafety Level 1	Pengajaran dasar, penelitian	GMT (<i>Good Microbiological Techniques</i>)	Tidak ada; <i>open bench work</i>
2	Basic-Biosafety Level 2	Pelayanan kesehatan dasar; pelayanan diagnosis, penelitian	GMT ditambah pakaian pelindung, tanda biohazard	<i>Open bench</i> ditambah BSC (<i>Biological Safety Cabinet</i>) untuk potensi aerosol
3	Containment-Biosafety Level 3	Pelayanan diagnosis khusus, penelitian	Seperti level 2 ditambah dengan pakaian khusus, akses kontrol, arah aliran udara	BSC dan atau peralatan utama lainnya untuk semua aktivitas
4	Maximum containment-Biosafety Level 4	Unit patogen berbahaya	Seperti level 3 ditambah <i>airlock entry, shower exit</i> , pembuangan limbah khusus	BSC kelas III atau <i>positive pressure suit</i> dengan BSC kelas II, <i>double ended autoclave</i> (melalui dinding), filter udara

Berikut ini adalah ringkasan mengenai fasilitas yang dibutuhkan untuk masing-masing biosafety level menurut WHO :

Tabel 2.2 Fasilitas untuk masing-masing *biosafety level* menurut WHO

	Biosafety Level			
	1	2	3	4
Isolasi laboratorium	Tidak	Tidak	Ya	Ya
Ruang tersegel untuk dekontaminasi	Tidak	Tidak	Ya	Ya
Ventilasi :				
• Aliran udara dalam	Tidak	Diperlukan	Ya	Ya
• Sistem kontrol ventilasi	Tidak	Diperlukan	Ya	Ya
• Filter HEPA udara pembuangan	Tidak	Tidak	Ya/Tidak	Ya
<i>Double door entry</i>	Tidak	Tidak	Ya	Ya
<i>Airlock</i>	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
<i>Airlock</i> dengan pancuran bilas	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
Anteroom	Tidak	Tidak	Ya	-
Anteroom dengan pancuran bilas	Tidak	Tidak	Ya/Tidak	Tidak
Autoklaf:				
○ Di tempat	Tidak	Diperlukan	Ya	Ya
○ di ruang laboratorium	Tidak	Tidak	Diperlukan	Ya
○ <i>Double ended</i>	Tidak	Tidak	Diperlukan	Ya
<i>Biological safety cabinet</i>	Tidak	Diperlukan	Ya	Ya

2.6 Klasifikasi Mikroorganisme Berdasarkan Kelompok Risiko

Karakteristik bahaya yang paling utama dari suatu agen adalah kemampuannya untuk menularkan dan menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan yang rentan, keparahan dari penyakit yang ditimbulkan, adanya tindakan pencegahan dan perawatan yang efektif terhadap penyakit.

World Health Organization (WHO) mengelompokkan agen biologi untuk laboratorium ke dalam 4 kelompok risiko (*risk group*). Agen-agen ini dikelompokkan berdasarkan karakteristik utama masing-masing agen dan rute transmisinya. Pengelompokkan agen-agen ini berguna tidak hanya untuk pekerja laboratorium, tetapi juga untuk masyarakat.

Selain oleh WHO, *NIH Guidelines* juga melakukan pengelompokkan agen-agen biologi yang dikelompokkan menjadi 4 kelompok risiko. Dengan risk assessment, maka derajat korelasi antara klasifikasi agen kelompok risiko dan biosafety level dapat ditentukan.

Karakteristik bahaya agen yang lainnya meliputi rute transmisi, dosis penularan, stabilitas di lingkungan, jarak *host*, dan sifat penyebaran. Rute transmisi yang utama di laboratorium adalah:

1. Paparan langsung pada kulit, mata atau membran mukosa
2. Inokulasi parenteral dengan jarum suntik atau benda tajam lainnya yang terkontaminasi. Suntikan dari jarum semprotan atau alat tajam lain yang terkontaminasi, atau karena gigitan dari binatang yang terinfeksi dan vektor artropoda
3. Tertelannya suspensi cair dari binatang yang terinfeksi atau terpaparnya mulut oleh tangan yang terinfeksi
4. Inhalasi

Agen yang rute transmisinya melalui sistem pernapasan, termasuk ke dalam bahaya laboratorium yang serius, baik untuk orang yang menangani agen tersebut maupun pekerja laboratorium lainnya. Bahaya ini memerlukan perhatian khusus karena aerosol infeksius mungkin adalah rute transmisi yang tidak disadari

untuk *natural disease*. Dosis infeksi dan stabilitas agen sangat penting dalam membangun risiko penyakit transmisi udara.

Indikator penting dari bahaya dalam penggunaan hewan laboratorium dapat dilihat dari studi dalam air ludah, urin, atau feses. Harus diperhatikan bahwa hewan tersebut dapat menghasilkan agen zoonotik dan agen infeksi lainnya. Kematian pada pekerja laboratorium pusat primata karena infeksi Cercopithecine Herpes Virus 1 (CHV-1, dikenal juga sebagai Monkey B virus) menyusul pajanan percikan mata untuk bahan biologis dari monyet rhesus menekankan keseriusan bahaya ini.

Kurangnya kewaspadaan terhadap potensi bahaya dapat membuat staf laboratorium mudah diserang oleh perjangkitan yang tak diduga termasuk multiple infeksi. Eksperimen yang memperlihatkan transmisi penyakit dari hewan yang terinfeksi ke hewan yang tidak terinfeksi di dalam kandang yang sama adalah indikator bahaya yang dapat dipercaya. Percobaan yang tidak menunjukkan transmisi, bukan berarti bahaya dapat dikesampingkan. Asal dari agen juga sangat penting dalam melakukan risk assessment.

2.6.1 Kelompok Risiko Berdasarkan WHO

Berikut adalah klasifikasi mikroorganisme infeksi berdasar kelompok risiko di laboratorium (WHO, 2004) :

1. Risk group 1 (tidak ada risiko atau risiko rendah terhadap individu atau komunitas)
Mikroorganisme yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan.
2. Risk group 2 (risiko menengah pada individu, risiko rendah pada komunitas)
Patogen dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan tapi tidak menjadi hazard yang serius untuk pekerja laboratorium, komunitas, ternak, atau lingkungan. Pajanan laboratorium mungkin dapat menyebabkan infeksi serius, tapi perawatan efektif dan tindakan pencegahan tersedia dan risiko penyebaran infeksi dibatasi.

3. Risk group 3 (risiko tinggi pada individu, risiko rendah pada komunitas)

Patogen dapat menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan tetapi biasanya tidak menyebar dari individu terinfeksi ke individu lainnya. Perawatan efektif dan tindakan pencegahan tersedia.

4. Risk group 4 (risiko tinggi pada manusia dan hewan)

Patogen yang dapat menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan dan dapat bertransmisi dari satu individu ke individu lainnya, secara langsung ataupun tidak langsung. Perawatan efektif dan tindakan pencegahan biasanya tidak tersedia.

2.6.2 Kelompok Risiko Berdasarkan Standar Australian/New Zealand

1. Kelompok risiko 1 (risiko rendah untuk individu dan masyarakat)

Mikroorganisme yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada manusia, tumbuhan, dan hewan.

2. Kelompok risiko 2 (risiko menengah pada individu, risiko pada masyarakat terbatas)

Patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan tetapi tidak menjadi bahaya yang serius untuk pekerja laboratorium, masyarakat, ternak, atau lingkungan. Paparan laboratorium dapat menyebabkan infeksi, tapi pengobatan efektif dan tindakan pencegahan tersedia dan risiko penyebaran terbatas.

3. Kelompok risiko 3 (risiko tinggi pada individu, risiko terbatas pada masyarakat)

Patogen yang biasanya menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan dan dapat menjadi bahaya yang serius bagi pekerja laboratorium. Patogen ini dapat berisiko apabila menyebar ke masyarakat atau lingkungan, tapi biasanya tindakan pencegahan efektif dan pengobatan tersedia.

4. Kelompok risiko 4 (risiko tinggi pada individu dan masyarakat)

Patogen yang biasanya dapat menyebabkan penyakit mematikan pada hewan dan manusia. Patogen ini adalah bahaya yang serius bagi pekerja laboratorium dan dengan cepat bertransmisi dari satu individu

ke individu lainnya. Pengobatan efektif dan tindakan pencegahan tidak tersedia.

2.6.3 Kelompok Risiko Berdasarkan *Canadian Laboratory Safety Guidelines*

1. Kelompok risiko 1 (risiko rendah untuk individu dan masyarakat)
Agen biologi yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada pekerja dan hewan yang sehat.
2. Kelompok risiko 2 (risiko menengah pada individu, risiko terbatas pada masyarakat)
Patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, tapi dalam kondisi normal tidak mungkin menjadi bahaya yang serius pada pekerja laboratorium, masyarakat, ternak, atau lingkungan. Paparan laboratorium jarang menyebabkan infeksi penyakit serius, pengobatan efektif dan tindakan pencegahan tersedia, dan risiko menyebar terbatas.
3. Kelompok risiko 3 (risiko tinggi pada individu, risiko rendah pada masyarakat)
Patogen yang biasanya menyebabkan penyakit serius pada manusia atau dapat menghasilkan konsekuensi ekonomi yang serius, tapi biasanya tidak menyebar melalui kontak biasa dari satu individu ke individu lainnya, atau yang menyebabkan penyakit yang dapat diobati dengan agen antimikrobia atau agen antiparasitik.
4. Kelompok risiko 4 (risiko tinggi pada individu dan masyarakat)
Patogen yang biasanya dapat menyebabkan penyakit mematikan pada manusia, seringkali tidak dapat diobati, dan dapat dengan cepat bertransmisi dari satu individu ke individu lainnya, atau dari hewan ke manusia atau sebaliknya, langsung atau tidak langsung, atau dengan kontak biasa.

2.6.4 Kelompok Risiko Berdasarkan CDC/NIH

1. Kelompok risiko 1
agen tidak berkaitan dengan penyakit pada manusia sehat dewasa.

2. Kelompok risiko 2
agen berkaitan dengan penyakit manusia yang sebagian kecil serius dan yang biasanya intervensi pencegahan dan pengobatan tersedia.
3. Kelompok risiko 3
agen berkaitan dengan penyakit manusia yang serius dan letal di mana intervensi pencegahan dan pengobatan mungkin tersedia.
4. Kelompok risiko 4
agen yang kemungkinan besar menyebabkan penyakit serius dan letal pada manusia dan biasanya intervensi pencegahan dan pengobatan tidak tersedia.

2.7 Biological Safety Cabinets

Biological safety cabinets (BSCs) didesain untuk melindungi operator, lingkungan laboratorium dan bahan-bahan kerja dari paparan aerosol infeksius dan cipratan yang dapat muncul ketika memanipulasi bahan yang mengandung agen infeksius, seperti kultur utama, stocks, dan spesimen diagnostik (WHO, 2004).

Partikel aerosol terbentuk akibat adanya pemberian energi pada liquid atau semi-liquid, seperti pengocokan, penuangan, pengadukan atau menumpahkan liquid ke permukaan atau ke dalam cairan lainnya. Aktivitas lainnya yang dapat menghasilkan infeksius aerosol adalah inokulasi botol labu kultur sel dengan pipet, menggunakan pipet multichannel untuk menyalurkan suspensi liquid agen infeksius menjadi lempeng microculture, homogenisasi dan vortexing bahan menular, sentrifugasi infeksius liquid, dan bekerja dengan hewan. Partikel aerosol berdiameter kurang dari 5 μm dan droplet kecil berdiameter 5-100 μm . Partikel ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

BSCs telah mengalami beberapa kali modifikasi. Perubahan yang besar dari modifikasi ini adalah adanya penambahan filter *high-efficiency particulate air* (HEPA) pada sistem exhaust. Filter HEPA menangkap 99,7% partikel dengan diameter 0,3 μm dan 99,99% partikel yang berukuran lebih besar atau lebih kecil. Oleh karena itu, hanya udara bebas mikroba yang dapat keluar melalui kabinet.

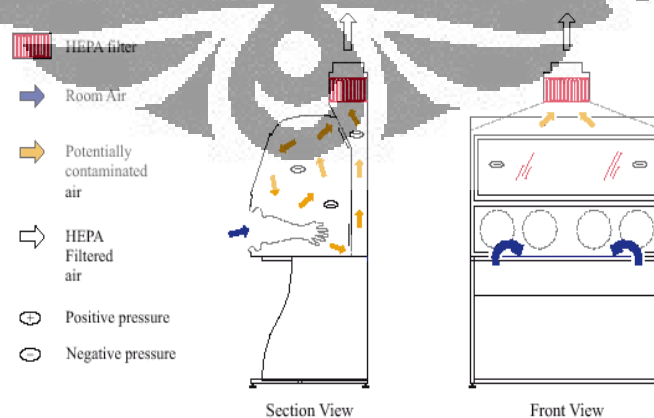
Desain yang ke-2 yaitu HEPA langsung menyaring udara di lingkungan kerja, sehingga menjaga bahan-bahan agar tidak terkontaminasi.

Tabel 2.3 Seleksi BSC berdasarkan tipe proteksi yang dibutuhkan

Tipe Proteksi	Seleksi BSC
Proteksi personil, mikroorganisme dari kelompok risiko 1-3	Kelas I, kelas II, kelas III
Proteksi personil, mikroorganisme dari kelompok risiko 4, laboratorium glove-box	Kelas III
Proteksi personil, mikroorganisme dari kelompok risiko 4, setelah laboratorium	Kelas I, kelas II
Proteksi produk	Kelas II, kelas III hanya jika ada laminar flow
Volatil radionuklida/ proteksi kimia, jumlah menit	Kelas IIB1, kelas IIA2 vent ke luar
Volatil radionuklida/proteksi kimia	Kelas I, Kelas IIB2, kelas III

2.7.1 Class I Biological Safety Cabinet

Udara ruangan dihisap melalui *front opening* kabinet dengan kecepatan minimum 0,38 m/s melalui permukaan kerja, kemudian dibuang melalui saluran exhaust. Udara dari kabinet akan melawati filter HEPA menuju ke laboratorium lalu ke luar bangunan melalui exhaust bangunan, atau langsung ke luar bangunan melalui exhaust bangunan, atau dapat juga langsung ke luar bangunan.



Gambar 2.2 Class I biological safety cabinet

Kelebihan dari biological safety cabinet kelas I ini adalah menyediakan proteksi personil dan lingkungan serta dapat pula digunakan untuk bekerja dengan radionuklida dan volatil kimia toksik.

2.7.2 Class II Biological Safety Cabinet

BSC kelas II didesain tidak hanya untuk menyediakan proteksi personil tapi juga untuk melindungi material dari udara yang terkontaminasi. Kelas II BSC memiliki 4 tipe yaitu, A1, A2, B1, dan B2. BSC kelas II dapat digunakan untuk bekerja dengan agen infeksius dari kelompok risiko 2 dan 3. BSC kelas II juga dapat digunakan untuk agen infeksius dari kelompok risiko 4, namun hanya ketika menggunakan positive-pressure suit.

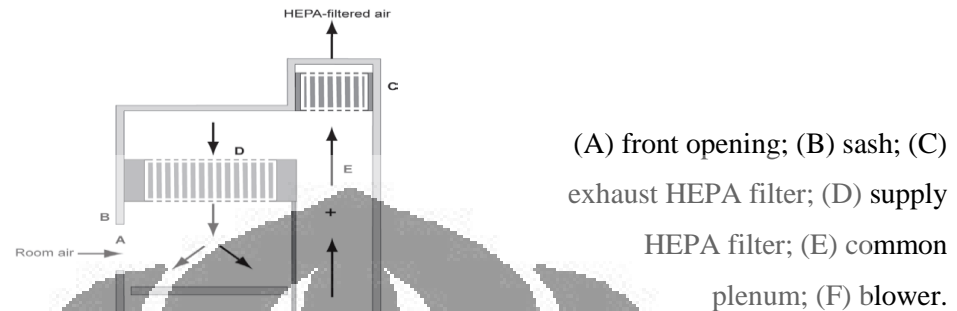
o Class II A1 Biological Safety Cabinet

Internal fan akan menarik udara ruangan ke dalam kabinet melalui front opening menuju front intake grill. Kecepatan dari udara yang masuk ke kabinet setidaknya harus mencapai 0,38 m/s saat di depan front opening.

Udara yang masuk akan melewati filter HEPA sebelum mengalir ke bawah di atas permukaan kerja. Ketika mengalir ke bawah, udara terpisah dengan permukaan kerja sekitar 6-18 cm. Satu setengah udara akan mengalir melalui front exhaust grill dan setengah aliran udara lainnya mengalir melalui rear exhaust grill.

Aliran-aliran udara tersebut mengandung partikel aerosol yang ditangkap di permukaan kerja, sehingga partikel aerosol tidak menyebar ke lingkungan. Udara tersebut kemudian dibuang melalui rear plenum ke tempat di antara supply dan exhaust filter yang berlokasi di bagian atas kabinet. Kemudian 70 % dari udara tersebut disirkulasi ulang melalui filter supply HEPA kembali ke zona kerja. Sedangkan 30 % dari udara tersebut dialirkan melalui exhaust filter menuju ruangan atau ke luar ruangan.

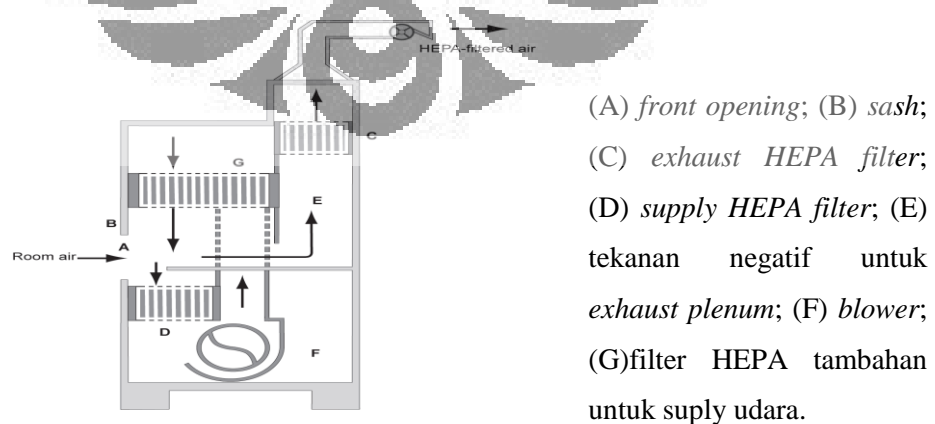
Penggunaan sistem saluran pembuangan juga menyebabkan beberapa jenis BSC dapat digunakan untuk *volatile radionuclide* dan *volatile toxic chemical*.



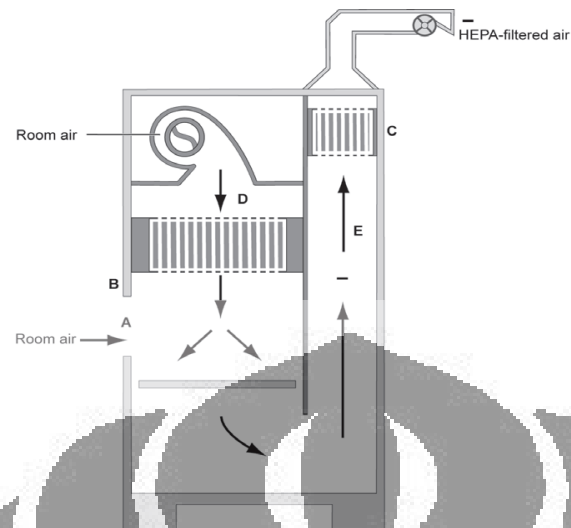
Gambar 2.3 BSC Kelas II tipe A1

○ **Class II type A2 vented to the outside, B1 and B2 biological safety cabinets**

BSC kelas IIA2 dengan ventilasi ke luar, kelas IB1, kelas IIB2 adalah variasi dari BSC kelas IIA1. Setiap variasi dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Perbedaan dari variasi-variasi ini dapat dilihat dari beberapa aspek yaitu, kecepatan pengambilan udara di *front opening*, jumlah udara yang disirkulasi ulang dan yang dikeluarkan dari kabinet, exhaust system, dan pengaturan tekanan.



Gambar 2.4 BSC kelas II Tipe B1 (desain klasik)

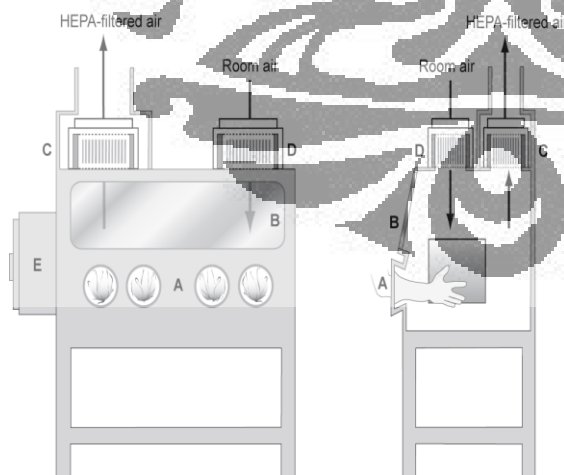


(A) front opening; (B) sash; (C) exhaust HEPA filter; (D) supply HEPA filter; (E) negative pressure exhaust plenum.

Gambar 2.5 BSC kelas IIB2

2.7.3 Class III Biological Safety Cabinet

Tipe ini adalah proteksi personil dengan level tertinggi dan digunakan untuk agen kelompok risiko 4. Udara diambil melalui filter HEPA dan pembuangan udara melalui dua filter HEPA. Aliran udara diatur oleh sistem exhaust eksterior yang dapat membuat tekanan di interior kabinet tetap negatif. BSC kelas ini sesuai untuk digunakan laboratorium biosafety level 3 dan 4.



(A) glove ports dengan O-ring; (B) sash; (C) exhaust HEPA filter; (D) supply HEPA filter; (E) double-ended autoclave atau pass-through box.

Gambar 2.6 BSC kelas III

2.8 Prinsip Biosecurity

Biosecurity memiliki beberapa definisi. Pada industri hewan, biosecurity berhubungan dengan perlindungan koloni hewan dari kontaminasi mikrobial. Di beberapa negara, istilah biosecurity menggantikan istilah biosafety. Menurut CDC, biosecurity adalah proteksi agen mikrobial dari kehilangan, pencurian, dan penyimpangan atau penyalahgunaan yang disengaja. Laboratorium mikrobiologi tidak memiliki *select agent* atau toksin, namun tetap melakukan pengendalian untuk bahan penelitian, melindungi informasi yang sensitif, dan bekerja di fasilitas dengan pengendalian akses yang sepadan dengan potensi kesehatan masyarakat dan dampak ekonomi dari agen biologi yang ada.

Biosafety dan biosecurity adalah dua hal yang saling berhubungan, namun memiliki konsep yang berbeda. Program biosafety bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan pajanan dari agen biologi terhadap individu atau lingkungan. Sedangkan, biosecurity bertujuan untuk mencegah terjadinya kehilangan, pencurian, atau penyalahgunaan mikroorganisme, bahan biologi, dan informasi yang berhubungan dengan penelitian. Untuk mencapai tujuan biosecurity tersebut, hal yang dilakukan adalah membatasi akses ke fasilitas, bahan penelitian, dan juga informasi. Walaupun tujuannya berbeda, biosafety dan biosecurity adalah dua hal yang saling melengkapi.

Program risk assessment biosafety dan biosecurity dilakukan untuk menentukan level pengendalian yang sesuai di tiap program. Biosafety melihat pada prosedur laboratorium yang sesuai dan praktik yang penting untuk mencegah pajanan dan kejadian infeksi. Sedangkan, biosecurity melihat pada prosedur dan praktik untuk memastikan bahwa bahan biologi dan informasi sensitif yang relevan tetap aman. Kedua program ini juga melakukan penilaian terhadap personil.

2.8.1 Metodologi Manajemen Risiko

Metologi manajemen risiko dapat digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan untuk program biosecurity. Berikut ini adalah pendekatan manajemen risiko yang dapat dilakukan untuk biosecurity laboratorium menurut CDC :

1. Tentukan agen yang mana yang membutuhkan tindakan biosecurity
2. Pastikan tindakan protektif tersedia dan biaya yang dikeluarkan sesuai dengan risiko yang ada.

Dalam pelaksanaannya, metodologi manajemen risiko mempertimbangkan sumber daya institusi yang tersedia dan toleransi risiko dari institusi.

2.8.2 Pengembangan Program Biosecurity

Manajemen, peneliti, dan pengawas laboratorium harus berkomitmen untuk bersama-sama bertanggung jawab terhadap agen infeksius dan toksin. Pengembangan program biosecurity harus menjadi proses kolaborasi dari seluruh pihak. Pihak-pihak tersebut di antaranya manajemen senior, *scientific staff*, *human resource official*, *information technology staff and safety*, *security*, dan *engineering official*.

Kebutuhan program biosecurity harus merefleksikan praktik manajemen risiko berdasarkan risk assessment yang dilakukan. Biosecurity risk assessment harus dapat menganalisis probabilitas dan konsekuensi kehilangan, pencurian, dan potensi penyalahgunaan patogen dan toksin (CDC, 2009). Biosecurity risk assessment juga harus dapat digunakan sebagai dasar dalam keputusan manajemen risiko.

2.8.3 Elemen Program Biosecurity

Kebanyakan fasilitas dapat menyediakan program keamanan dan keselamatan yang sesuai dengan melakukan biosecurity risk assessment. Elemen-elemen berikut ini harus dapat diimplementasikan sesuai dengan proses risk assessment, elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut (CDC, 2009) :

1. Manajemen Program

Manajemen institusi harus dapat mendukung pelaksanaan program biosecurity yang akan diimplementasikan. Manajemen program harus memastikan bahwa rencana biosecurity dibuat, dilaksanakan, dan direvisi sesuai dengan kebutuhan. Program biosecurity harus diintegrasikan dengan kebijakan dan rencana institusi yang relevan.

2. Keamanan fisik dan akses kontrol dan monitoring

Elemen keamanan fisik dari program biosecurity laboratorium ditujukan untuk mencegah pemindahan aset untuk tujuan yang tidak jelas. Evaluasi dari keamanan fisik harus terdiri dari review bangunan dan tempat, laboratorium, dan area penyimpanan bahan biologis. Akses harus dibatasi untuk pihak yang berwenang dan ditujukan untuk pekerja yang memiliki kepentingan untuk masuk ke area sensitif.

3. Manajemen personil

Manajemen personil meliputi identifikasi tugas dan tanggung jawab untuk pekerja yang menangani, menggunakan, menyimpan, dan memindahkan patogen berbahaya atau aset penting lainnya. Kebijakan skrining pekerja dan prosedur digunakan untuk membantu dalam evaluasi pekerja. Kebijakan harus dibangun untuk identifikasi personil dan pengunjung, manajemen pengunjung, akses prosedur, dan laporan insiden keamanan.

4. Inventarisasi dan akuntabilitas

Prosedur akuntabilitas material harus ditetapkan untuk melacak inventarisasi, penyimpanan, penggunaan, transfer, dan penghancuran bahan biologis berbahaya dan aset yang tidak lagi dibutuhkan. Tujuan dari inventarisasi dan akuntabilitas adalah untuk mengetahui agen apa yang ada di fasilitas, di mana ditempatkan, dan siapa yang bertanggung jawab terhadap agen-agen tersebut. Untuk mencapai itu semua, maka manajemen harus menetapkan :

- Material yang dikenakan tindakan akuntabilitas
- Catatan yang harus dijaga, update interval dan jadwal untuk pemeliharaan catatan
- Prosedur operasi dikaitkan dengan pemeliharaan inventaris
- Dokumentasi dan pelaporan

5. Keamanan informasi

Untuk menangani informasi sensitif yang berkaitan dengan program biosecurity, maka diperlukan adanya kebijakan yang sesuai.

Informasi-informasi sensitif tersebut dapat berupa informasi yang berkaitan dengan patogen dan toksin atau informasi infrastruktur lainnya. Tujuan dari program keamanan informasi adalah untuk menghindari terjadinya kebocoran informasi dan tingkat kerahasiaan tetap terjaga.

6. Transpor agen biologi

Dalam melakukan transpor agen biologi, diperlukan adanya kebijakan transpor material yang berisi kebutuhan dokumentasi yang sesuai dan akuntabilitas material serta prosedur pengendalian patogen di lokasi transit.

7. Rencana respon kecelakaan, cedera, dan insiden

Kebijakan keamanan laboratorium harus mempertimbangkan situasi yang membutuhkan *emergency responder* atau personil keselamatan masyarakat untuk masuk ke fasilitas sebagai respon terhadap kecelakaan, cedera, atau masalah keselamatan atau ancaman keamanan. *Standar Operating Procedure* (SOP) harus dikembangkan untuk meminimalkan potensi paparan bahan biologi berbahaya. Rencana tanggap darurat Laboratorium harus diintegrasikan dengan fasilitas keamanan yang ada. Rencana ini juga harus mempertimbangkan dampak buruk seperti ancaman bom, bencana alam dan cuaca buruk, listrik padam, dan keadaan darurat fasilitas lain yang dapat mengancam keamanan.

8. Pelaporan dan komunikasi

Rantai komunikasi sangat penting dibangun dalam program biosecurity. Rantai komunikasi ini harus mencakup pejabat laboratorium dan program, manajemen institusi, dan regulasi yang relevan atau pihak otoritas publik. Peran dan tanggung jawab dari semua pejabat yang terlibat dan program harus didefinisikan secara jelas. Kebijakan harus membahas pelaporan dan penyelidikan potensi pelanggaran keamanan (misalnya, hilang agen biologi, panggilan telepon tidak biasa atau mengancam, personil yang tidak berwenang di wilayah terbatas).

9. Pelatihan dan latihan praktik

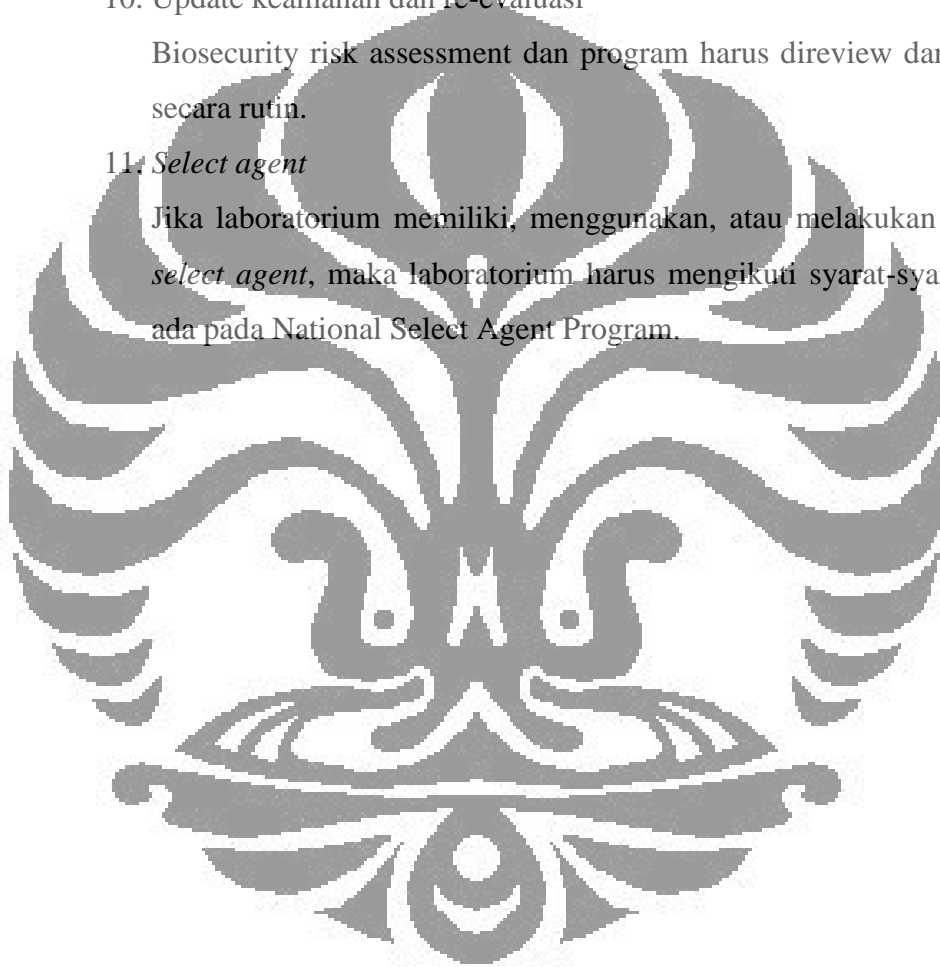
Manajemen program harus menetapkan program-program pelatihan yang menginformasikan dan mendidik pekerja tentang tanggung jawab mereka dalam laboratorium dan lembaga. Praktik latihan harus membahas berbagai skenario seperti kehilangan atau pencurian bahan, tanggap darurat kecelakaan dan cedera, pelaporan kejadian dan identifikasi dan respon terhadap pelanggaran keamanan.

10. Update keamanan dan re-evaluasi

Biosecurity risk assessment dan program harus direview dan update secara rutin.

11. *Select agent*

Jika laboratorium memiliki, menggunakan, atau melakukan transfer *select agent*, maka laboratorium harus mengikuti syarat-syarat yang ada pada National Select Agent Program.



Berikut ini adalah standar penerapan *biorisk management* berdasarkan WHO, CDC, dan *Laboratory Biosafety Guideline* dari Kanada :

Tabel 2.4 Standar *biorisk management* menurut WHO, CDC, dan *Laboratory Biosafety Guideline Canada*

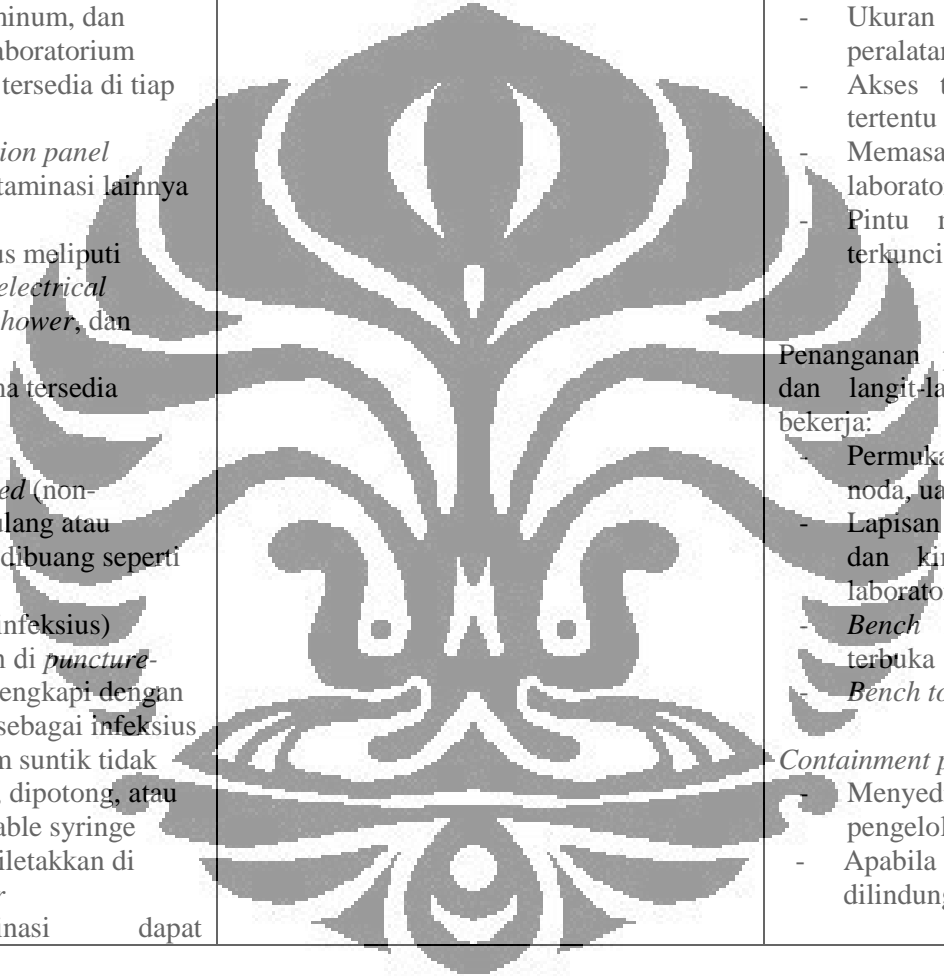
<i>Laboratory Biosafety Manual</i> (WHO, 2004)	<i>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories</i> (CDC, 2009)	<i>Laboratory Biosafety Guideline</i> (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004).
<p>Kode Praktik Akses laboratorium :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simbol dan tanda peringatan <i>biohazard</i> internasional harus dipasang di pintu ruangan di mana terdapat penanganan mikroorganisme <i>risk group</i> 2 atau lebih - Hanya pihak berwenang yang diijinkan masuk ke area kerja laboratorium - Pintu laboratorium harus tetap tertutup - Anak-anak tidak diizinkan untuk memasuki area kerja laboratorium - Akses untuk hewan yang digunakan di laboratorium harus mendapatkan ijin khusus - Tidak ada hewan yang diijinkan selain hewan yang digunakan untuk kerja di laboratorium. - <i>Qualitative risk assessment</i> sudah dilakukan untuk mengetahui risiko 	<p>Standar Praktik Mikrobiologi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Supervisor</i> laboratorium harus menjalankan kebijakan institusi yang mengontrol akses ke laboratorium - Pekerja harus mencuci tangan setelah bekerja dan sebelum meninggalkan laboratorium - Dilarang makan, minum, merokok, memakai lensa kontak, kosmetik, dan menyimpan makanan di laboratorium - Dilarang <i>pipetting</i> dengan mulut - Kebijakan dalam menangani benda tajam seperti jarum, <i>scalpel</i>, pipet, dan pecahan gelas harus dibangun dan diimplementasikan - Lakukan semua prosedur untuk meminimalkan cipratan dan aerosol - Dekontaminasi permukaan kerja setelah bekerja dan setelah tumpahan atau cipratan bahan 	<p>Praktik Umum :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dokumen pedoman prosedur keselamatan harus tersedia untuk semua staf, pedoman ini harus direview dan <i>update</i> secara teratur - Personil harus menerima pelatihan mengenai potensi bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan dan tindakan pencegahan pajanan agen infeksius - Makan, minum, merokok, menyimpan makanan, memakai kosmetik, dan memakai dan melepaskan lensa kontak dilarang dilakukan di dalam laboratorium - Memakai perhiasan tidak direkomendasikan di laboratorium - <i>Oral pipetting</i> dilarang dilakukan

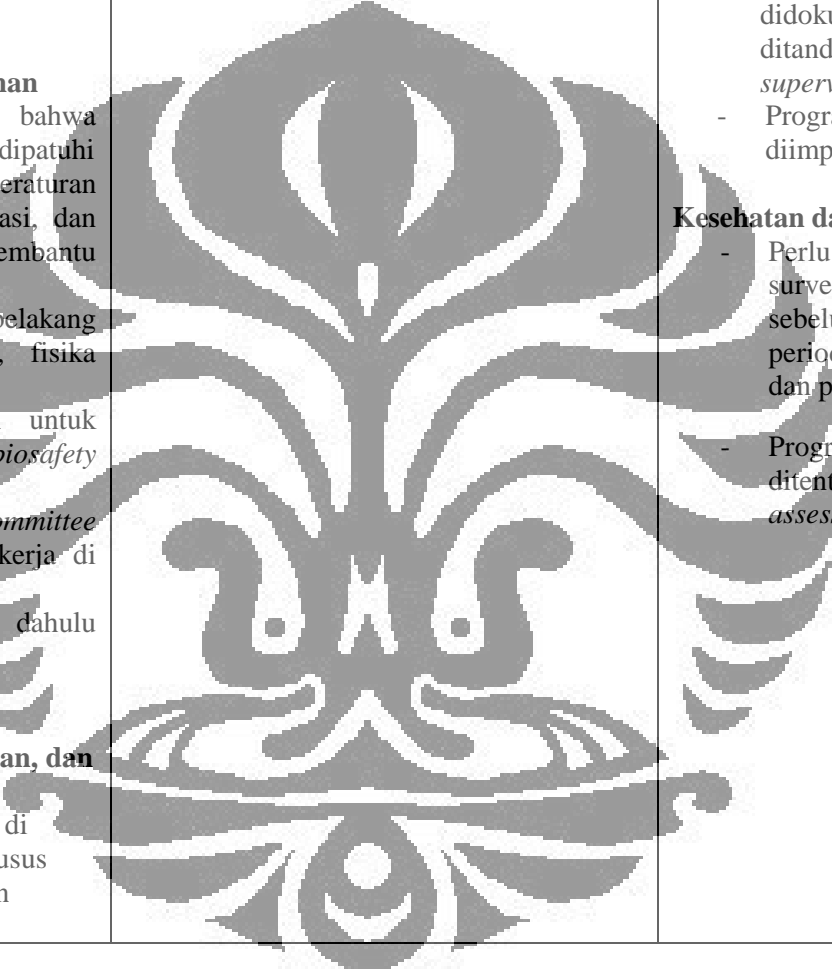
<p>yang dapat ditangani dengan sistem keamanan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risiko yang dapat diterima dan parameter <i>incidence response planning</i> sudah ditetapkan - Seluruh bangunan dikunci dengan aman ketika tidak ditempati - Pintu dan jendela anti pecah - Semua ruangan yang terdapat bahan-bahan berbahaya dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada orang - Akses ke ruangan, peralatan, dan bahan-bahan dikontrol dan didokumentasikan dengan tepat <p>Prosedur laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak boleh menggunakan pipet dengan mulut - Bahan tidak boleh ditempatkan di mulut dan label tidak boleh dijilat - Semua prosedur yang dilakukan harus dapat memperkecil terbentuknya aerosol dan droplet - Penggunaan jarum suntik harus dibatasi. - Semua tumpahan, kecelakaan, dan potensi pajanan bahan infeksius harus dilaporkan kepada supervisor laboratorium - Prosedur tertulis untuk pembersihan 	<p>infeksius dengan disinfektan yang sesuai</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dekontaminasi kultur, stock, dan bahan infeksius lainnya sebelum pembuangan - Simbol <i>biohazard</i> dipasang di pintu masuk apabila terdapat agen infeksius - Supervisi laboratorium harus memastikan personil laboratorium mendapatkan pelatihan yang sesuai - Memberikan informasi terhadap wanita hamil mengenai konsekuensi bekerja di laboratorium - Semua orang yang memasuki laboratorium harus diberitahu mengenai potensi bahaya - Terdapat surveilans medis yang sesuai - Terdapat panduan <i>biosafety</i> laboratorium yang dapat diadopsi menjadi kebijakan - Bahan infeksius harus ditempatkan di kontainer yang tahan lama dan tahan bocor selama pengumpulan, penanganan, penyimpanan, atau pengangkutan di fasilitas - Peralatan laboratorium harus secara rutin didekontaminasi, terutama saat terjadi tumpahan atau cipratan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pekerja dengan rambut panjang harus diikat atau dijaga agar tidak kontak dengan tangan, spesimen, kontainer, atau peralatan - Akses ke laboratorium terbatas hanya untuk pihak berwenang - Pintu tidak boleh dibiarkan terbuka - Luka terbuka, terpotong, dan cakaran harus dilindungi dengan bahan tahan air - Laboratorium harus bersih dan rapi - Pekerjaan tulis menulis dan laporan harus terpisah dari area kerja bahan biohazard - Pakelan pelindung harus dikancingkan dengan benar dan digunakan oleh semua personil, termasuk pengunjung, trainee, dan semua yang memasuki atau bekerja di laboratorium - Alas kaki yang menutupi kaki dan bertumit harus dipakai di seluruh area laboratorium - Harus menggunakan pelindung
---	--	--

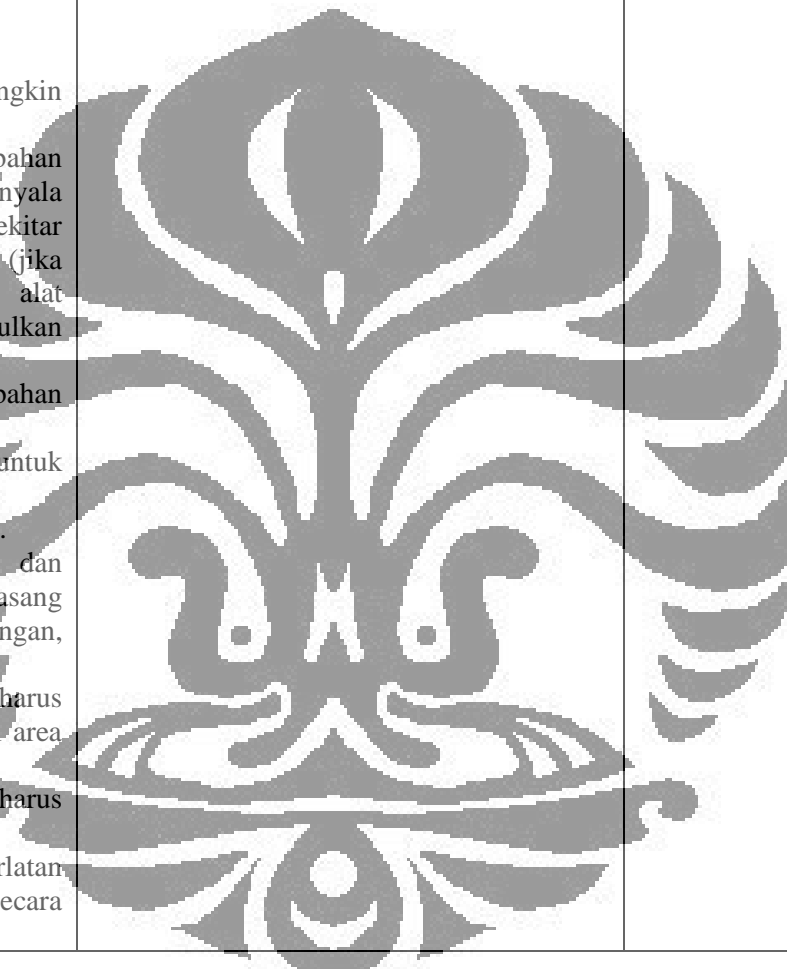
<p>tumpahan harus dikembangkan dan diikuti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liquid yang terkontaminasi harus didekontaminasi (fisik atau kimia) sebelum dibuang ke saluran sanitasi - Dokumen tertulis yang akan dipindahkan dari laboratorium harus dilindungi dari kontaminasi ketika di laboratorium. <p>Prosedur dan rencana darurat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rencana darurat harus memuat prosedur operasional untuk rencana tindakan pencegahan untuk menghadapi bencana alam, <i>biohazard risk assessment</i>, manajemen insiden-pajanan dan dekontaminasi, evakuasi darurat untuk orang dan hewan dari bangunan, perawatan medis darurat untuk orang terpajan dan terluka, surveilans untuk orang yang terpajan, manajemen klinis dari orang terpajan, investigasi epidemiologi - Orang yang terluka karena tertusuk, terpotong, dan tergores harus melepaskan pakaian pelindung, mencuci tangan dan area lainnya yang terinfeksi, menggunakan disinfektan, dan mendapatkan perawatan medis apabila dibutuhkan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Semua prosedur yang meliputi manipulasi bahan infeksius yang dapat menghasilkan aerosol harus dilakukan di dalam BSC atau peralatan <i>containment</i> lainnya. <p>Peralatan Keselamatan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan BSC, alat pelindung lainnya, dan <i>containment</i> lainnya ketika: <ol style="list-style-type: none"> a. Prosedur dengan potensi terciptanya aerosol atau cipratan, seperti <i>pipetting, centrifuging, grinding, blending, shaking, mixing, sonicating</i>, membuka kontainer bahan infeksius. b. Konsentrasi tinggi atau volume yang besar agen infeksius yang dibutuhkan. - Jas laboratorium, <i>gown</i>, atau seragam direkomendasikan untuk mencegah kontaminasi pada baju personal - Menggunakan pelindung mata pada proses yang menimbulkan cipratan - Menggunakan sarung tangan: <ul style="list-style-type: none"> - Membuka sarung tangan dan mencuci tangan sesudah bekerja 	<p>wajah dan mata ketika terdapat potensi cipratan atau objek terbang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sarung tangan harus digunakan untuk semua prosedur yang dapat melibatkan kontak langsung antara kulit dengan bahan <i>biohazard</i> - Sarung tangan harus dilepas dan didekontaminasi dengan limbah laboratorium lainnya sebelum pembuangan - Pakaian pelindung laboratorium tidak boleh digunakan di luar area laboratorium - Jika diketahui terjadi pajanan, pakaian yang terkontaminasi harus didekontaminasi sebelum dicuci - Penggunaan jarum, <i>syringe</i>, dan benda tajam lainnya harus dibatasi - Tangan harus dicuci setelah melepas sarung tangan, sebelum meninggalkan laboratorium, dan setelah menangani bahan infeksius yang diketahui mengkontaminasi pekerja - Permukaan kerja harus
---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> - Apabila terjadi pelepasan aerosol infeksius keluar dari <i>biological safety cabinet</i>, semua pekerja harus mengosongkan area yang terkontaminasi dan pekerja yang sudah terpajan harus mendapatkan perawatan medis. - Kontainer rusak yang terkontaminasi dengan bahan infeksius dan bahan infeksius yang tumpah harus ditangani dengan menggunakan handuk kain atau kertas. Disinfektan harus dituangkan di tempat yang terkontaminasi dan dibiarkan selama beberapa saat. Dalam melakukan disinfeksi tersebut diharuskan untuk menggunakan sarung tangan. - Dalam pengembangan rencana persiapan darurat, pemadam kebakaran dan servis lainnya harus dilibatkan. - Ketika terjadi keadaan darurat, diperlukan adanya alamat atau nomor telfon yang dapat dihubungi. - Dalam pengembangan rencana persiapan darurat ini juga diperlukan adanya peralatan darurat. <p>Peralatan Laboratorium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Didesain untuk mencegah atau 	<p>dengan bahan berbahaya dan sebelum meninggalkan laboratorium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengganti sarung tangan apabila sarung tangan sudah terkontaminasi - Jangan mencuci atau menggunakan kembali sarung tangan sekali pakai <p>Fasilitas Laboratorium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laboratorium harus memiliki pintu untuk pengendalian akses - Pintu laboratorium harus pintu yang dapat menutup sendiri dan memiliki kunci - Laboratorium harus memiliki wastafel untuk mencuci tangan - Laboratorium didesain agar mudah dibersihkan - Furnitur laboratorium harus mampu menopang beban yang diantisipasi - <i>Bench</i> harus tahan terhadap air, panas, organik solven, asam, alkalis, dan bahan kimia lain - bangku dilindungi dengan bahan anti serap yang mudah dibersihkan dan didekontaminasi dengan disinfektan - jendela laboratorium yang terbuka ke luar harus dilengkapi dengan <i>screen</i> 	<p>didekontaminasi dan dibersihkan dengan disinfektan yang sesuai pada akhir kerja dan setelah terjadi tumpahan bahan <i>biohazard</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan dan peralatan yang terkontaminasi harus didekontaminasi atau diberi label sebelum diservis atau dibuang - Pemantauan autoklaf harus dilakukan secara teratur - Semua material terkontaminasi, baik padat maupun cairan, harus didekontaminasi sebelum dibuang atau digunakan kembali - Disinfektan harus tersedia setiap waktu di dalam area dimana bahan <i>biohazard</i> ditangani dan disimpan - Kontainer anti bocor digunakan untuk pengangkutan bahan infeksius di dalam fasilitas - Tumpahan, kecelakaan, dan pajanan bahan infeksius harus dilaporkan secepatnya kepada <i>supervisor</i> laboratorium
---	--	--

<p>membatasi kontak antara operator dan bahan infeksius</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari bahan yang kedap cairan, tahan terhadap korosi, dan memenuhi persyaratan struktural - Peralatan bebas dari bagian tajam dan bagian bergerak yang tidak terlindungi - Dibuat untuk mempermudah operasi, mudah dirawat, dan mudah didekontaminasi. - Peralatan harus dites secara teratur - Pipet digunakan sebagai pengganti jarum suntik - Gelas yang retak dan pecah selalu dibuang dan tidak digunakan kembali - Terdapat wadah yang aman untuk pecahan kaca - Plastik digunakan sebagai pengganti gelas ketika memungkinkan 	<ul style="list-style-type: none"> - BSC harus ditempatkan jauh dari pintu, jendela yang dapat dibuka, dan gangguan aliran udara lainnya. - Harus tersedia <i>eyewash station</i> - Tidak ada persyaratan khusus untuk sistem ventilasi - Metode dekontaminasi untuk semua limbah laboratorium harus tersedia di laboratorium 	<ul style="list-style-type: none"> - Insiden yang terjadi harus dicatat - Program untuk mengendalikan serangga dan tikus harus diterapkan - Prosedur darurat untuk pembersihan tumpahan, kegagalan BSC, kebakaran, dan keadaan darurat lainnya harus ditulis - BSC disediakan untuk prosedur yang dapat menghasilkan aerosol infeksius dan melibatkan konsentrasi tinggi atau volume yang besar dari bahan <i>biohazard</i>.
<p>Desain dan Fasilitas Laboratorium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tersedia cukup ruang untuk bekerja dengan aman - Dinding, langit-langit, dan lantai mudah dibersihkan, kedap cairan, tahan terhadap bahan kimia dan disinfektan - Bangku tahan air, disinfektan, asam, alkalis, organik solven, dan panas 		<p>Servis Laboratorium (air, pipa Saluran, Elektrik, Dan Peralatan Keselamatan)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gantungan harus tersedia untuk jas laboratorium di pintu keluar, jalan, dan area pakaian laboratorium - Tempat mencuci tangan ditempatkan di dekat pintu keluar dari laboratorium atau di <i>anteroom</i> - Fasilitas <i>emergency eyewash</i> harus tersedia - <i>Emergency shower</i> harus tersedia <p>Desain dan Fasilitas Laboratorium Lokasi dan Akses Laboratorium:</p>

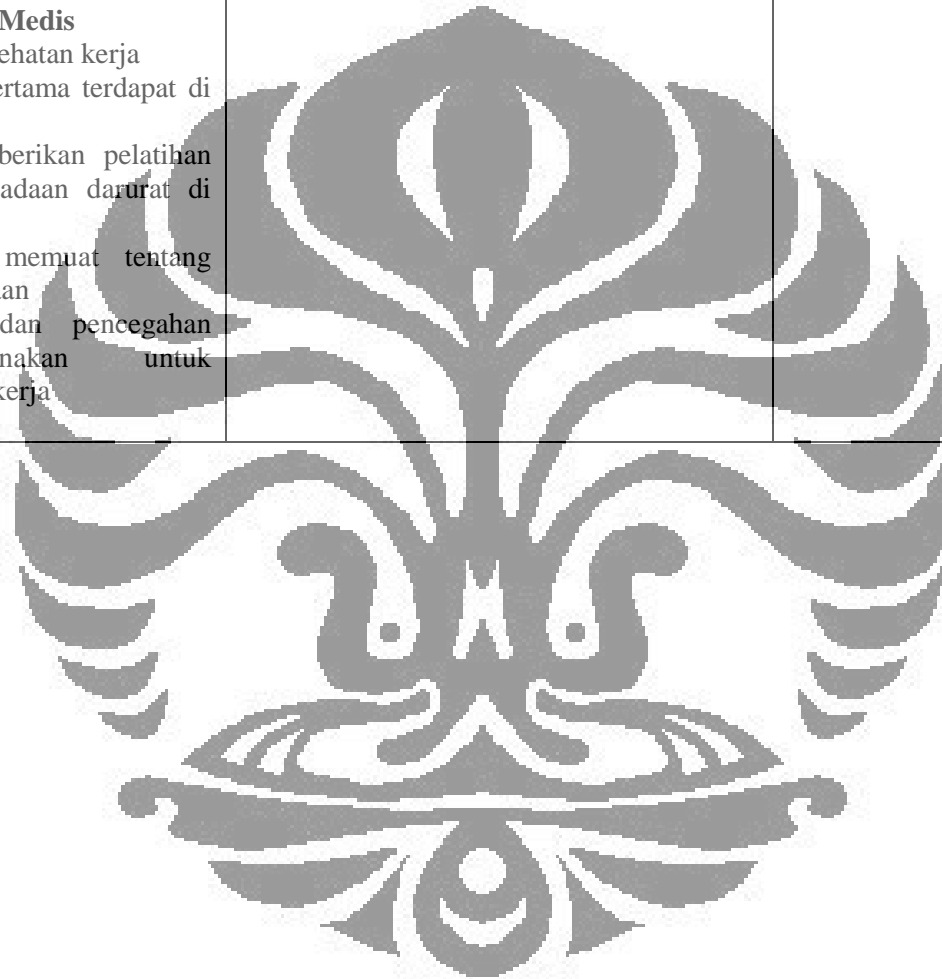
<ul style="list-style-type: none"> - Iluminasi cukup - Fasilitas penyimpanan tersedia - Fasilitas untuk makan, minum, dan istirahat berada di luar laboratorium - Tempat mencuci tangan tersedia di tiap ruang laboratorium - Pintu harus memiliki <i>vision panel</i> - Autoklaf dan alat dekontaminasi lainnya harus tersedia - Sistem keselamatan harus meliputi penanganan kebakaran, <i>electrical emergency, emergency shower</i>, dan fasilitas <i>eyewash</i>. - Area pertolongan pertama tersedia 		<ul style="list-style-type: none"> - Dipisahkan dari area publik dengan pintu - Ukuran pintu sesuai dengan ukuran peralatan yang ada - Akses terbatas hanya untuk pihak tertentu - Memasang tanda <i>biohazard</i> di pintu laboratorium - Pintu menuju lanoratorium dapat terkunci
<p>Pengelolaan Limbah :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limbah <i>non-contaminated</i> (non-infeksius) dapat didaur ulang atau digunakan kembali atau dibuang seperti limbah rumah tangga - Limbah <i>Contaminated</i> (infeksius) “<i>sharp</i>” harus diletakkan di <i>puncture-proof container</i> yang dilengkapi dengan cover dan diperlakukan sebagai infeksius - Setelah digunakan, jarum suntik tidak boleh disumbat kembali, dipotong, atau dipindahkan dari disposable syringe - Rakitan lengkap harus diletakkan di <i>sharp disposal container</i> - Bahan terkontaminasi dapat 	<p>Penanganan permukaan (lantai, dinding, dan langit-langit) dan kabinet setelah bekerja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permukaan tahan terhadap goresan, noda, uap, bahan kimia, dan panas - Lapisan interior tahan terhadap gas dan kimia sesuai dengan fungsi laboratorium - <i>Bench top</i> tidak memiliki lapisan terbuka - <i>Bench top</i> anti serap <p><i>Containment perimeter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyediakan autoklaf atau alat pengelolaan limbah lainnya - Apabila jendela dapat dibuka, harus dilindungi dengan <i>fly screen</i>. 	

<p>didekontaminasi dengan autoklaf dan setelah itu cuci dan digunakan kembali atau didaur ulang</p> <p>Organisasi Keselamatan dan Pelatihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Biosafety officer</i> memastikan bahwa kebijakan dan program <i>biosafety</i> dipatuhi - <i>Biosafety officer</i> menerapkan peraturan nasional dan internasional, regulasi, dan pedoman untuk membantu mengembangkan SOP - <i>Biosafety officer</i> memiliki latar belakang teknik mikrobiologi, biokimia, fisika dasar, dan <i>biological science</i> - <i>Biosafety committee</i> dibangun untuk mengembangkan kebijakan <i>biosafety</i> institusi dan kode praktik - Komposisi dari <i>biosafety committee</i> terdiri dari keberagaman area kerja di organisasi\ - Melakukan penilaian terlebih dahulu sebelum pelatihan - Menentukan tujuan pelatihan <p>Penanganan Bahan kimia, Kebakaran, dan Elektrik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stok bahan kimia harus disimpan di dalam ruangan atau bangunan khusus - Bahan kimia tidak boleh disimpan berdasarkan alfabet. 		<p>Pelatihan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pelatihan yang dilakukan harus didokumentasikan dan ditandatangani pekerja dan <i>supervisor</i> - Program pelatihan ulang harus diimplementasikan <p>Kesehatan dan Surveilens Kesehatan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perlu melakukan program surveilens kesehatan (termasuk sebelum penempatan dan secara periodik) yang sesuai dengan agen dan program yang digunakan. - Program surveilens harus ditentukan berdasarkan <i>risk assessment</i> yang dilakukan
---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> - Jika terjadi tumpahan hal yang harus dilakukan adalah: <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberitahu <i>safety officer</i>. 2. Evakuasi personil lainnya. 3. Merawat personil yang mungkin terkontaminasi. 4. Jika bahan yang tumpah adalah bahan <i>flammable</i>, padamkan semua nyala api, matikan gas di dalam dan sekitar area, buka jendela (jika memungkinkan), dan matikan alat listrik yang mungkin menimbulkan percikan. 5. Hindari menghirup vapour dari bahan yang tumpah tersebut. 6. Buka <i>exhaust</i> jika aman untuk dilakukan. 7. Amankan barang-barang penting. - Peringatan kebakaran, instruksi, dan rute penyelamatan diri harus dipasang dan mudah terlihat di tiap ruangan, koridor, dan gang - Alat pemadam kebakaran harus ditempatkan di dekat pintu dan di area strategis di koridor dan gang. - Alat pemadam kebakaran harus diinspeksi secara teratur - Instalasi listrik dan seluruh peralatan harus diinspeksi dan diuji secara teratur. 		
---	---	--

Surveilans Kesehatan dan Medis

- Terdapat layanan kesehatan kerja
- Kotak pertolongan pertama terdapat di lokasi yang strategis
- *First-aider* sudah diberikan pelatihan untuk menangani keadaan darurat di laboratorium
- Catatan yang ada memuat tentang penyakit dan kecelakaan
- Tanda peringatan dan pencegahan kecelakaan digunakan untuk memperkecil bahaya kerja

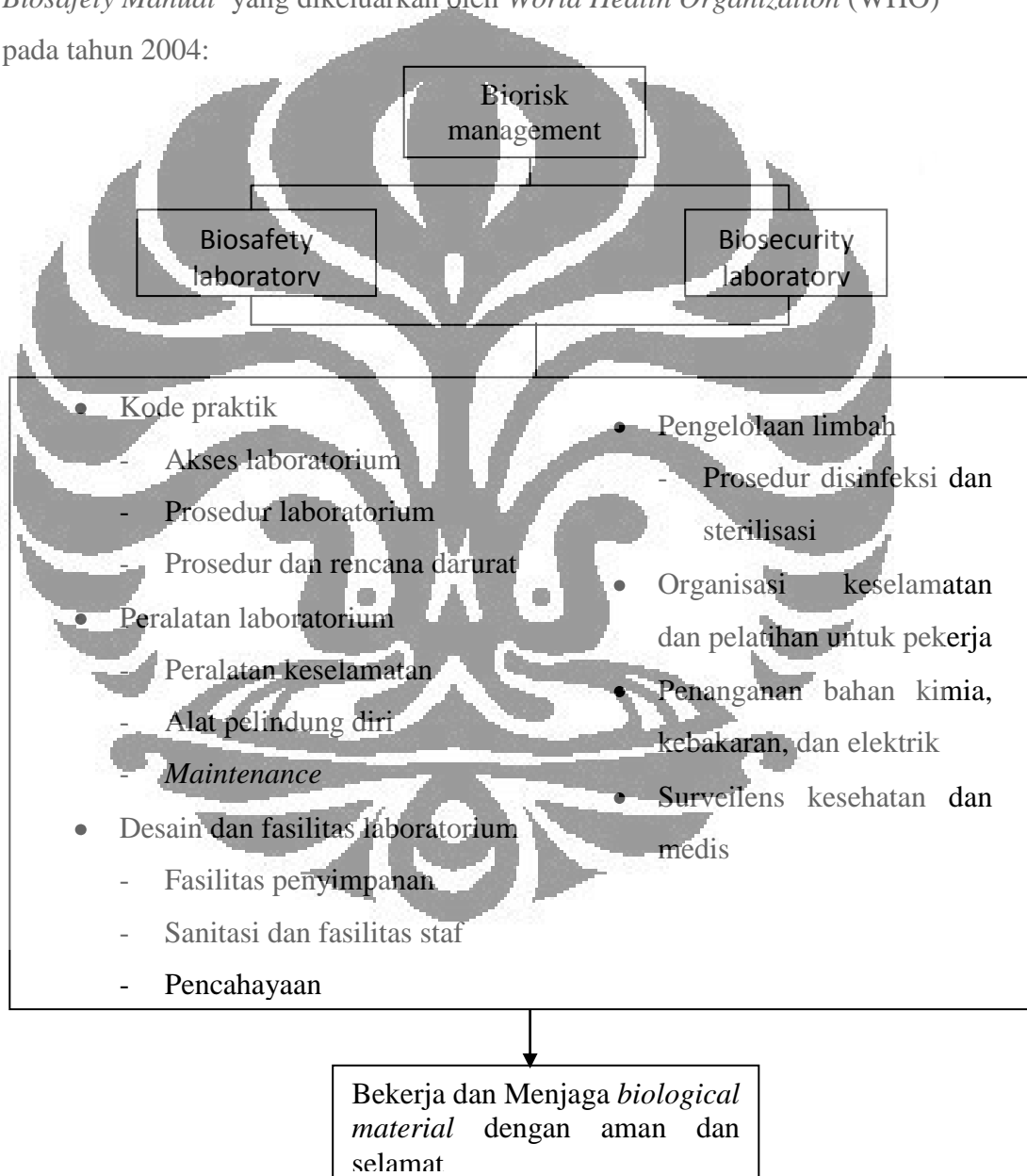


BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL

1.1 Kerangka Teori

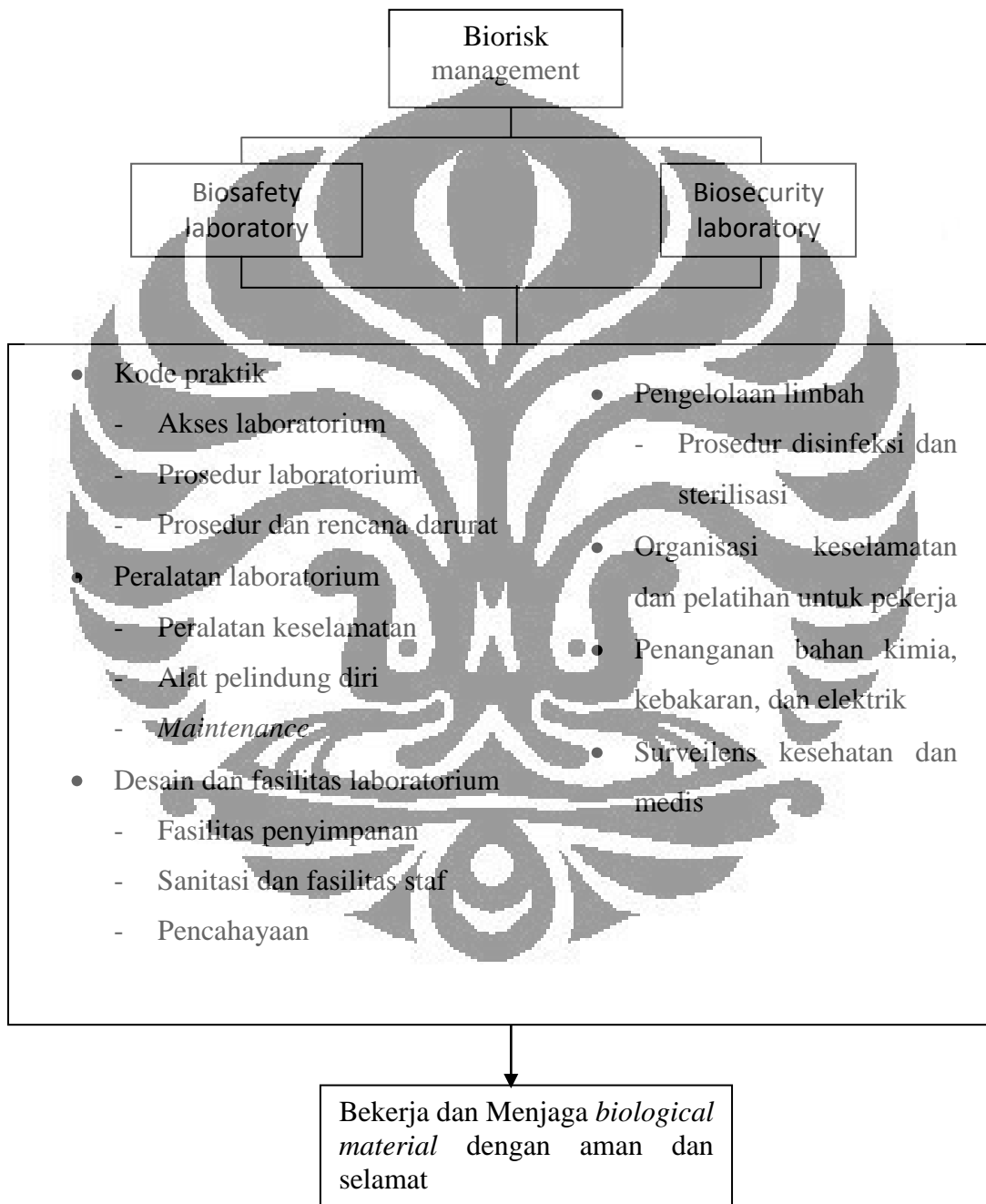
kerangka teori berikut ini, merupakan kerangka teori berdasarkan *Laboratory Biosafety Manual* yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2004:



Gambar 3.1 Kerangka teori

3.2 Kerangka Konsep

Semua variabel yang ada di kerangka teori di atas menjadi variabel penelitian bagi peneliti dan disajikan dalam kerangka konsep berikut ini:



Gambar 3.2 Kerangka konsep

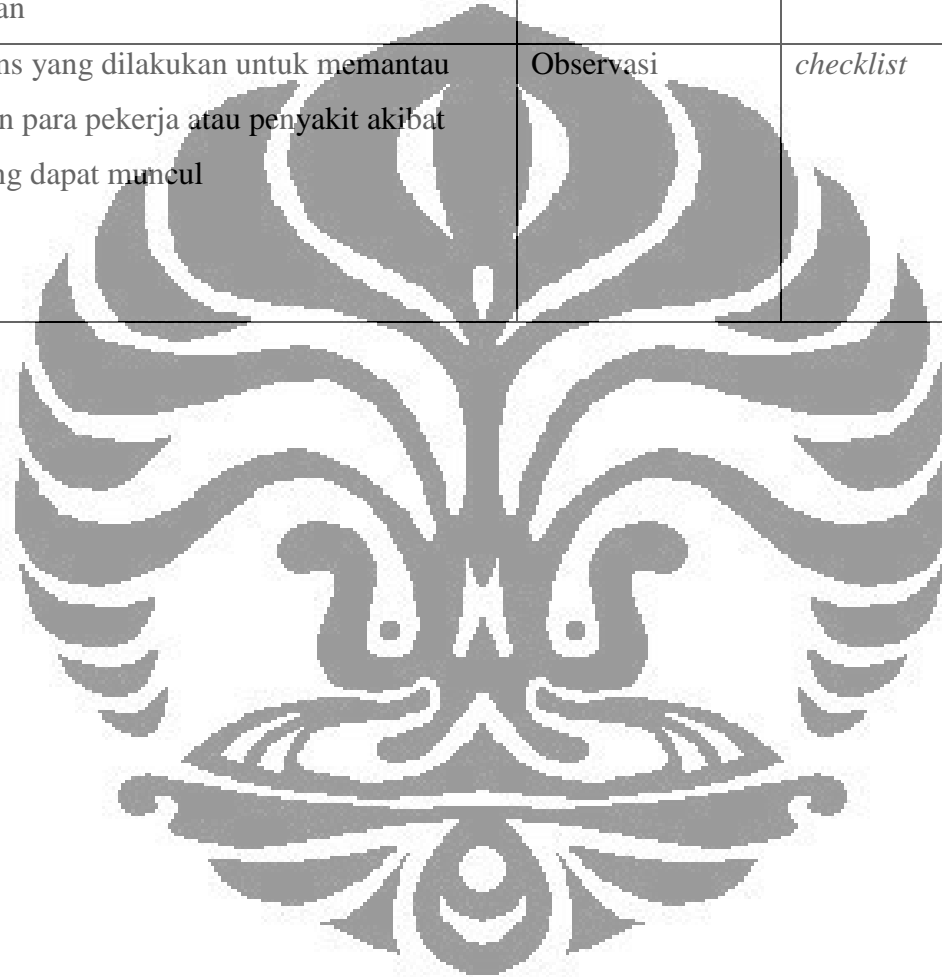
1.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi operasional

Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur
Kode praktik	Praktik dan prosedur penting yang harus dilakukan di laboratorium berdasarkan <i>Good Microbiological Techniques</i> , terdiri dari :	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>
	a. Akses laboratorium			
	b. Prosedur laboratorium			
	c. Prosedur dan rencana darurat			
Peralatan laboratorium	Alat-alat yang digunakan untuk menangani spesimen di laboratorium dan juga melindungi pekerja dari kemungkinan terinfeksi yang terdiri dari :	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>
	a. Peralatan keselamatan			
	b. Alat pelindung diri			
	c. <i>Maintenance</i>			
Desain dan fasilitas laboratorium	Desain dan fasilitas yang dimiliki laboratorium yang disesuaikan dengan tipe pekerjaan yang	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO,

	dilakukan dan terdiri dari :			CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>
	a. Fasilitas penyimpanan			
	b. Sanitasi dan fasilitas staf			
	c. Pencahayaan			
Pengelolaan limbah	Cara mengelola limbah laboratorium agar tidak terjadi kerugian, seperti terinfeksi atau kecelakaan yang terdiri dari :	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>
	a. Prosedur disinfeksi dan sterilisasi			
Organisasi keselamatan dan pelatihan pekerja	Organisasi yang menangani masalah keselamatan di laboratorium seperti kebijakan keselamatan, panduan keselamatan, dan program keselamatan yang diimplementasikan dan Pelatihan yang diberikan untuk pekerja laboratorium agar para pekerja memiliki perhatian terhadap masalah keselamatan	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>
Penanganan bahan kimia, kebakaran, dan elektrik	Pengendalian yang dilakukan untuk menangani bahaya dari bahan kimia, kebakaran, dan	Observasi	<i>Checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO

	elektrik sehingga tidak menimbulkan hal yang merugikan			
Surveilens kesehatan dan medis	Surveilens yang dilakukan untuk memantau kesehatan para pekerja atau penyakit akibat kerja yang dapat muncul	Observasi	<i>checklist</i>	Sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO, CDC, dan <i>Laboratory Biosafety Guideline of Canada</i>



BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang kemudian akan dideskripsikan untuk menggambarkan implementasi *biorisk management* di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies*. Untuk mengetahui gambaran implementasi *biorisk management* tersebut, peneliti melakukan observasi terhadap *biorisk management* di *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* dengan menggunakan daftar tilik/ *checklist* yang dikeluarkan oleh World Health Organization (WHO). Selain itu, peneliti juga melakukan wawancara tidak terstruktur terhadap asisten laboratorium.

1.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai kajian implementasi *biorisk management* ini dilakukan pada bulan Mei-Juni tahun 2011 dan berlokasi di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.

1.3 Unit Analisis

Unit analisis yang diteliti adalah peralatan, fasilitas, pekerja, prosedur, penanganan keselamatan dari bahaya yang ada, dan keamanan yang diterapkan di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies*.

1.4 Teknik Pengumpulan Data

1.4.1 Sumber Data

1.4.1.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan wawancara tidak terstruktur dengan penanggung jawab laboratorium dan dengan melakukan observasi. Observasi dilakukan dengan menggunakan

checklist yang dibuat oleh peneliti berdasarkan *checklist/* daftar tilik yang dikeluarkan oleh WHO.

1.4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh berdasarkan studi kepustakaan yang dilakukan peneliti.

1.4.2 Instrumentasi

Instrumen yang digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian ini adalah daftar tilik/ *checklist*. Daftar tilik/*checklist* digunakan oleh peneliti untuk meneliti seluruh variabel penelitian. Variabel-variabel tersebut di antaranya adalah kode praktik, peralatan laboratorium, desain dan fasilitas laboratorium, pengelolaan limbah, organisasi keselamatan dan pelatihan untuk pekerja, penanganan bahan kimia, kebakaran, elektrik, dan surveilans kesehatan dan medis

1.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

1.5.1 Pengolahan Data

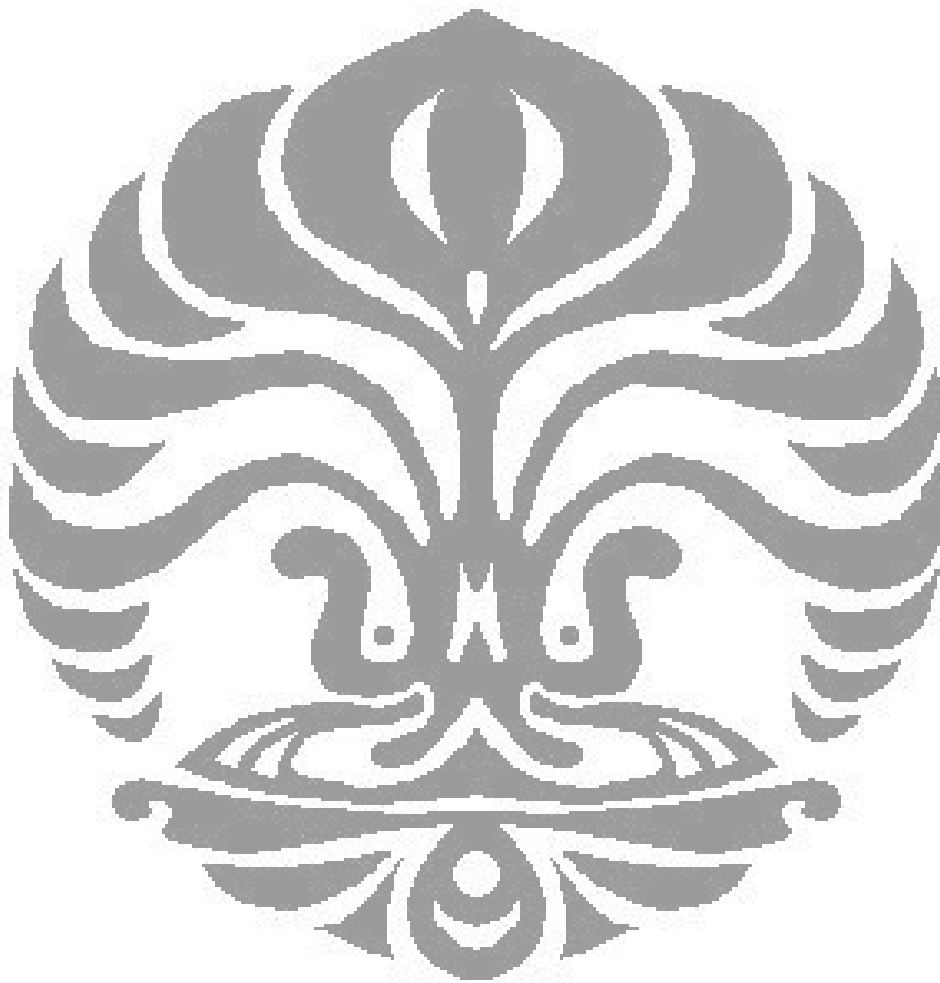
Data yang sudah didapat melalui observasi dengan menggunakan *checlist/* daftar tilik, wawancara tidak terstruktur, dan data dari manajemen laboratorium, akan diolah dengan cara mengelompokkan data-data yang ada berdasarkan variabel-variabel yang diteliti.

1.5.2 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah analisis data kualitatif dan hanya terdiri dari analisis data univariat. Data yang sudah dikelompokkan tersebut kemudian akan dianalisis menggunakan standar-standar *biosafety* yang ada. Standar-standar yang digunakan oleh peneliti untuk menganalisis data yang ada adalah standar yang dikeluarkan oleh WHO pada tahun 2004 dan berjudul *Laboratory Biosafety Manual, Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* yang dikeluarkan oleh CDC (*Center for Disease Control*) pada tahun 2009, dan *Laboratory Biosafety Guideline* yang dikeluarkan oleh *Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response* (Kanada) pada tahun 2004.

1.6 Penyajian Data

Data yang terkumpul diolah dan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.



BAB 5

GAMBARAN LABORATORIUM *COE-IBR-GS*

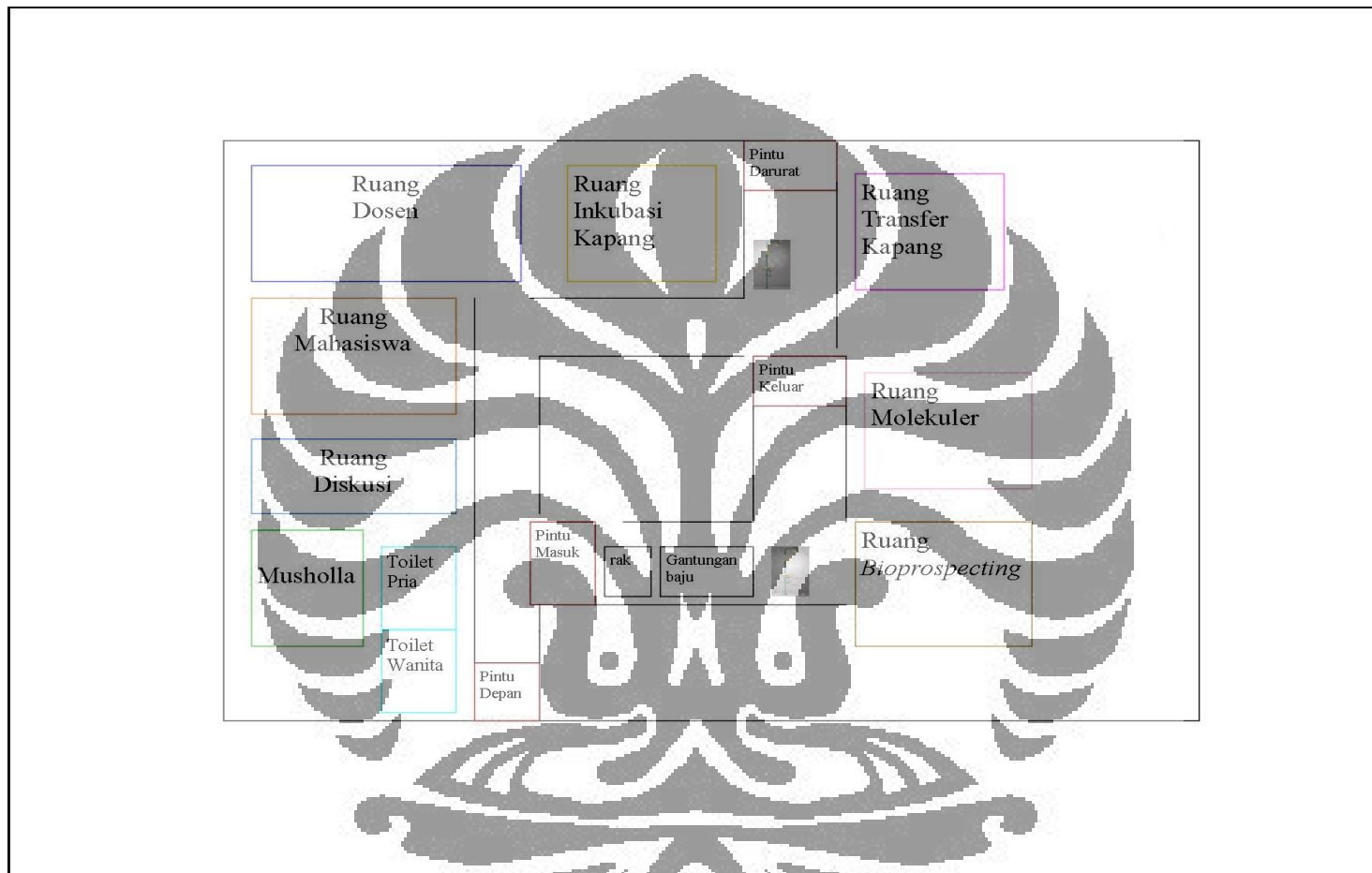
1.1 Gambaran Tempat Penelitian

Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* terletak di fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok. Laboratorium COE IBR-GS didirikan pada tahun 2008. Aktivitas yang dilakukan oleh laboratorium ini adalah melakukan identifikasi terhadap mikroorganisme. Setelah dilakukannya identifikasi tersebut, maka jenis dari mikroorganisme yang diteliti dapat diketahui. Spesimen yang biasa mereka tangani adalah khamir, kapang, *escherichia coli*, dan *bacillus subtilis*.

Laboratorium COE berada di lantai 2, sedangkan lantai 1 digunakan sebagai Bank. Oleh karena itu, untuk menuju laboratorium harus melewati tangga yang menuju lantai 2. Pada awalnya bangunan ini dibangun tidak untuk laboratorium, namun dalam perkembangannya bangunan tersebut menjadi laboratorium COE.

Laboratorium COE memiliki 4 ruang laboratorium yang memiliki proses yang berbeda-beda. Ruang pertama adalah laboratorium *bioprospecting*. Laboratorium ini berfungsi sebagai tempat untuk melakukan transfer spesimen. Ruang yang ke-2 adalah laboratorium molekuler yang berfungsi sebagai tempat identifikasi DNA. Ruangan yang ke-3 adalah laboratorium untuk transfer kapang, dan ruangan yang terakhir adalah ruang inkubasi kapang.

Berikut ini adalah denah tempat dari laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies*:



Gambar 5.1 Denah Laboratorium COE IBR-GS



Gambar 5.2 Ruang Laboratorium Analisis Molekuler COE IBR-GS

5.2 Kegiatan Laboratorium

Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* awalnya dibentuk sebagai laboratorium terpadu. Laboratorium terpadu ini rencananya akan menjadi pusat bagi laboratorium-laboratorium yang ada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam seperti laboratorium fisika, laboratorium kimia, dan laboratorium biologi. Namun, dikarenakan satu dan lain hal pada akhirnya laboratorium terpadu tersebut belum dapat terbentuk.

Dikarenakan laboratorium terpadu tersebut belum terwujud, maka laboratorium ini akhirnya berfungsi sebagai tempat melakukan penelitian bagi mahasiswa dan dosen. Laboratorium ini memberikan fasilitas bagi mahasiswa FMIPA UI untuk melakukan penelitian dengan mengikuti proyek yang ada di laboratorium COE IBR-GS. Kegiatan yang dilakukan di laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* ini meliputi eksplorasi khamir, aplikasi khamir, eksplorasi kapang, aplikasi kapang, dan servis identifikasi dari luar.

Penelitian mengenai eksplorasi khamir ini meliputi pula proses identifikasinya. Riset ini bertujuan untuk mengetahui biodiversitas dari khamir. Eksplorasi kapang juga dilakukan untuk mengetahui biodiversitas dari kapang.

Penelitian mengenai aplikasi khamir dilakukan untuk mengetahui manfaat dari berbagai macam khamir tersebut dalam kehidupan manusia, begitu pula dengan penelitian aplikasi kapang.

Laboratorium *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* buka dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 05.00 WIB. Hari kerja laboratorium ini adalah dari hari Senin sampai dengan hari Jumat, sedangkan hari Sabtu dan Minggu laboratorium ini tutup.



Gambar 5.3 Kegiatan pengamatan kapang di laboratorium COE,IBR-GS

5.3 Ketenagaan Petugas Laboratorium

Petugas laboratorium di *Center of Excellence for Indigenous Biological Resources Genome Studies* ini terdiri dari kepala laboratorium, asisten laboratorium, dan staf laboratorium lainnya. Namun, laboratorium ini belum memiliki struktur organisasi yang tertulis. Dosen yang melakukan penelitian di laboratorium ini berjumlah dua orang yang salah satunya adalah kepala laboratorium COE IBR-GS. Asisten laboratorium yang dimiliki oleh laboratorium ini berjumlah dua orang.

Staf laboratorium lainnya terdiri dari mahasiswa yang sedang melakukan kerja praktik dan mahasiswa yang sedang melakukan penelitian. Untuk tahun ini,

mahasiswa yang melakukan kerja praktik di laboratorium ini berjumlah 24 orang, mahasiswa S1 yang sedang melakukan penelitian berjumlah 10 orang, dan mahasiswa S2 yang sedang melakukan penelitian berjumlah 3 orang.

5.4 Peralatan Laboratorium

Beberapa alat yang ada di laboratorium ini meliputi :

- *Nanodrop* : berfungsi untuk mengukur protein dan DNA yang hasilnya dapat dilihat melalui komputer yang dihubungkan langsung dengan alat ini.
- *Gel documentation* : berfungsi untuk visualisasi elektroforesis yang hasilnya dapat dilihat melalui komputer yang dihubungkan langsung dengan alat ini.
- Mikroskop trinokular
- *Sequencer* : berfungsi untuk identifikasi DNA yang hasilnya berupa urutan basa.
- PCR (*Polymerase Chain Reaction*) : berfungsi untuk menggandakan atau memperbanyak DNA.
- *Vacuum concentrator* : berfungsi untuk proses purifikasi.
- *Water bath* : berfungsi untuk inkubasi.
- *Water ultrapurifier* : berfungsi untuk H₂O purifikasi.
- *Electroforesis* : berfungsi untuk pemisahan protein.
- *Box cabinet* : berfungsi untuk penanganan kapang.
- *Eye wash station*
- *Emergency shower*
- *Micro pipette*

BAB 6

HASIL PENELITIAN

6.1 Kode Praktik

6.1.1 Akses

Tabel 6.1-Akses ke Laboratorium COE IBR-GS

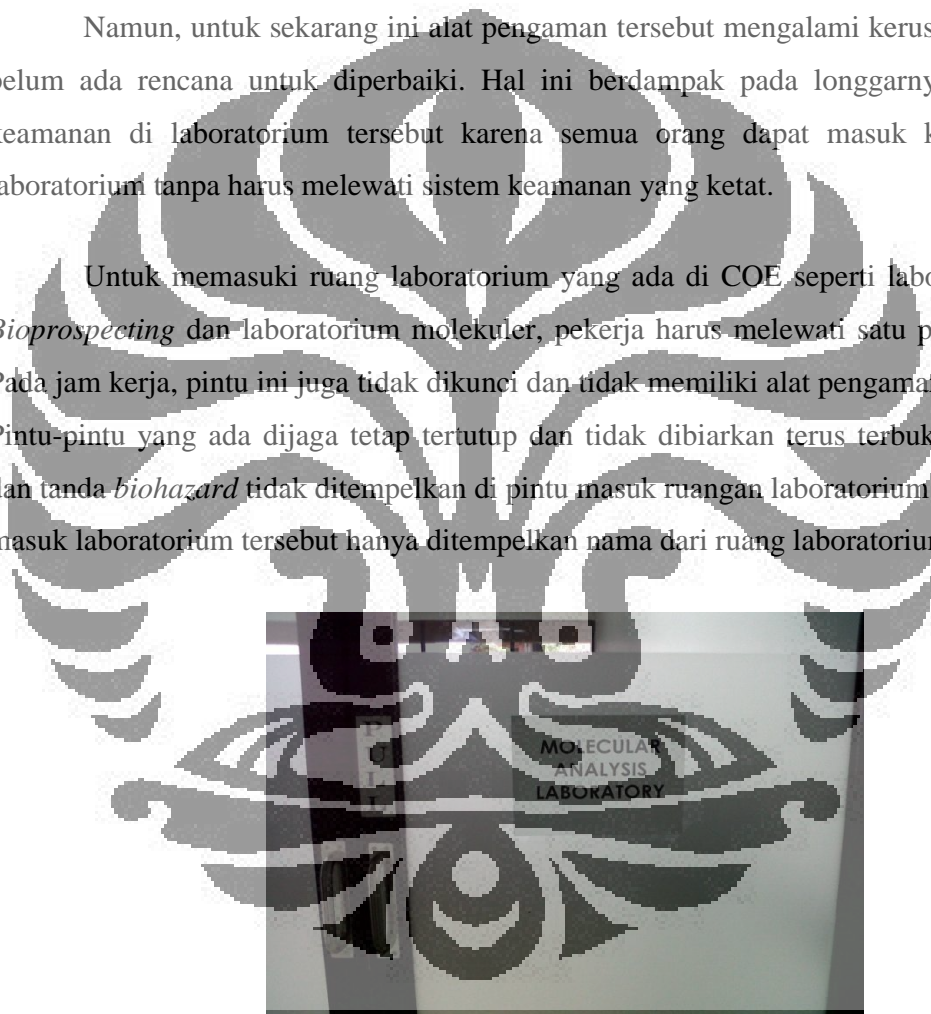
Akses Laboratorium	Adanya kerusakan pada alat pengunci pintu otomatis
	Pintu dikunci ketika sudah tidak ada aktivitas di laboratorium
	Pintu-pintu yang ada dijaga tetap tertutup dan tidak dibiarkan terus terbuka
	Simbol dan tanda <i>biohazard</i> tidak ditempelkan di pintu masuk ruangan laboratorium
	Belum pernah melakukan <i>risk assessment</i> mengenai risiko keamanan yang ada di laboratorium
	Pintu dan jendela tidak anti pecah
	Mengunci seluruh bangunan ketika tidak ditempati
	Semua ruangan yang terdapat bahan dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada kegiatan

Akses untuk masuk ke dalam laboratorium ini terdiri dari satu pintu yang terletak di lantai 2. Pada jam kerja, pintu tersebut tidak dikunci dan tidak ada pengamanan khusus seperti pengunci otomatis untuk melewatinya. Pintu tersebut menghubungkan area luar laboratorium dengan ruangan mahasiswa, ruangan dosen, dan ruangan diskusi.

Pintu masuk ini pada awalnya memiliki alat pengaman yang mengharuskan orang yang masuk ke dalam laboratorium memiliki kartu khusus untuk akses ke dalam laboratorium. Kartu tersebut dioperasikan dengan cara digesekan ke alat pengaman yang ditempel di samping pintu masuk laboratorium. Hal ini ditujukan agar tidak sembarang orang yang dapat masuk ke dalam laboratorium. Jadi, pada awalnya pintu masuk ini memiliki sistem keamanan ganda, yaitu dengan menggunakan kunci dan juga dengan menggunakan kartu.

Namun, untuk sekarang ini alat pengaman tersebut mengalami kerusakan dan belum ada rencana untuk diperbaiki. Hal ini berdampak pada longgarnya sistem keamanan di laboratorium tersebut karena semua orang dapat masuk ke dalam laboratorium tanpa harus melewati sistem keamanan yang ketat.

Untuk memasuki ruang laboratorium yang ada di COE seperti laboratorium *Bioprospecting* dan laboratorium molekuler, pekerja harus melewati satu pintu lagi. Pada jam kerja, pintu ini juga tidak dikunci dan tidak memiliki alat pengaman khusus. Pintu-pintu yang ada dijaga tetap tertutup dan tidak dibiarkan terus terbuka. Simbol dan tanda *biohazard* tidak ditempelkan di pintu masuk ruangan laboratorium. Di pintu masuk laboratorium tersebut hanya ditempelkan nama dari ruang laboratorium.



Gambar 6.1 Pintu masuk laboratorium molekuler

Laboratorium COE ini belum pernah melakukan *risk assessment* mengenai risiko kemanan yang ada di laboratorium. Hal ini mengakibatkan terdapat risiko yang

belum dapat ditangani dengan sistem keamanan yang baik, seperti pintu dan jendela yang tidak anti pecah. Namun, laboratorium ini sudah menerapkan beberapa sistem keamanan yang cukup baik, seperti mengunci seluruh bangunan ketika tidak ditempati dan semua ruangan yang terdapat bahan dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada orang.

6.1.2 Prosedur Laboratorium

Tabel 6.2 Prosedur Laboratorium COE IBR-GS

Prosedur Laboratorium	Tidak melakukan <i>pipetting</i> dengan mulut
	<i>Pipetting</i> dilakukan dengan menggunakan <i>micro pipette</i>
	Prosedur penanggulangan tumpahan tidak ada secara tertulis
	Tumpahan dibersihkan dengan <i>tissue</i> atau kain lap
	Pembuangan limbah yang mengandung mikroorganisme dilakukan dengan menggunakan autoklaf lalu dibuang melalui wastafel
	Limbah karsinogen tetap disimpan oleh pihak laboratorium
	Belum ada prosedur tertulis
	Sterilisasi ruangan dilakukan dengan menyemprot ruangan dengan formalin
	Tidak terdapat <i>Standar Operating Procedure</i> atau protokol penelitian yang tertulis
	Spesimen dikirim ke laboratorium dengan menggunakan amplop berwarna coklat yang didalamnya terdapat tabung reaksi yang berisi spesimen

Staf laboratorium tidak melakukan *pipetting* dengan mulut dan tidak sering menggunakan syringe. *pipetting* dilakukan dengan menggunakan *micro pipette*. Sedangkan untuk prosedur penanggulangan tumpahan tidak ada secara tertulis.

Namun apabila terjadi tumpahan, staf laboratorium akan langsung membersihkannya dengan *tissue* atau kain lap. Apabila tumpahannya sedikit, staf laboratorium akan membersihkannya dengan *tissue*. Sedangkan jika tumpahannya banyak, staf laboratorium akan membersihkannya dengan kain lap.



Gambar 6.2 Proses *pipetting*

Untuk prosedur pembuangan limbah yang mengandung mikroorganisme, dilakukan dengan menggunakan autoklaf lalu dibuang melalui wastafel. Sedangkan untuk limbah karsinogen, tetap disimpan oleh pihak laboratorium karena mereka tidak memiliki pembuangan khusus untuk limbah karsinogen tersebut. Di laboratorium tersebut belum ada prosedur tertulis, sehingga prosedur-prosedur yang dilakukan hanya berdasarkan pengetahuan dan pelatihan yang telah diterima.

Apabila staf laboratorium sudah merasa udara di laboratorium banyak terkontaminasi mikroorganisme, staf laboratorium akan menyemprot ruangan dengan formalin untuk mensterilkan ruangan. Setelah ruangan disemprot dengan formalin dan didiamkan beberapa saat, staf laboratorium akan menyalakan *exhaust* agar terjadi sirkulasi udara. Penyemprotan ini biasanya dilakukan di akhir minggu ketika sudah tidak ada yang beraktivitas di laboratorium. Namun, dalam melakukan aktivitas di laboratorium ini tidak terdapat *Standar Operating Procedure* atau protokol penelitian yang tertulis.

Spesimen yang dikirim ke laboratorium ini rata-rata dikirim dengan menggunakan amplop berwarna coklat yang didalamnya terdapat tabung reaksi yang berisi spesimen yang akan diidentifikasi. Tabung reaksi yang biasanya digunakan untuk pengiriman ini adalah tabung reaksi yang terbuat dari kaca, sehingga dikhawatirkan tabung tersebut dapat pecah dalam proses pengirimannya.

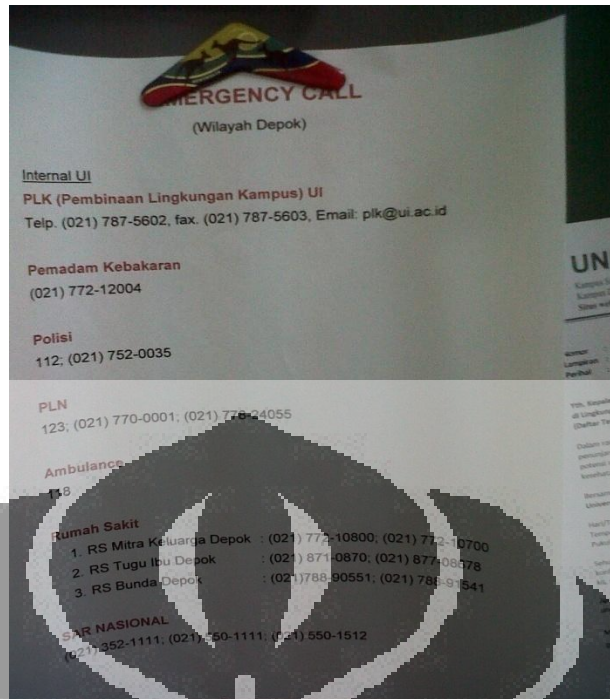
6.1.3 Prosedur dan Rencana Darurat

Tabel 6.3 Prosedur dan Rencana Darurat

Prosedur dan Rencana Darurat	Menempelkan nomor-nomor telepon yang harus dihubungi ketika terjadi keadaan darurat
	Latihan evakuasi sudah diadakan, namun tidak secara periodik
	Tidak memiliki prosedur operasional tertulis untuk bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, kebakaran, dan ledakan
	Lampu tanda <i>exit</i> mati
	Beberapa lampu di jalur evakuasi mati
	Terdapat tumpukan kardus di jalur evakuasi
	Pintu darurat selalu terkunci

Staf laboratorium di COE sebelumnya belum pernah mendapatkan pelatihan mengenai keadaan darurat di laboratorium. Staf laboratorium baru mendapatkannya ketika pihak DRPM-UI yang bekerja sama dengan K3L UI mengadakan program pelatihan *chemical safety* untuk laboratorium-laboratorium yang ada di Universitas Indonesia.

Untuk menangani keadaan darurat, laboratorim COE juga menempelkan nomor-nomor telepon yang harus dihubungi ketika terjadi keadaan darurat. Nomor telepon tersebut ditempel di ruang mahasiswa, ruang dosen, dan ruang *biprospecting*. Nomor telepon tersebut terdiri dari nomor telepon pemadam kebakaran, rumah sakit, polisi, PLN, *ambulance*, *SAR nasional*, dan internal UI. Laboratorium ini juga sudah pernah mengadakan latihan evakuasi, namun latihan ini tidak diadakan secara periodik. Latihan ini hanya diadakan sewaktu-waktu saja.

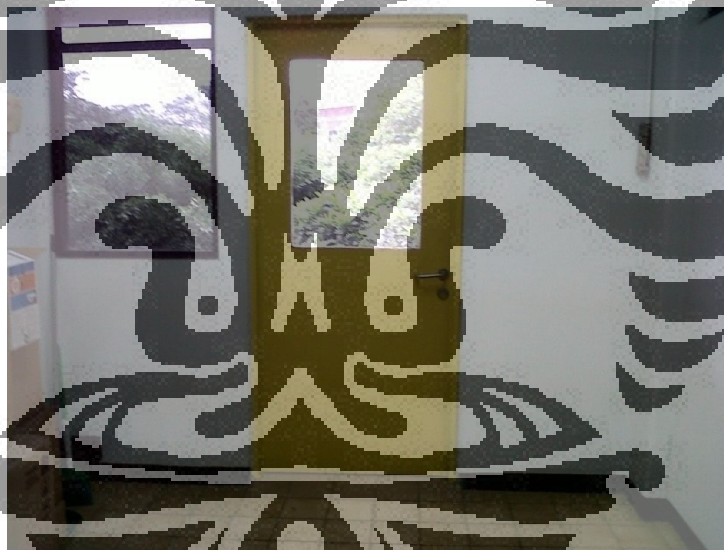


Gambar 6.3 *Emergency call*

Walaupun sudah mendapatkan pelatihan dan latihan evakuasi, laboratorium ini tidak memiliki prosedur operasional tertulis untuk bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, kebakaran, dan ledakan. Jalur evakuasi sudah tersedia, namun terdapat beberapa lampu yang mati di jalur evakuasi. Terdapat 2 buah tanda *exit* di laboratorium ini, namun lampu dari tanda *exit* tersebut sudah mati. Di jalur evakuasi juga terdapat tumpukan kardus yang dapat menghambat proses evakuasi. Selain itu pintu darurat juga selalu terkunci dengan alasan keamanan.



Gambar 6.4 Tumpukan kardus di jalur evakuasi

Gambar 6.5 Tanda *exit*

Gambar 6.6 Pintu darurat

6.2 Peralatan Laboratorium

Tabel 6.4 Peralatan Laboratorium COE IBR-GS

Peralatan Laboratorium	Peralatan-peralatan yang ada di laboratorium tidak diketahui apakah sudah disertifikasi atau belum
	Inspeksi yang teratur untuk melihat kondisi peralatan

	laboratorium tidak dilakukan
	Peralatan akan diperiksa hanya apabila terdapat gangguan atau kerusakan pada alat
	Tidak memiliki wadah khusus untuk membuang benda tajam
	Tidak memiliki autoklaf untuk proses dekontaminasi

Peralatan-peralatan yang ada di laboratorium ini tidak diketahui apakah sudah disertifikasi atau belum. Inspeksi yang teratur untuk melihat kondisi peralatan laboratorium tidak dilakukan. Peralatan akan diperiksa hanya apabila terdapat gangguan atau kerusakan pada alat. Laboratorium ini juga tidak memiliki wadah khusus untuk membuang benda tajam. Apabila terdapat gelas yang retak atau pecah, maka pecahannya akan dibungkus dengan koran lalu dimasukkan ke dalam plastik dan setelah itu dibuang ke tempat pembuangan sampah biasa.



Gambar 6.7 *microcentrifuge*

6.2.1 Peralatan Keselamatan

Tabel 6.5 Peralatan keselamatan laboratorium COE IBR-GS

Peralatan Keselamatan	Peralatan keselamatan yang digunakan <i>box cabinet</i> , <i>eye wash station</i> , dan <i>emergency shower</i>
------------------------------	---

	Terdapat dua <i>Eye wash station</i> dan <i>emergency shower</i> yang diletakkan di koridor laboratorium
	Tidak memiliki <i>biological safety cabinet</i>

Box cabinet digunakan oleh laboratorium dengan tujuan untuk melindungi pekerja dari bahaya yang dapat ditimbulkan oleh kapang, sehingga kapang tidak sampai masuk ke dalam sistem pernafasan manusia. Alat keselamatan lainnya yang ada di laboratorium ini adalah *eye wash station* dan *emergency shower*.



Gambar 6.8 Box Cabinet

Laboratorium ini memiliki dua buah *eye wash station* dan dua buah *emergency shower*. *Eye wash station* ini dipasang menjadi satu dengan *emergency shower*. Kedua alat ini diletakkan di koridor yang berada di laboratorium depan ruang *bioprospecting* dan di depan ruang



Universitas Indonesia

laboratorium transfer kapang.

Gambar 6.9 *Emergency shower* dan *eye wash station*

6.2.2 Alat Pelindung Diri

Tabel 6.6 Alat pelindung diri laboratorium COE IBR-GS

Alat Pelindung Diri	Pengeluaran spesimen dari amplop dilakukan di atas meja dan tidak menggunakan sarung tangan atau alat pelindung lainnya
	Jas laboratorium yang digunakan berliengan pendek
	Jas laboratorium wajib digunakan untuk setiap staf laboratorium yang akan bekerja di laboratorium
	Jas laboratorium tidak boleh digunakan keluar laboratorium
	Sarung tangan yang digunakan adalah sarung tangan dengan jenis <i>vinyl powder free</i>
	Sarung tangan digunakan ketika melakukan transfer spesimen
	Mencuci tangan sebelum dan sesudah bekerja di laboratorium
	Sebelum bekerja menggunakan alkohol untuk mensterilkan tangan dan meja
	Menggunakan <i>ear muff</i> di ruang laboratorium molekuler
Menggunakan masker dalam menangani kapang	

	Di dalam laboratorium harus menggunakan alas kaki berupa sandal terbuka
--	---

Pengeluaran spesimen dari paket yang dikirimkan ke laboratorium ini, tidak melalui penanganan atau alat pelindung diri khusus. Pengeluaran spesimen dilakukan di atas meja dan tidak menggunakan sarung tangan atau alat pelindung lainnya.

Alat pelindung diri yang digunakan di laboratorium COE ini terdiri dari :

- Jas laboratorium

Jas laboratorium yang digunakan berlengan pendek. Jas laboratorium yang berlengan pendek dipilih dengan alasan untuk kepraktisan dalam bekerja. Selain itu juga jas laboratorium dipilih untuk menghindari kemungkinan lengan jas terkena spiritus atau bahan-bahan lainnya yang berada di laboratorium.

Jas laboratorium wajib digunakan untuk setiap staf laboratorium yang akan bekerja di laboratorium. Setiap staf laboratorium memiliki jas laboratoriumnya masing-masing. Staf laboratorium tidak boleh memakai jas tersebut ke luar laboratorium atau membawanya pulang.



Gambar 6.10 Penggunaan jas laboratorium berlengan pendek

- Sarung tangan

Sarung tangan yang digunakan di laboratorium ini adalah sarung tangan dengan jenis *vinyl powder free*. Sarung tangan digunakan oleh staf laboratorium ketika melakukan transfer spesimen.

Staf laboratorium juga diwajibkan untuk mencuci tangan sebelum dan sesudah bekerja di laboratorium. Selain itu, sebelum bekerja, staf laboratorium harus menggunakan alkohol untuk mensterilkan tangan dan meja.

- Kacamata ultra violet

Kacamata ultra violet ini digunakan untuk melindungi mata dari sinar ultra violet.

- *Safety glasses*

- *Ear muff*

Ear muff digunakan di ruangan laboratorium molekuler. Di ruangan ini terdapat beberapa alat yang dapat menghasilkan bising yaitu *sequencer*, PCR, dan *centrifuge*. Namun, *ear muff* yang digunakan tidak diketahui daya serapnya.



Gambar 6.11 *ear muff*

- Masker

Masker yang digunakan adalah *dust mask*. Masker ini digunakan di ruang laboratorium yang menangani kapang. Penggunaan masker di laboratorium tersebut bertujuan untuk melindungi pekerja dari spora kapang yang dapat mengendap di paru-paru apabila terhirup. Namun, batas pemakaian dari *dust mask* ini tidak ditentukan. Penggantian masker oleh staf laboratorium tidak berdasarkan batas pemakaian dari *dust mask*, tetapi hanya berdasarkan perkiraan dari staf laboratorium.



Gambar 6.12 masker

o Alas kaki

Alas kaki yang digunakan oleh staf laboratorium berupa sandal terbuka yang terdiri dari dua warna, yaitu yang berwarna hijau dan berwarna biru. Sandal terbuka yang berwarna biru adalah sandal terbuka yang harus digunakan staf laboratorium atau pengunjung laboratorium yang berada di dalam ruang laboratorium, seperti ruang laboratorium molekuler, laboratorium *bioprospecting*, dan laboratorium penanganan kapang. Sedangkan sandal terbuka yang berwarna hijau dapat digunakan keluar ruangan laboratorium, seperti ke kamar mandi, musholla, ruang dosen, dan lain-lain.

Semua staf laboratorium atau pengunjung yang masuk ke laboratorium harus mengganti alas kakinya dengan sandal terbuka yang berwarna hijau. Sandal terbuka berwarna biru, sandal terbuka berwarna hijau, dan alas kaki lainnya diletakkan di rak yang sama.



Gambar 6.13 Penyimpanan alas kaki

6.2.3 Maintenance

Tabel 6.7 Kegiatan *maintenance* di laboratorium COE IBR-GS

<i>Maintenance</i>	Tidak ada jadwal inspeksi untuk sekering, lampu, kabel, pipa, <i>emergency shower</i> , <i>eye wash station</i> , dan lain-lain
	Perawatan untuk <i>sequencer</i> dilakukan 3 tahun sekali
	Perawatan atau perbaikan dilakukan oleh pihak perusahaan yang menjual barang tersebut
	Laboratorium dibersihkan oleh <i>cleaning service</i>

Fasilitas laboratorium seperti sekering, lampu, kabel, pipa, *emergency shower*, *eye wash station*, dan lain-lain tidak diinspeksi atau dirawat secara teratur. Sedangkan untuk peralatan seperti *sequencer* dilakukan perawatan 3 tahun sekali. Perawatan atau perbaikan terhadap peralatan yang ada dilakukan oleh perusahaan yang menjual barang tersebut.

Perusahaan penjual tersebut sebenarnya merekomendasikan untuk melakukan perawatan sebanyak sekali dalam setahun. Namun dikarenakan kendala biaya, maka pihak laboratorium melakukan perawatan hanya sekali dalam 3 tahun. *Cleaning*

service yang bertugas untuk membersihkan laboratorium sudah tersedia. *Cleaning service* ini adalah *cleaning service* dari FMIPA UI.

6.3 Desain dan Fasilitas Laboratorium

Tabel 6.8 Desain dan Fasilitas Laboratorium COE IBR-GS

Desain dan Fasilitas Laboratorium COE IBR-GS	Bangunan teratur dan terhindar dari halangan
	Bangunan bersih
	Tidak terdapat kerusakan struktur di lantai
	Dinding tidak kedap air sehingga sulit dibersihkan
	Alat kelengkapan, furnitur, dan meja dalam keadaan baik dan bersih
	Meja yang digunakan tidak tahan terhadap bahan kimia korosif
	Wastafel untuk mencuci tangan tidak terdapat di seluruh ruangan laboratorium
	Wastafel untuk mencuci tangan dan mencuci peralatan laboratorium tidak dipisahkan
	Laboratorium ini hanya memiliki cadangan listrik untuk <i>sequencer</i> yang hanya dapat bertahan selama 2 jam
	Fasilitas Penyimpanan
	<i>Freezer</i> tidak dapat dikunci
Sanitasi dan Fasilitas Staf	Toilet di laboratorium terdiri dari toilet khusus perempuan dan toilet khusus laki-laki
	Tersedia air minum yang terletak di ruang mahasiswa
	Tersedia air dingin, sabun, handuk, dan air panas
	Makan siang staf di ruang mahasiswa atau ruang dosen
	Tingkat kebisingan di ruang molekuler mengganggu staf laboratorium
	Setiap ruang laboratorium memiliki <i>air conditioning</i>

	(AC)
	AC di ruang laboratorium molekuler dinyalakan selama 24 jam.
	<i>Exhaust</i> dinyalakan setelah melakukan sterilisasi ruangan dengan menggunakan formalin.
Pencahayaannya	Belum pernah ada pengukuran cahaya
	Lampu-lampu yang ada di tiap ruangan laboratorium berfungsi dengan baik
	Terdapat beberapa lampu yang mati di sepanjang koridor

Bangunan laboratorium ini memiliki 2 pintu, yang pertama adalah pintu masuk laboratorium yang terletak di bagian depan laboratorium dan yang ke-2 adalah pintu darurat yang terletak di bagian belakang laboratorium. Pintu darurat ini berfungsi sebagai pintu keluar ketika terjadi keadaan darurat seperti bencana alam, kebakaran, dan lain-lain. Dikarenakan alasan keamanan, pintu darurat ini selalu dikunci sehingga tidak ada orang yang dapat masuk melalui pintu darurat tersebut.

Bangunan laboratorium ini sudah cukup teratur karena tidak terlalu banyak barang atau peralatan yang menghalangi jalan atau menghalangi area kerja dari staf laboratorium. Namun, terdapat penumpukan kardus yang cukup tinggi di jalur evakuasi yang terletak di depan laboratorium transfer kapang. Hal ini dikhawatirkan akan mengganggu proses evakuasi ketika terjadi bencana alam karena akan menghalangi jalur evakuasi atau berpotensi menimpa orang yang melewati jalur tersebut.

Lantai yang ada tidak mengalami kerusakan struktur, sehingga aman untuk dilalui. Namun, dinding yang ada tidak kedap terhadap cairan sehingga akan sulit untuk dibersihkan. Hal lain yang menjadi kekurangan dari laboratorium tersebut adalah sudut-sudut dinding yang membentuk sudut 90°, sehingga dikhawatirkan terdapat mikroorganisme yang mengendap di sudut-sudut tersebut dikarenakan sulit untuk dibersihkan.



Gambar 6.14 Lantai dan meja laboratorium

Alat kelengkapan, furnitur, dan meja dalam keadaan baik dan bersih. Namun, meja yang digunakan tidak tahan terhadap bahan kimia korosif dikarenakan bahan kimia yang banyak digunakan di laboratorium ini adalah bahan kimia yang bersifat karsinogen.

Wastafel untuk mencuci tangan tidak terdapat di seluruh ruangan laboratorium. Wastafel hanya tersedia di ruang laboratorium *bioprospecting* dan ruang laboratorium molekuler. Sedangkan untuk laboratorium transfer kapang, tidak tersedia wastafel. Wastafel ini digunakan untuk cuci tangan dan juga untuk mencuci peralatan laboratorium. Jadi, tidak ada pemisahan antara wastafel untuk cuci tangan dengan wastafel untuk mencuci peralatan laboratorium.



Gambar 6.15 Wastafel laboratorium

Laboratorium ini hanya memiliki cadangan listrik untuk *sequencer* yang hanya dapat bertahan selama 2 jam. Jadi apabila terjadi padam listrik, *sequencer* ini masih dapat menyala selama 2 jam. Namun, untuk peralatan lainnya tidak terdapat cadangan listrik.

6.3.1 Fasilitas Penyimpanan

Fasilitas penyimpanan, rak, dan lain-lain dalam kondisi yang bersih dan rapi. Barang yang disimpan di atas meja, bebas dari tergelincir karena tidak disimpan di pinggir meja. Di laboratorium ini juga disediakan rak yang khusus digunakan untuk penempatan alat-alat tulis. Namun untuk area penyimpanan seperti *freezer*, kunci tidak tersedia. Hal ini menyebabkan *freezer* dapat diakses oleh siapapun.



Gambar 6.16 Fasilitas penyimpanan spesimen

6.3.2 Sanitasi dan Fasilitas Staf

Laboratorium ini dalam kondisi bersih dan rapi karena setiap 2 hari sekali dibersihkan oleh *cleaning service*. Toilet di laboratorium terdiri dari toilet khusus perempuan dan toilet khusus laki-laki. Di laboratorium ini juga tersedia air minum yang terletak di ruang mahasiswa, tersedia air dingin, sabun, handuk, dan air panas. Ruang ganti dan loker untuk baju biasa tidak tersedia karena untuk memasuki laboratorium tidak diperlukan mengganti baju.

Untuk makan siang, staf laboratorium menggunakan ruang mahasiswa atau ruang dosen. Tingkat kebisingan di laboratorium ini belum pernah diukur. Namun menurut pengakuan staf laboratorium, tingkat kebisingan di ruang molekuler cukup

mengganggu sehingga mereka menggunakan *ear muff* untuk melindungi pendengaran mereka.

Setiap ruang laboratorium memiliki *air conditioning* (AC) yang dipasang untuk membuat temperatur ruangan menjadi nyaman. Selain untuk membuat temperatur ruangan menjadi nyaman, AC yang digunakan juga berguna untuk menjaga peralatan laboratorium agar tetap dalam kondisi baik. Untuk menjaga kondisi spesimen tersebut, maka AC di ruang laboratorium molekuler dinyalakan selama 24 jam. Selain AC, sistem ventilasi lain yang digunakan adalah *exhaust*. *exhaust* ini biasanya dinyalakan setelah melakukan sterilisasi ruangan dengan menggunakan formalin.

6.3.3 Pencahayaan

Penerangan yang ada di laboratorium ini belum pernah diukur, sehingga memadai atau tidaknya penerangan di laboratorium ini belum dapat diketahui. Lampu-lampu yang ada di tiap ruangan laboratorium berfungsi dengan baik, namun lain halnya dengan lampu yang ada di sepanjang koridor. Terdapat beberapa lampu yang mati di sepanjang koridor, sehingga membuat penerangan di sepanjang koridor sedikit gelap.

6.4 Pengelolaan Limbah

Tabel 6.9 Pengelolaan Limbah

Pengelolaan Limbah	Tidak memiliki prosedur pengelolaan limbah secara tertulis
	Tidak memiliki tempat sampah khusus untuk benda tajam
	Benda tajam seperti pecahan kaca dan sebagainya dibuang dengan cara dibungkus dengan koran dan plastik yang kemudian langsung dibuang ke tempat sampah biasa

	Limbah kertas dan plastik yang mengandung bahan kimia akan dipisahkan dengan kertas atau plastik yang mengandung mikroorganisme.
	Limbah ini akan dibuang di tempat pembuangan sampah biasa di mana sampah-sampah lain yang bukan berasal dari laboratorium juga dibuang
	Limbah yang bersifat karsinogen tetap disimpan
	Limbah cair yang mengandung mikroorganisme akan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf yang kemudian akan dibuang melalui wastafel

Laboratorium ini tidak memiliki prosedur pengelolaan limbah secara tertulis. laboratorium ini juga tidak memiliki tempat sampah khusus untuk benda tajam. Benda tajam seperti pecahan kaca dan sebagainya dibuang dengan cara dibungkus dengan koran dan plastik yang kemudian langsung dibuang ke tempat sampah biasa.

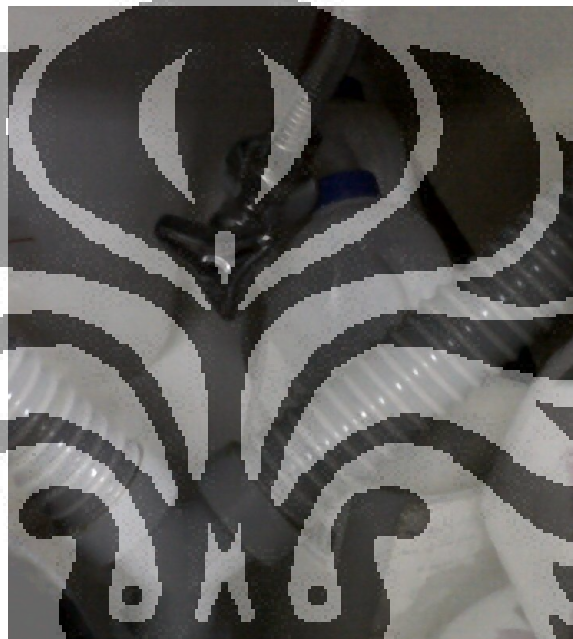


Gambar 6.17 Tempat pembuangan sampah laboratorium

Pembuangan sampah berupa plastik dan kertas dilakukan oleh *cleaning service*. Kertas dan plastik ini ada yang mengandung bahan kimia dan ada yang mengandung mikroorganisme. Limbah kertas dan plastik yang mengandung bahan kimia akan dipisahkan dengan kertas atau plastik yang mengandung mikroorganisme. Namun, pembuangan dari limbah ini pada akhirnya akan disatukan kembali di tempat

pembuangan sampah biasa. Limbah ini akan dibuang oleh *cleaning service* di tempat pembuangan sampah biasa di mana sampah-sampah lain yang bukan berasal dari laboratorium juga dibuang.

Limbah yang bersifat karsinogen tetap disimpan karena pihak laboratorium tidak memiliki tempat pembuangan khusus untuk limbah karsinogen. Sedangkan limbah cair yang mengandung mikroorganisme akan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf yang kemudian akan dibuang melalui wastafel.



Gambar 6.18 Penyimpanan limbah karsinogen

6.4.1 Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi

Tabel 6.10 Prosedur disinfeksi dan sterilisasi

Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi	Tidak memiliki prosedur tertulis mengenai prosedur dekontaminasi
	Tidak menggunakan disinfektan
	Sterilisasi dengan menggunakan autoklaf
	Sarung tangan tidak melewati proses sterilisasi terlebih dahulu ketika ingin dibuang

Laboratorium ini tidak memiliki prosedur tertulis mengenai prosedur dekontaminasi. Laboratorium ini juga tidak menggunakan disinfektan. Dekontaminasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf. Autoklaf ini tidak dimiliki sendiri oleh laboratorium, sehingga untuk melakukan dekontaminasi staf laboratorium harus terlebih dahulu ke laboratorium mikrobiologi yang letaknya berdekatan dengan laboratorium COE IBR-GS.

Sarung tangan yang digunakan oleh pekerja tidak melalui proses dekontaminasi terlebih dahulu sebelum pembuangan. Sarung tangan tersebut akan langsung dibuang ke tempat sampah.

6.5 Organisasi Keselamatan dan Pelatihan untuk Pekerja

6.5.1 Organisasi Keselamatan

Tabel 6.11 Organisasi keselamatan di laboratorium COE IBR-GS

Organisasi Keselamatan	Terdapat organisasi keselamatan universitas yaitu OSHE UI
	Tidak ada penunjukkan khusus untuk <i>biosafety officer</i> laboratorium
	Pengawasan terhadap penerapan peraturan keselamatan yang ada dilakukan oleh para staf laboratorium dan juga kepala laboratorium

Di laboratorium ini belum ada organisasi keselamatan seperti *biosafety committee*. Namun, organisasi keselamatan universitas sudah terbentuk yaitu OSHE UI. *Biosafety officer* juga belum ada untuk laboratorium ini. Jadi, untuk kebijakan *biosafety* yang ada di laboratorium ini, masih berbentuk lisan dan tidak dalam bentuk tertulis. Pengawasan terhadap penerapan peraturan keselamatan yang ada hanya dilakukan oleh para staf laboratorium dan juga kepala laboratorium. Laboratorium ini juga belum memiliki pedoman dalam melaksanakan dan menerapkan *biosafety* dan *biosecurity*.

Ketiadaan *biosafety officer* juga berakibat pada tidak adanya *risk assessment* yang dilakukan untuk pembuatan atau pengembangan kebijakan *biosafety* di laboratorium.

6.5.2 Pelatihan Untuk Pekerja

Tabel 6.12 Pelatihan untuk pekerja

Pelatihan untuk pekerja	Merencanakan untuk mengadakan pelatihan setahun sekali bagi mahasiswa yang akan mengadakan penelitian di COE
	Staf labotatorium mendapatkan <i>training</i> dari pihak DRPM UI
	Materi yang didapat adalah mengenai penggunaan dan fungsi <i>biological safety cabinet</i> , <i>chemical safety</i> , <i>biosafety</i> , penggunaan alat pelindung diri, metode penanganan spesimen, pengenalan dan penggunaan alat laboratorium, pengelolaan limbah, pertolongan pada kecelakaan, pemadam kebakaran dini, pelaporan bahaya, dan risiko inhalasi dan ingesti

Staf laboratorium di COE sebelumnya belum pernah mendapatkan pelatihan/*training* mengenai *chemical safety* di laboratorium. Staf laboratorium baru mendapatkannya ketika pihak DRPM-UI yang bekerja sama dengan K3L UI mengadakan program pelatihan *chemical safety* untuk laboratorium-laboratorium yang ada di Universitas Indonesia.

Pelatihan yang didapatkan staf laboratorium, membuat staf laboratorium mulai memberikan pelatihan yang diperuntukkan bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian di laboratorium COE. Jadi, sebelum melakukan penelitian mahasiswa wajib untuk mengikuti pelatihan kecil yang diadakan oleh laboratorium COE.

Materi yang diterima oleh staf laboratorium dan mahasiswa yang akan melakukan penelitian di laboratorium COE adalah penggunaan dan fungsi *biological safety cabinet*, *chemical safety*, biosafety, penggunaan alat pelindung diri, metode penanganan spesimen, pengenalan dan penggunaan alat laboratorium, pengelolaan limbah, pertolongan pada kecelakaan, pemadam kebakaran dini, pelaporan bahaya, dan risiko inhalasi dan ingesti.

6.6 Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik

6.6.1 Bahan Kimia

Tabel 6.13 Penanganan bahan kimia

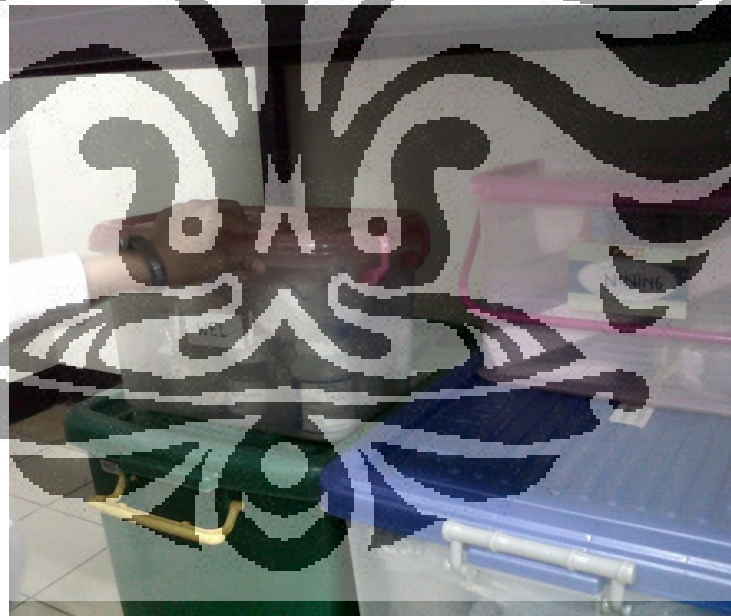
Penanganan Bahan Kimia	Bahan kimia yang tidak digunakan diletakkan di rak yang tersedia, kontainer, atau di dalam kulkas
	Bahan kimia yang ada diberikan label
	bahan-bahan <i>flammable</i> tidak ada tempat penyimpanan khusus, bahan-bahan tersebut hanya ditempatkan di lantai, di bawah meja, atau di sudut ruangan.
	ketika terjadi tumpahan bahan kimia, staf laboratorium menggunakan kain lap atau <i>tissue</i> untuk membersihkannya
	Menggunakan keranjang untuk mengangkat botol-botol bahan kimia
	Tidak ada prosedur khusus ketika terjadi tumpahan bahan kimia
	Tidak ada prosedur khusus untuk penyimpanan bahan kimia

Bahan kimia yang sedang tidak diperlukan dan tidak digunakan diletakkan di tempat yang tidak mengganggu proses kerja. Bahan kimia tersebut diletakkan di rak yang tersedia, kontainer, atau di dalam kulkas. Semua bahan kimia yang ada diberikan label, sehingga pekerja dapat mengidentifikasi bahan kimia yang ada.

Untuk bahan-bahan *flammable* tidak ada tempat penyimpanan khusus, bahan-bahan tersebut hanya ditempatkan di lantai, di bawah meja, atau di sudut ruangan.



Gambar 6.19 Penyimpanan bahan *flammable*



Gambar 6.20 Penyimpanan bahan kimia

Laboratorium tidak memiliki *spill kit*, sehingga ketika terjadi tumpahan staff laboratorium hanya menggunakan kain lap atau *tissue*. Sebenarnya cara untuk menangani tumpahan sudah diberikan dalam pelatihan yang sudah didapat, namun dalam praktiknya prosedur penanganan tumpahan tidak dapat dipraktikan dengan

tepat. Untuk mengangkut botol-botol yang berisi bahan kimia, laboratorium ini menggunakan keranjang.

6.6.2 Pencegahan dan Proteksi Kebakaran

Tabel 6.14 Pencegahan dan proteksi kebakaran laboratorium

Pencegahan dan Proteksi Kebakaran	Tidak ada sistem alarm kebakaran, sistem deteksi kebakaran, dan alat pemadam kebakaran
	Menggunakan <i>emergency towel</i> untuk menanggulangi kebakaran
	Jalur evakuasi jika terjadi kebakaran sudah tersedia

Sistem pencegahan dan proteksi kebakaran di laboratorium ini belum diterapkan dengan baik. Sistem alarm kebakaran, sistem deteksi kebakaran, dan alat pemadam kebakaran belum ada di laboratorium ini. Alat pemadam kebakaran yang ada hanya *emergency towel* yang digunakan apabila terjadi kebakaran kecil.

Untuk jalur evakuasi jika terjadi kebakaran sudah tersedia, namun lampu pada tanda *exit* yang ada tidak menyala. Hal ini akan mengakibatkan tidak terlihatnya tanda *exit* jika ruangan dan lorong dalam keadaan gelap. Jalur evakuasi yang ada sedikit terhalang oleh tumpukan kardus yang cukup tinggi yang diletakkan di depan ruang laboratorium transfer kapang. Pintu darurat yang digunakan juga selalu terkunci dengan alasan keamanan. Hal ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam proses evakuasi.

6.6.3 Bahaya Elektrik

Tabel 6.15 Penanganan bahaya elektrik

Penanganan Elektrik	Bahaya	Kabel penyambung dari semua peralatan tidak terlalu panjang dan dalam kondisi yang baik
		Stop kontak yang ada disambungkan dengan satu alat

	Stop kontak untuk komputer menggunakan <i>extension</i>
--	---

Kabel penyambung dari semua peralatan tidak terlalu panjang dan dalam kondisi yang baik. Setiap stop kontak yang ada disambungkan dengan satu alat. Namun, khusus untuk komputer stop kontak yang digunakan disambung dengan *extension* sehingga satu stop kontak dapat digunakan oleh beberapa komputer.



Gambar 6.21 Penggunaan *extension*

6.7 Surveilens Medis dan Kesehatan Pekerja

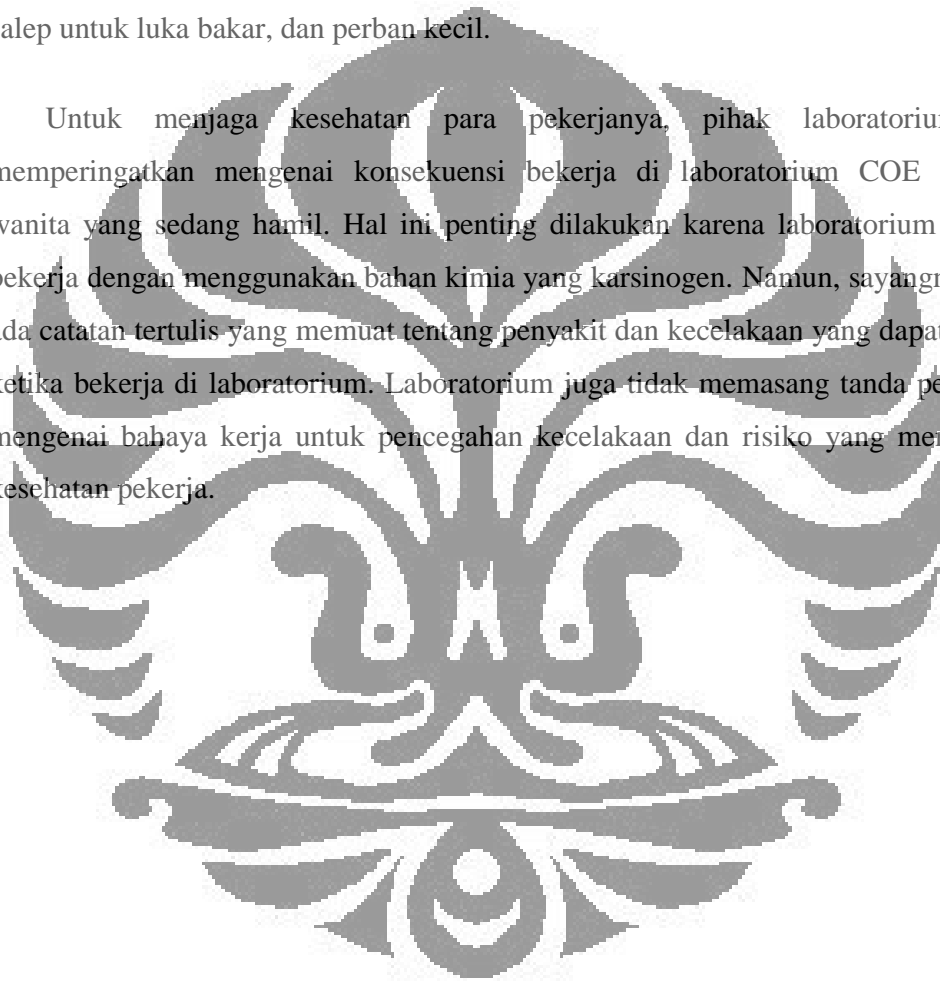
Tabel 6.16 Surveilens medis dan kesehatan pekerja

Surveilens Medis dan Kesehatan Pekerja	Tidak ada layanan kesehatan bagi pekerja
	Terdapat kotak pertolongan pertama yang berjumlah satu buah
	Kotak pertolongan pertama berisi obat pusing, plester, obat merah, salep untuk luka bakar, dan perban kecil
	Memperingatkan konsekuensi bekerja di laboratorium COE terhadap wanita yang sedang hamil
	Tidak ada catatan tertulis yang memuat tentang penyakit dan kecelakaan yang dapat muncul ketika bekerja di laboratorium
	Tidak memasang tanda peringatan mengenai bahaya

	kerja untuk pencegahan kecelakaan dan risiko yang mengancam kesehatan pekerja
--	---

Laboratorium ini tidak menyediakan layanan kesehatan bagi pekerjanya. Hal ini dikarenakan agen yang ditangani di laboratorium ini diketahui tidak berbahaya bagi kesehatan manusia. Namun, laboratorium ini tetap menyediakan kotak pertolongan pertama yang terletak di ruang laboratorium *bioprospecting*. Kotak pertolongan pertama ini hanya berjumlah satu buah dan berisi obat pusing, plester, obat merah, salep untuk luka bakar, dan perban kecil.

Untuk menjaga kesehatan para pekerjanya, pihak laboratorium juga memperingatkan mengenai konsekuensi bekerja di laboratorium COE terhadap wanita yang sedang hamil. Hal ini penting dilakukan karena laboratorium ini juga bekerja dengan menggunakan bahan kimia yang karsinogen. Namun, sayangnya tidak ada catatan tertulis yang memuat tentang penyakit dan kecelakaan yang dapat muncul ketika bekerja di laboratorium. Laboratorium juga tidak memasang tanda peringatan mengenai bahaya kerja untuk pencegahan kecelakaan dan risiko yang mengancam kesehatan pekerja.



BAB 7

PEMBAHASAN

7.1 Keterbatasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian, peneliti menggunakan *checklist* atau daftar tilik sehingga waktu yang diperlukan untuk melakukan pengamatan tidak secara kontinyu. Pengamatan hanya dilakukan pada waktu tertentu saja dan dalam jangka waktu yang singkat. Peneliti juga tidak dapat melihat keseluruhan aktivitas yang dilakukan oleh staf laboratorium dalam satu hari penuh.

Keterbatasan pengamatan yang dilakukan, menyebabkan peneliti tidak bisa mendapatkan beberapa informasi yang dibutuhkan. Oleh karena itu, peneliti mencoba mendapatkan informasi tersebut dengan melakukan wawancara tidak terstruktur kepada asisten laboratorium. Hal ini menyebabkan terdapat beberapa informasi yang bukan didapat dari pengamatan langsung peneliti di lapangan, melainkan informasi dari asisten laboratorium.

7.2 Kode Praktik

7.2.1 Akses Laboratorium

Menurut WHO dan *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada, akses masuk ke dalam laboratorium hanya terbatas bagi pihak berwenang saja. Setiap orang yang memasuki laboratorium ini harus mendapatkan izin dari kepala laboratorium, sehingga akses masuk laboratorium memang dibatasi hanya untuk pihak tertentu saja. Hal ini sejalan dengan standar yang dikeluarkan oleh CDC. Laboratorium ini memberlakukan peraturan yang sama, namun hal ini tidak didukung dengan sistem peralatan keamanan yang lengkap. Pintu menuju laboratorium ini dapat diakses oleh siapapun karena sistem keamanan pintu dengan menggunakan kartu sudah rusak, sehingga pengamanan hanya mengandalkan kunci saja. Sedangkan pintu laboratorium dikunci hanya ketika tidak ada lagi kegiatan di laboratorium. Hal ini

mengakibatkan pada saat jam kerja, pintu laboratorium terbuka dan dapat dimasuki oleh siapa pun.

Pintu yang digunakan oleh laboratorium ini adalah pintu yang dapat menutup sendiri, sehingga pintu tidak akan terus terbuka, pintu juga digunakan sebagai pemisah antara laboratorium dan area publik, serta pintu ini juga cukup besar untuk dapat dilewati oleh barang-barang laboratorium. Hal ini sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada. Selain dipisahkan oleh pintu, laboratorium ini terletak di lantai 2, sehingga laboratorium ini memang sudah terpisah dengan area publik.

Pembatasan akses masuk ke laboratorium sangat berpengaruh terhadap penerapan *biosecurity* di laboratorium ini. Dengan adanya pembatasan akses ke dalam laboratorium, membuat orang-orang yang bermaksud tidak baik memiliki kesempatan yang kecil untuk memasuki laboratorium ini. Namun, hal ini juga harus didukung oleh sistem yang baik dan lengkap. Sistem yang baik dan lengkap ini yang belum dimiliki oleh laboratorium ini.

Menurut WHO, untuk menerapkan sistem *biosecurity* yang baik diperlukan adanya *risk assessment*. *Risk assessment* ini dilakukan untuk mengetahui risiko yang dapat timbul akibat kurangnya pengamanan yang ada. *Risk assessment* berdasarkan ketentuan WHO ini belum pernah dilakukan di laboratorium COE IBR-GS.

Walaupun laboratorium ini belum melakukan *risk assessment* yang ditentukan WHO, laboratorium ini sudah memperhatikan masalah keamanan ketika laboratorium sudah tidak ada aktivitas lagi dengan mengunci seluruh pintu yang ada di laboratorium ini. Untuk memperketat keamanan di laboratorium ini, penting juga untuk memasang pintu dan jendela anti pecah. Hal ini dilakukan untuk menjaga barang-barang yang ada di dalam laboratorium tetap terjaga dari serangan luar.

Secara keseluruhan laboratorium ini sudah menerapkan peraturan yang baik mengenai pembatasan akses, namun akan lebih baik apabila didukung oleh peralatan keamanan yang baik seperti pengunci pintu otomatis dan kaca serta jendela anti pecah

7.2.2 Prosedur Laboratorium

Prosedur umum yang diterapkan di laboratorium ini meliputi:

1. Penggunaan jas laboratorium dan alat pelindung diri lainnya apabila diperlukan
2. Mengganti alas kaki dengan sandal terbuka
3. Mencuci tangan sebelum dan sesudah bekerja
4. Menyemprotkan alkohol pada meja kerja dan tangan sebelum bekerja.
5. Menyemprotkan alkohol pada tangan, alat, dan permukaan kerja setelah bekerja

Prosedur yang ada di laboratorium, seperti prosedur di atas tidak didokumentasikan oleh pihak laboratorium. Oleh karena itu, laboratorium ini juga belum memiliki *standard operating procedure*. Begitu pula dengan tanda-tanda peringatan mengenai cara bekerja juga tidak dipasang di area kerja ini. SOP dan tanda peringatan lainnya sangat penting untuk ditetapkan dan dipasang sebagai petunjuk kerja bagi staf laboratorium dan juga sebagai pengingat bagi staf laboratorium dalam bekerja dengan baik dan benar.

Menurut *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada, dikatakan bahwa dokumen pedoman prosedur keselamatan harus tersedia untuk semua staf. Hal ini menunjukkan bahwa *standard operating procedure* sangat penting untuk dilakukan, tidak hanya agar pekerja dapat bekerja dengan benar tetapi juga agar pekerja dapat bekerja dengan selamat. Pedoman ini juga harus diulas dan *update* secara teratur.

Salah satu prosedur laboratorium yang sudah sesuai dengan prosedur laboratorium menurut WHO adalah tidak melakukan *pipetting* dengan

menggunakan mulut. *Pipetting* di laboratorium ini dilakukan dengan menggunakan *pipetting aid*, sehingga pekerja dapat terhindar dari masuknya bahan berbahaya ke dalam tubuh melalui mulut. Selain itu laboratorium ini juga membatasi penggunaan jarum suntik, sehingga kemungkinan pekerja terinfeksi melalui jarum suntik sangat kecil.

Walaupun penggunaan jarum suntik jarang dilakukan, kebijakan dalam menangani benda tajam harus tetap diperhitungkan. Benda tajam ini tidak hanya berasal dari jarum suntik, tapi juga dapat berasal dari alat-alat yang terbuat dari kaca, seperti tabung reaksi. Apabila ingin membuang benda-benda tajam seperti pecahan tersebut, pekerja harus menggunakan wadah khusus untuk benda tajam agar benda tajam tersebut tidak mengenai pekerja. Namun, hal tersebut masih belum diterapkan oleh laboratorium ini. Laboratorium ini hanya membungkus benda tajam yang ingin dibuang dengan koran dan plastik.

Apabila terjadi tumpahan di laboratorium ini, pekerja hanya akan mengelapnya dengan *tissue* atau kain. Prosedur penanggulangan tumpahan ini tidak sesuai dengan standar yang dikeluarkan CDC. Menurut CDC, apabila terdapat tumpahan maka bagian yang terkena tumpahan tersebut harus melalui proses dekontaminasi. Namun, laboratorium COE IBR-GS tidak melakukan proses dekontaminasi tersebut. Pembersihan dengan menggunakan *tissue* seperti yang dilakukan oleh laboratorium ini, juga berbahaya bagi pekerja. Pembersihan dengan *tissue* dikhawatirkan dapat berpotensi terkenanya pekerja dengan bahan yang tumpah tersebut. Hal ini dikarenakan *tissue* adalah bahan yang tipis dan dapat menyerap zat cair.

Semua prosedur di laboratorium ini juga tidak didokumentasikan, termasuk prosedur penanggulangan tumpahan. Dengan adanya prosedur penanggulangan tumpahan yang didokumentasikan dan ditempatkan di tempat yang sesuai, dapat berguna bagi kinerja para staf laboratorium salah satunya dalam hal penanggulangan tumpahan.

Selain prosedur penanggulangan tumpahan yang tidak benar dan tidak adanya prosedur yang didokumentasikan, hal lain yang berpengaruh terhadap kesalahan penanggulangan ini adalah tidak adanya alat-alat yang dikhususkan untuk menanggulangi tumpahan (*spill kit*). Dengan adanya *spill kit* ini, maka penanggulangan tumpahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan barang-barang yang benar. Oleh karena itu, penting bagi laboratorium ini untuk menyediakan *spill kit* di dalam laboratorium.

Laboratorium ini juga sering mendapatkan kiriman spesimen yang akan diteliti di laboratorium tersebut. Spesimen tersebut biasanya dikirim dalam sebuah amplop coklat yang didalamnya terdapat tabung reaksi yang berisi spesimen. Tabung reaksi yang digunakan terbuat dari kaca, sehingga mudah pecah dan dapat merusak spesimen, serta dapat membahayakan orang yang menangani paket tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya paket yang aman untuk melindungi spesimen tersebut. Paket yang dikirim akan lebih aman apabila dikirim dengan sistem *basic triple packaging* yang terdiri dari 3 lapis yaitu , *primary receptacle*, *secondary packaging*, dan *outer packaging*.

Larangan makan, minum, dan penyimpanan makanan dan minuman di laboratorium sudah diterapkan, walaupun tidak didokumentasikan. Pekerja laboratorium biasanya melakukan kegiatan makan dan minum di ruang mahasiswa atau ruang dosen. Untuk air minum juga sudah disediakan di ruangan mahasiswa, tidak di dalam laboratorium.

7.2.3 Prosedur dan Rencana Darurat

Untuk menangani keadaan darurat, laboratorim COE menempelkan nomor-nomor telepon yang harus dihubungi ketika terjadi keadaan darurat. Nomor telepon tersebut dipasang di ruang mahasiswa, ruang dosen, dan ruang *biprospecting*. Nomor telepon tersebut terdiri dari nomor telepon pemadam kebakaran, rumah sakit, dan internal UI, polisi, PLN, *ambulance*, dan SAR nasional. Laboratorium ini juga sudah pernah mengadakan latihan evakuasi, namun latihan ini tidak diadakan secara periodik. Latihan ini hanya

diadakan sewaktu-waktu saja. Pelatihan seperti ini sebaiknya dilakukan secara periodik, agar staf laboratorium menjadi terlatih dalam proses evakuasi ini.

Walaupun sudah mendapatkan pelatihan dan latihan evakuasi, laboratorium ini tidak memiliki prosedur operasional tertulis untuk bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, kebakaran, dan ledakan. Sedangkan menurut WHO, rencana darurat harus memuat prosedur operasional untuk rencana tindakan pencegahan untuk menghadapi bencana alam, *biohazard risk assessment*, manajemen insiden-pajanan dan dekontaminasi, evakuasi darurat untuk orang dan hewan dari bangunan, perawatan medis darurat untuk orang terpajan dan terluka, surveilans untuk orang yang terpajan, manajemen klinis dari orang terpajan, investigasi epidemiologi. Oleh karena itu, diperlukan adanya perbaikan mengenai sistem rencana darurat di laboratorium ini.

Jalur evakuasi sudah tersedia, namun terdapat beberapa lampu yang mati di jalur evakuasi. Terdapat 2 buah tanda *exit* di laboratorium ini, namun lampu dari tanda *exit* tersebut sudah mati. Di jalur evakuasi juga terdapat tumpukan kardus yang dapat menghambat proses evakuasi. Selain itu pintu darurat juga selalu terkunci dengan alasan keamanan.

Perawatan terhadap alat-alat yang mendukung terhadap keberhasilan evakuasi harus selalu diperhatikan dan dilakukan. Perawatan dan pemeriksaan tersebut dapat dilakukan secara periodik dan apabila terdapat terdapat sesuatu yang harus diperbaiki, harus diperbaiki secepatnya. Begitu pula dengan perbaikan tanda *exit* dan lampu juga harus dilakukan dengan segera. Jalur evakuasi yang ada juga seharusnya bebas dari barang-barang yang berpotensi menghalangi jalur. Tumpukan kardus yang ada lebih baik diletakkan di gudang atau tempat khusus, sehingga tidak menghalangi jalur evakuasi.

Selain jalur evakuasi dan pintu darurat, laboratorium ini belum memiliki prosedur penanggulangan tumpahan yang baik dan juga tidak memiliki alat pemadam api ringan yang dapat digunakan apabila terjadi nyala

api. Laboratorium ini hanya menggunakan *emergency towel* untuk menanggulangi potensi terjadinya kebakaran. Laboratorium ini harus tetap menyediakan alat pemadam api ringan untuk mengatasi nyala api yang lebih besar.

7.3 Peralatan Laboratorium

Peralatan-peralatan yang ada di laboratorium ini tidak diketahui apakah sudah disertifikasi atau belum. Inspeksi yang teratur untuk melihat kondisi peralatan laboratorium tidak dilakukan. Peralatan akan diperiksa hanya apabila terdapat gangguan atau kerusakan pada alat. Menurut WHO, peralatan yang digunakan harus diuji secara teratur untuk melihat apakah alat masih berfungsi dengan baik atau tidak. Oleh karena itu, laboratorium harus mulai menetapkan kebijakan untuk menguji peralatan yang ada secara rutin.

Laboratorium ini juga tidak memiliki wadah khusus untuk membuang benda tajam. Apabila terdapat gelas yang retak atau pecah, maka pecahannya akan dibungkus dengan koran lalu dimasukkan ke dalam plastik dan setelah itu dibuang ke tempat pembuangan sampah biasa. Namun apabila terdapat gelas yang retak atau pecah, gelas tersebut akan dibuang dan tidak digunakan lagi oleh pihak laboratorium.

7.3.1 Peralatan Keselamatan

Box cabinet digunakan oleh laboratorium dengan tujuan untuk melindungi pekerja dari bahaya yang dapat ditimbulkan oleh kapang. Sedangkan autoklaf adalah alat yang dapat digunakan untuk sterilisasi bahan yang terkontaminasi. Autoklaf ini tidak terdapat di laboratorium COE IBR-GS, namun terdapat di laboratorium mikrobiologi yang letaknya tidak jauh dari laboratorium COE IBR-GS. Oleh karena itu, proses dekontaminasi bahan atau alat yang terkontaminasi dilakukan di laboratorium mikrobiologi.

Laboratorium ini tidak memiliki *biological safety cabinet* sebagai alat untuk menangani proses yang berpotensi menimbulkan aerosol atau cipratan. Untuk menangani bahan-bahan berbahaya biasanya hanya dilakukan di *open*

bench atau di dalam *box cabinet* apabila melakukan transfer kapang. *Biological safety cabinet* sebaiknya dimiliki oleh laboratorium ini, sehingga pekerja dapat lebih terlindungi dari bahaya aerosol infeksius atau cipratan.

Alat keselamatan lainnya yang ada di laboratorium ini adalah *eye wash station* dan *emergency shower*. Laboratorium ini memiliki dua buah *eye wash station* dan dua buah *emergency shower*. *Eye wash station* ini dipasang menjadi satu dengan *emergency shower*. *Emergency shower* di laboratorium ini tidak memiliki saluran untuk membuang air yang keluar dari *emergency shower*. Sebaiknya *emergency shower* ini memiliki saluran dan penadah air yang ditempatkan di bawah *emergency shower*, sehingga lantai tidak menjadi basah dan licin akibat air. Peralatan ini tidak diuji secara rutin. Oleh karena itu, perlu adanya perawatan dan pengujian alat secara rutin. Hal ini dilakukan karena peralatan ini penting digunakan saat keadaan darurat.

Untuk melindungi pekerja dari bahaya aerosol sebaiknya laboratorium juga memiliki *biological safety cabinet*. Selain itu autoklaf juga penting untuk dimiliki untuk proses dekontaminasi.

7.3.2 Alat Pelindung Diri

Pengeluaran spesimen dari paket yang dikirimkan ke laboratorium ini, tidak melalui penanganan atau alat pelindung diri khusus. Pengeluaran spesimen dilakukan di atas meja dan tidak menggunakan sarung tangan atau alat pelindung lainnya. Dalam menangani spesimen, sangat penting untuk menggunakan alat pelindung diri yang lengkap. Salah satunya adalah ketika mengeluarkan spesimen dari paket. Pengeluaran spesimen tersebut juga harus menggunakan alat pelindung yang tepat. Untuk mencegah kontak langsung antara spesimen dan kulit, maka penggunaan sarung tangan menjadi penting dilakukan.

Sarung tangan yang digunakan di laboratorium ini adalah sarung tangan sekali pakai, namun dalam praktiknya sarung tangan ini digunakan beberapa kali oleh pekerja. Menurut CDC, sarung tangan sekali pakai tidak boleh dicuci

dan digunakan kembali. Oleh karena itu, sebaiknya para pekerja tidak menggunakan kembali sarung tangan yang sudah pernah dipakai.

Alas kaki yang digunakan di laboratorium ini adalah berupa sandal terbuka. Hal ini bertentangan dengan ketentuan yang dikeluarkan oleh *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada. Pedoman tersebut mengatakan bahwa Alas kaki yang menutupi kaki dan bertumit harus dipakai di seluruh area laboratorium. Sandal terbuka yang digunakan di laboratorium ini tidak dapat melindungi seluruh bagian kaki dari bahaya yang ada.

Seperti yang telah diketahui bahwa laboratorium memiliki peralatan yang terbuat dari kaca. Oleh karena itu, melindungi kaki dengan alas kaki yang menutupi seluruh bagian kaki adalah hal yang penting. Hal ini dilakukan juga selain untuk mencegah kaki terluka oleh benda tajam, juga mencegah terinfeksi pekerja karena kontak langsung antara bahan infeksius dengan kaki pekerja.

Menurut *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada, pakaian pelindung harus dikancingkan dengan benar dan digunakan oleh semua personil, termasuk pengunjung, trainee, dan semua yang memasuki atau bekerja di laboratorium. Namun, laboratorium ini hanya mewajibkan menggunakan jas laboratorium pada pekerja yang sedang bekerja. Sedangkan pihak laboratorium tidak mewajibkan bagi pengunjung untuk menggunakan jas laboratorium.

Selain itu, jas laboratorium yang digunakan berlengan pendek. Apabila pekerja menggunakan pakaian yang berlengan panjang, maka pakaian pekerja tidak akan terlindungi dari kontaminasi terutama di bagian lengan. Hal ini dikarenakan jas laboratorium yang digunakan berlengan pendek. Oleh karena itu, diperlukan jas laboratorium yang berlengan panjang untuk melindungi pakaian pekerja dari kontaminasi.

Jas laboratorium ini seharusnya wajib digunakan juga oleh pengunjung seperti ketentuan yang dikeluarkan oleh *Laboratory Biosafety Guideline* Kanada. Hal ini dilakukan agar tidak hanya pekerja yang terlindungi dari bahaya yang ada, tetapi juga pengunjung laboratorium dapat terlindungi pula

dari bahaya yang ada. Dengan digunakannya jas laboratorium tersebut, maka baju dari pengunjung dapat terlindungi dari bahaya kontaminasi.

Selain bahaya dari kontaminasi, bahaya lain yang dapat timbul adalah bahaya bising dari alat-alat yang ada di laboratorium. Beberapa alat di laboratorium dapat menghasilkan suara yang cukup mengganggu bagi pekerja, terutama alat-alat yang berada di laboratorium molekuler. Oleh karena itu, terdapat alat pelindung diri berupa *ear muff* yang digunakan untuk melindungi pendengaran para pekerja di laboratorium molekuler. Namun, pengendalian ini tidak diawali dengan pengukuran bising terlebih dahulu. *Ear muff* yang digunakan juga tidak diketahui daya serapnya. Hal ini menyebabkan tidak diketahuinya efektifitas dari pengendalian yang dilakukan. Oleh karena itu, pengukuran bising dan pemilihan *ear muff* yang tepat penting untuk dilakukan.

7.3.3 Maintenance

Fasilitas laboratorium seperti sekring, lampu, kabel, pipa, *emergency shower*, *eye wash station*, dan lain-lain tidak diinspeksi atau dirawat secara teratur. Sedangkan untuk peralatan seperti *sequencer* dilakukan perawatan 3 tahun sekali. Perawatan atau perbaikan terhadap peralatan yang ada dilakukan oleh perusahaan yang menjual barang tersebut.

Perusahaan penjual tersebut sebenarnya merekomendasikan untuk melakukan perawatan sebanyak sekali dalam setahun. Namun dikarenakan kendala biaya, maka pihak laboratorium melakukan perawatan hanya sekali dalam 3 tahun. Sedangkan menurut WHO dan *Laboratory Safety Guideline* Kanada, peralatan yang ada di laboratorium harus diuji atau dirawat secara rutin. Laboratorium dapat mengatur jadwal perawatan untuk alat-alat laboratorium, sehingga waktu untuk perawatan alat-alat laboratorium dapat terkontrol.

7.4 Desain dan Fasilitas laboratorium

Bangunan laboratorium ini sudah cukup teratur karena tidak terlalu banyak barang atau peralatan yang menghalangi jalan atau menghalangi area kerja dari

staf laboratorium. Namun, terdapat penumpukan kardus yang cukup tinggi di jalur evakuasi yang terletak di depan laboratorium transfer kapang. Hal ini dikhawatirkan akan mengganggu proses evakuasi ketika terjadi bencana alam karena akan menghalangi jalur evakuasi atau berpotensi menimpa orang yang melewati jalur tersebut.

Lantai yang ada tidak mengalami kerusakan struktur, sehingga aman untuk dilalui. Namun, dinding yang ada tidak kedap terhadap cairan sehingga akan sulit untuk dibersihkan. Untuk mempermudah dalam membersihkan dinding, sebaiknya sudut-sudut dinding tidak dibuat membentuk sudut 90° . Akan lebih baik kalau sudut ruangan tersebut dibuat melengkung.

Alat kelengkapan, furnitur, dan meja dalam keadaan baik dan bersih. Namun, meja yang digunakan tidak tahan terhadap bahan kimia korosif. Wastafel untuk mencuci tangan tidak terdapat di seluruh ruangan laboratorium. Wastafel hanya tersedia di ruang laboratorium *bioprospecting* dan ruang laboratorium molekuler. Sedangkan untuk laboratorium transfer kapang, tidak tersedia wastafel. Letak dari wastafel juga tidak terlalu dekat dengan pintu keluar. Wastafel yang ada di laboratorium sebaiknya berada di dekat pintu keluar. Wastafel ini juga selain digunakan untuk mencuci tangan juga digunakan untuk mencuci peralatan laboratorium. Sebaiknya laboratorium membuat wastafel khusus untuk mencuci peralatan dan tidak menyatukannya dengan wastafel cuci tangan.

Laboratorium ini hanya memiliki cadangan listrik untuk *sequencer* yang hanya dapat bertahan selama 2 jam. Jadi apabila terjadi padam listrik, *sequencer* ini masih dapat menyala selama 2 jam. Namun, untuk peralatan lainnya tidak terdapat cadangan listrik.

Jendela di laboratorium ini tidak pernah dibuka, karena laboratorium ini menggunakan *air conditioning*. Bahkan *air conditioning* di ruang laboratorium molekuler dinyalakan selama 24 jam, sehingga jendela yang ada tidak pernah dibuka. Makan dan minum biasanya dilakukan staf di dalam ruang dosen atau ruang mahasiswa. Sedangkan gantungan untuk jas laboratorium diletakkan di

dekat pintu keluar fasilitas laboratorium dan disamping gantungan baju tersebut ditempatkan pula sandal terbuka untuk digunakan di dalam laboratorium.

7.4.1 Fasilitas Penyimpanan

Terdapat rak sandal terbuka yang digunakan juga sebagai tempat untuk menyimpan alas kaki pekerja yang digunakan di luar laboratorium. Sandal terbuka yang ditempatkan di rak tersebut terdiri dari dua jenis sandal terbuka, yaitu sandal terbuka berwarna biru dan sandal terbuka berwarna hijau. Sandal terbuka berwarna biru adalah sandal terbuka yang dapat digunakan di dalam fasilitas laboratorium, sedangkan sandal terbuka berwarna hijau dapat digunakan di luar fasilitas laboratorium seperti musholla, ruang mahasiswa, ruang dosen, dan toilet.

Penempatan alas kaki-alas kaki tersebut di rak yang sama, membuat munculnya potensi alas kaki lain terkontaminasi oleh sandal terbuka yang berwarna biru. Rak untuk alas kaki yang dipakai untuk di dalam laboratorium sebaiknya dipisahkan dengan rak untuk alas kaki lainnya. Hal ini dapat memperkecil risiko terkontaminasinya alas kaki yang digunakan untuk di luar laboratorium.

Menurut WHO, *freezer* yang digunakan harus dapat dikunci sehingga bahan-bahan yang di dalamnya dapat terjaga dengan baik ketika tidak ada pekerja di dalam laboratorium. Namun, di laboratorium ini *freezer* yang digunakan tidak memiliki kunci.

7.4.2 Sanitasi dan Fasilitas Staf

Fasilitas-fasilitas di laboratorium ini dibersihkan setiap 2 hari sekali oleh *cleaning service* dari FMIPA UI, sehingga laboratorium tetap terjaga bersih, rapi, dan tidak ada sampah yang menumpuk. Namun, di dalam fasilitas laboratorium terdapat kebisingan yang muncul dari alat-alat di laboratorium. Kebisingan ini membuat pekerja menjadi terganggu

dalam bekerja. Oleh karena itu, pekerja menggunakan *ear muff* untuk melindungi pendengaran dari para pekerja.

Ventilasi yang digunakan di laboratorium ini terdiri dari *air conditioning* (AC) dan *exhaust*. AC digunakan agar udara di laboratorium ini agar temperatur ruangan terasa nyaman, selain itu juga berguna untuk melindungi peralatan-peralatan laboratorium yang memang membutuhkan suhu yang rendah.

Exhaust digunakan ketika pekerja melakukan proses sterilisasi ruangan, *exhaust* dinyalakan agar terjadi sirkulasi untuk menghisap formalin yang digunakan untuk sterilisasi tersebut. Ventilasi untuk laboratorium ini sudah cukup memadai dan cukup nyaman bagi pekerja. Namun, pergantian udara penting untuk dilakukan setidaknya 6 kali per jam.

7.4.3 Pencahayaan

Kecukupan pencahayaan dari laboratorium belum diketahui dengan pasti, karena laboratorium ini belum pernah melakukan pengukuran terhadap pencahayaan yang ada. Menurut WHO, penerangan umum yang memadai adalah sekitar 300-400 lx. Pengukuran cahaya ini dapat dilakukan dengan menggunakan *light meter* atau *lux meter*.

Pencahayaan yang harus diperhatikan tidak hanya di ruang kerja, tetapi juga di sepanjang koridor atau lorong. Di sepanjang koridor atau lorong ditemukan beberapa lampu yang mati. Lampu-lampu yang mati ini harus segera diganti atau diperbaiki agar koridor tidak mengalami kekurangan penerangan. Selain itu di lorong juga diperlukan pengukuran cahaya, sehingga dapat diketahui kecukupan dari pencahayaannya.

. Pantulan cahaya dan cahaya yang menyilaukan dari matahari tidak sampai ke dalam gedung, karena jendela laboratorium tidak menghadap matahari. Pencahayaan ini penting untuk diperhatikan,

karena selain berpengaruh terhadap *biosafety* dan *biosecurity* pencahayaan juga berpengaruh terhadap produktivitas pekerja.

7.5 Pengelolaan Limbah

Prosedur pembuangan limbah juga harus diperhatikan, agar limbah yang berasal dari laboratorium tidak mengkontaminasi lingkungan atau orang di sekitar laboratorium. Untuk melakukan pengelolaan limbah tersebut, pihak laboratorium menggunakan autoklaf. Autoklaf ini digunakan untuk dekontaminasi limbah baik cair maupun padat. Limbah cair yang sudah diautoklaf kemudian dibuang melalui saluran air dari wastafel sedangkan untuk limbah padat yang sudah diautoklaf seperti kertas atau plastik yang mengandung mikroorganisme dan bahan kimia akan dibuang ke tempat sampah. Dekontaminasi dilakukan di laboratorium mikrobiologi FMIPA dikarenakan laboratorium COE IBR-GS belum memiliki autoklaf sendiri. Laboratorium tidak dapat melakukan pembuangan terhadap limbah yang bersifat karsinogen. Hal ini dikarenakan tidak adanya fasilitas yang disediakan untuk pembuangan limbah tersebut.

Begitu pula dengan limbah berupa benda tajam, limbah ini akan dibungkus dahulu dengan menggunakan koran dan plastik. Setelah itu, limbah ini juga akan dibuang ke tempat sampah. Penggunaan koran dan plastik untuk membungkus benda tajam tetap masih berbahaya bagi orang yang menangani limbah tersebut, karena benda tajam tersebut masih dapat menembus koran atau plastik.

7.5.1 Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi

Seperti prosedur-prosedur lainnya, prosedur disinfeksi dan sterilisasi juga belum ada secara tertulis. Sterilisasi untuk bahan-bahan yang terkontaminasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf yang berada di laboratorium mikrobiologi, sedangkan sterilisasi ruangan dilakukan dengan menyemprotkan formalin ke ruangan.

sterilisasi ruangan ini dilakukan tidak dalam jadwal yang teratur. Sterilisasi ini akan dilakukan hanya apabila pekerja laboratorium merasa

mikroorganisme sudah banyak mengkontaminasi ruangan. Akan lebih baik jika sterilisasi ini dilakukan dalam jadwal yang teratur.

7.6 Organisasi Keselamatan dan Pelatihan untuk Pekerja

7.6.1 Organisasi Keselamatan

Menurut WHO, di dalam suatu laboratorium sangat penting untuk menerapkan organisasi keselamatan seperti *biosafety committee*. Setiap organisasi juga penting memiliki kebijakan keselamatan yang komprehensif, pedoman keselamatan, dan program yang mendukung implementasinya.

Universitas Indonesia sendiri sudah membentuk organisasi keselamatan yang bernama OSHE UI yang salah satu programnya adalah mengenai *biosafety*. Program *biosafety* ini baru saja mengalami pengembangan di Universitas Indonesia, sehingga laboratorium di UI belum sepenuhnya menerapkan *biosafety*. OSHE UI sudah memiliki SOP di laboratorium dan panduan mengenai *biosafety* di laboratorium, namun pedoman ini belum di terapkan di laboratorium COE.

Laboratorium COE IBR-GS untuk saat ini belum menerapkan kebijakan keselamatan yang komprehensif, pedoman keselamatan, dan program *biosafety* yang sudah ditetapkan OSHE UI. *Biosafety officer* juga belum ditentukan di laboratorium ini. Oleh karena itu, pengawasan terhadap keselamatan laboratorium hanya dilakukan oleh kepala laboratorium dan pekerja di laboratorium. Pihak laboratorium sebaiknya segera menerapkan program *biosafety* yang sudah ditentukan oleh OSHE UI, dengan begitu setiap aktivitas di laboratorium dapat dilaksanakan dengan aman dan selamat.

Pembentukan *biosafety committee* dan penunjukan *biosafety officer* penting untuk dilakukan agar program-program keselamatan yang ingin diimplementasikan menjadi jelas dan dapat dipraktikan dengan

baik. Penunjukkan *biosafety officer* ini juga berguna untuk memastikan bahwa kebijakan dan program keselamatan yang ada diikuti dengan baik dan benar.

7.6.2 Pelatihan untuk pekerja

Staf laboratorium di COE sebelumnya belum pernah mendapatkan pelatihan mengenai keselamatan di laboratorium. Staf laboratorium baru mendapatkannya ketika pihak DRPM-UI yang bekerja sama dengan K3L UI mengadakan program pelatihan *chemical safety* untuk laboratorium-laboratorium yang ada di Universitas Indonesia.

Pelatihan di DRPM UI ini memberikan efek yang baik terhadap laboratorium COE IBR-GS. Setelah mendapatkan pelatihan di DRPM UI, laboratorium COE IBR-GS melakukan pelatihan dalam skala kecil terhadap mahasiswa yang akan melakukan penelitian di laboratorium COE IBR-GS. Pelatihan ini direncanakan akan diadakan secara kontinyu sebanyak setahun sekali.

Materi-materi yang akan diberikan dalam pelatihan tersebut meliputi *chemical safety*, *biosafety*, dan penanggulangan keadaan darurat. Pemberian materi-materi tersebut di dalam pelatihan dapat memberikan pengetahuan dan kewaspadaan lebih pada pekerja terhadap aspek keselamatan di laboratorium.

7.7 Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik

7.7.1 Bahan Kimia

Bahan kimia yang sedang tidak diperlukan dan tidak digunakan diletakkan di tempat yang tidak mengganggu proses kerja. Bahan kimia tersebut diletakkan di rak yang tersedia, kontainer, atau di dalam kulkas. Semua bahan kimia yang ada diberikan label, sehingga pekerja dapat mengidentifikasi bahan kimia yang ada. Untuk bahan-bahan *flammable*

tidak ada tempat penyimpanan khusus, bahan-bahan tersebut hanya ditempatkan di lantai, di bawah meja, atau di sudut ruangan.

Laboratorium tidak memiliki *spill kit*, sehingga ketika terjadi tumpahan staff laboratorium hanya menggunakan kain lap atau *tissue*. Untuk mengangkut botol-botol yang berisi bahan kimia, laboratorium ini menggunakan keranjang. Untuk pengaturan susunan bahan kimia, laboratorium tidak memiliki prosedur khusus. Peletakan dicampurkan antara yang bersifat toksik dan tidak toksik di dalam satu kontainer.

Penyimpanan bahan kimia di laboratorium ini akan lebih baik jika memperhatikan karakteristik dari bahan kimia yang disimpan. Penyimpanan dapat dilakukan dengan menggolongkan karakteristik dari masing-masing bahan kimia. Apabila bahan kimia sudah digolongkan berdasarkan karakteristiknya, maka penyimpanan bahan kimia berdasarkan alfabet dapat dilakukan.

7.7.2 Pencegahan dan Proteksi kebakaran

Sistem pencegahan dan proteksi kebakaran di laboratorium ini belum diterapkan dengan baik. Sistem alarm kebakaran, sistem deteksi kebakaran, dan alat pemadam kebakaran belum ada di laboratorium ini. Alat pemadam kebakaran yang ada hanya *emergency towel* yang digunakan apabila terjadi kebakaran kecil. Alat pemadam kebakaran seperti APAR (Alat Pemadam Api Ringan) sebaiknya dipersiapkan dan diinspeksi secara teratur. APAR ini penting untuk dipersiapkan, karena dapat berguna untuk memadamkan api yang tidak dapat dipadamkan dengan *emergency towel*.

Untuk jalur evakuasi jika terjadi kebakaran sudah tersedia, namun lampu pada tanda *exit* yang ada tidak menyala. Hal ini akan mengakibatkan tidak terlihatnya tanda *exit* jika ruangan dan lorong dalam keadaan gelap. Pintu darurat yang digunakan juga selalu terkunci dengan

alasan keamanan. Hal ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam proses evakuasi.

Menurut WHO, peringatan kebakaran, instruksi, dan rute penyelamatan diri harus dipasang dan mudah terlihat di tiap ruangan, koridor, dan gang. Dengan matinya lampu dari tanda *exit* tersebut, menyebabkan tanda *exit* tidak mudah dilihat apalagi jika keadaannya gelap. Perbaikan harus segera dilakukan untuk menunjang sistem pencegahan dan proteksi kebakaran yang baik.

7.7.3 Bahaya Elektrik

Kabel penyambung dari semua peralatan tidak terlalu panjang dan dalam kondisi yang baik. Setiap stop kontak yang ada disambungkan dengan satu alat. Namun, khusus untuk komputer stop kontak yang digunakan disambung dengan *extension* sehingga satu stop kontak dapat digunakan oleh beberapa komputer.

Menurut WHO, penggunaan satu stop kontak sebaiknya hanya untuk satu peralatan. Oleh karena itu, sebaiknya *extension* untuk komputer tidak digunakan kembali karena dengan penggunaan *extension* risiko terjadinya *korsleting* atau gangguan listrik menjadi lebih besar.

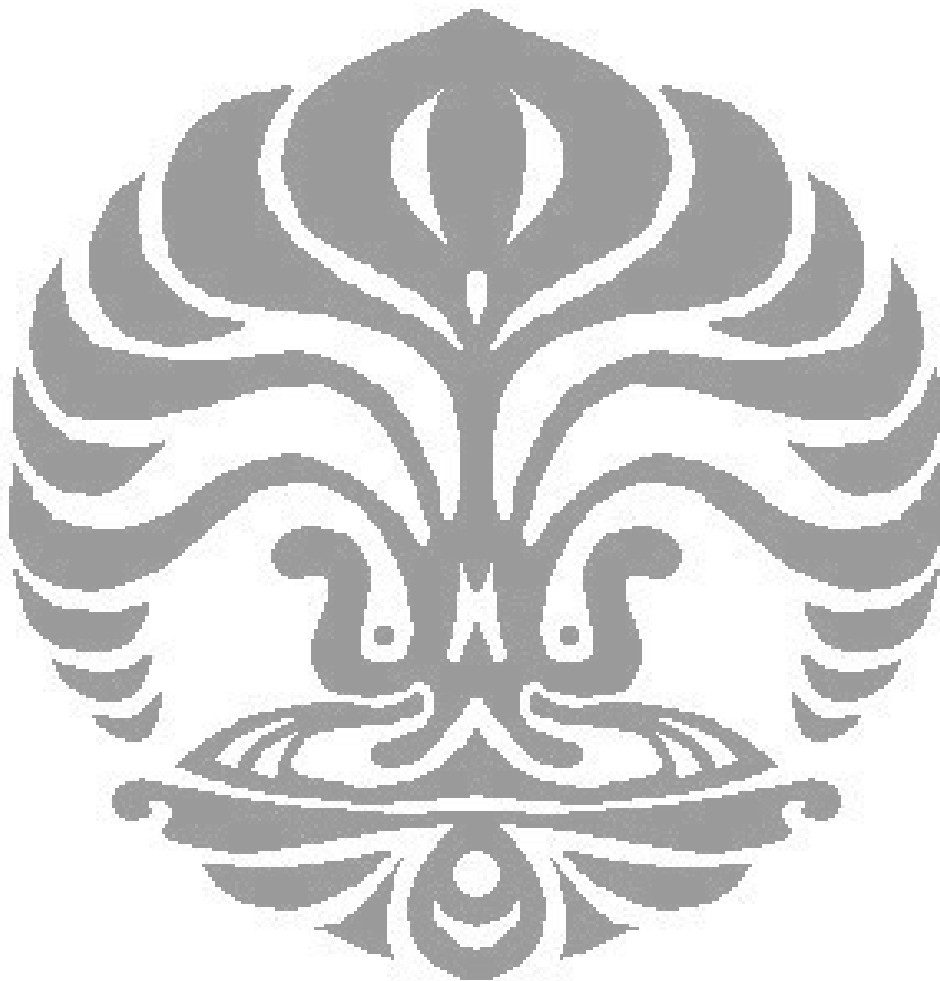
7.8 Surveilens Medis dan Kesehatan pekerja

Walaupun mikroorganisme yang ditangani di laboratorium ini memiliki risiko yang kecil terhadap manusia, namun pemeriksaan kesehatan dan surveilen medis penting untuk dilakukan. Pemeriksaan kesehatan ini dapat dilakukan sebelum bekerja dan juga berkala.

Pemeriksaan berkala yang dilakukan dapat meliputi pemeriksaan yang sesuai dengan bahaya di laboratorium dan juga pemeriksaan fungsi pendengaran pekerja. Pemeriksaan ini penting dilakukan karena terdapat alat-alat di laboratorium yang menghasilkan bising. Walaupun pekerja sudah menggunakan *ear muff*, pemeriksaan berkala harus tetap dilakukan untuk mengetahui apakah

pengendalian yang dilakukan masih efektif atau tidak. Layanan kesehatan seperti ini belum ada di laboratorium ini. Hal ini penting untuk dilakukan agar kesehatan pekerja tetap terjaga.

Untuk menangani keadaan darurat, pihak laboratorium sudah menyiapkan kotak pertolongan pertama. Selain itu staf laboratorium juga sudah mendapatkan pelatihan mengenai keadaan darurat di laboratorium.



Berikut ini adalah hasil penelitian yang ditemukan dan standar yang digunakan peneliti :

Tabel 7.1 Hasil temuan dan standar yang digunakan

Laboratorium COE IBR-GS	Standar
<p>Akses Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adanya kerusakan pada alat pengaman pintu otomatis - Pintu dikunci ketika sudah tidak ada aktivitas di laboratorium - Pintu-pintu yang ada dijaga tetap tertutup dan tidak dibiarkan terus terbuka - Belum pernah melakukan <i>risk assessment</i> mengenai risiko keamanan yang ada di laboratorium - Pintu dan jendela tidak anti pecah - Mengunci seluruh bangunan ketika tidak ditempati - Semua ruangan yang terdapat bahan dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada orang 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hanya pihak berwenang yang diijinkan masuk ke area kerja laboratorium - Pintu laboratorium harus tetap tertutup - Simbol dan tanda peringatan <i>biohazard</i> internasional harus dipasang di pintu ruangan di mana terdapat penanganan mikroorganisme <i>risk group 2</i> atau lebih - <i>Qualitative risk assessment</i> sudah dilakukan untuk mengetahui risiko yang dapat ditangani dengan sistem keamanan - Risiko yang dapat diterima dan parameter <i>incidence response planning</i> sudah ditetapkan - Seluruh bangunan dikunci dengan aman ketika tidak ditempati - Pintu dan jendela anti pecah - Semua ruangan yang terdapat bahan-bahan berbahaya dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada orang - Akses ke ruangan, peralatan, dan bahan-bahan dikontrol dan didokumentasikan dengan tepat. <p>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Supervisor</i> laboratorium harus menjalankan kebijakan institusi yang mengontrol akses ke laboratorium - Laboratorium harus memiliki pintu untuk pengendalian akses - Simbol <i>biohazard</i> dipasang di pintu masuk - Laboratorium harus memiliki pintu untuk pengendalian akses - Pintu laboratorium harus pintu yang dapat menutup sendiri dan memiliki kunci <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response ,2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Akses ke laboratorium terbatas hanya untuk pihak berwenang

	<ul style="list-style-type: none"> - Pintu tidak boleh dibiarkan tetap terbuka - Dipisahkan dari area publik dengan pintu - Ukuran pintu sesuai dengan ukuran peralatan yang ada
<p>Prosedur Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak melakukan <i>pipetting</i> dengan mulut - <i>Pipetting</i> dilakukan dengan menggunakan <i>pipet aid</i> - Prosedur penanganan tumpahan tidak ada secara tertulis - Tumpahan dibersihkan dengan <i>tissue</i> atau kain lap - Belum ada prosedur tertulis - Tidak terdapat <i>Standar Operating Procedure</i> atau protokol penelitian yang tertulis - Spesimen dikirim ke laboratorium dengan menggunakan amplop berwarna coklat yang didalamnya terdapat tabung reaksi yang berisi spesimen 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak boleh menggunakan pipet dengan mulut - Bahan tidak boleh ditempatkan di mulut dan label tidak boleh dijilat - Penggunaan jarum suntik harus dibatasi. - Prosedur tertulis untuk pembersihan tumpahan harus dikembangkan dan diikuti - Dokumen tertulis yang akan dipindahkan dari laboratorium harus dilindungi dari kontaminasi ketika di laboratorium. <p>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja harus mencuci tangan setelah bekerja dan sebelum meninggalkan laboratorium - Dilarang makan, minum, merokok, memakai lensa kontak, kosmetik, dan menyimpan makanan di laboratorium - Dilarang <i>pipetting</i> dengan mulut - Kebijakan dalam menangani benda tajam harus dibangun - Memberikan informasi terhadap wanita hamil mengenai konsekuensi bekerja di laboratorium - Dekontaminasi permukaan kerja setelah bekerja dan setelah tumpahan atau cipratan bahan infeksius dengan disinfektan yang sesuai - Dekontaminasi kultur, stock, dan bahan infeksius lainnya sebelum pembuangan - Terdapat panduan <i>biosafety</i> laboratorium yang dapat diadopsi menjadi kebijakan - Bahan infeksius harus ditempatkan di kontainer yang tahan lama dan tahan bocor selama pengumpulan, penanganan, penyimpanan, atau pengangkutan di fasilitas - Semua prosedur yang meliputi manipulasi bahan infeksius yang dapat menghasilkan aerosol harus dilakukan di dalam BSC atau peralatan <i>containment</i> lainnya. <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch</p>

	<p>Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dokumen pedoman prosedur keselamatan harus tersedia untuk semua staf, pedoman ini harus direview dan <i>update</i> secara teratur - Makan, minum, merokok, menyimpan makanan, memakai kosmetik, dan memakai dan melepaskan lensa kontak dilarang dilakukan di dalam laboratorium - Memakai perhiasan tidak direkomendasikan di laboratorium - <i>Oral pipetting</i> dilarang dilakukan - Laboratorium harus bersih dan rapi - Penggunaan jarum, <i>syringe</i>, dan benda tajam lainnya harus dibatasi - Tangan harus dicuci setelah melepas sarung tangan, sebelum meninggalkan laboratorium, dan setelah menangani bahan infeksius yang diketahui mengkontaminasi pekerja - Kontainer anti bocor digunakan untuk pengangkutan bahan infeksius di dalam fasilitas - Tumpahan, kecelakaan, dan pajanan bahan infeksius harus dilaporkan secepatnya kepada <i>supervisor</i> laboratorium - Insiden yang terjadi harus dicatat - Permukaan kerja harus didekontaminasi dan dibersihkan dengan disinfektan yang sesuai pada akhir kerja dan setelah terjadi tumpahan bahan <i>biohazard</i> - Bahan dan peralatan yang terkontaminasi harus didekontaminasi atau diberi label sebelum diservis atau dibuang - Prosedur darurat untuk pembersihan tumpahan, kegagalan BSC, kebakaran, dan keadaan darurat lainnya harus ditulis - BSC disediakan untuk prosedur yang dapat menghasilkan aerosol infeksius dan melibatkan konsentrasi tinggi atau volume yang besar dari bahan <i>biohazard</i>.
<p>Prosedur dan Rencana Darurat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menempelkan nomor-nomor telepon yang harus dihubungi ketika terjadi keadaan darurat - Latihan evakuasi sudah diadakan, namun tidak secara periodik - Tidak memiliki prosedur 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rencana darurat harus memuat prosedur operasional untuk rencana tindakan pencegahan untuk menghadapi bencana alam, <i>biohazard risk assessment</i>, manajemen insiden-pajanan dan dekontaminasi, evakuasi darurat untuk orang dan hewan dari bangunan, perawatan medis darurat untuk orang terpajan dan

<p>operasional tertulis untuk bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, kebakaran, dan ledakan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lampu tanda <i>exit</i> mati - Beberapa lampu di jalur evakuasi mati - Terdapat tumpukan kardus di jalur evakuasi - Pintu darurat selalu terkunci 	<p>terluka, surveilans untuk orang yang terpajan, manajemen klinis dari orang terpajan, investigasi epidemiologi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orang yang terluka karena tertusuk, terpotong, dan tergores harus melepaskan pakaian pelindung, mencuci tangan dan area lainnya yang terinfeksi, menggunakan disinfektan, dan mendapatkan perawatan medis apabila dibutuhkan. - Dalam pengembangan rencana persiapan darurat, pemadam kebakaran dan servis lainnya harus dilibatkan. - Ketika terjadi keadaan darurat, diperlukan adanya alamat atau nomor telfon yang dapat dihubungi. - Dalam pengembangan rencana persiapan darurat ini juga diperlukan adanya peralatan darurat.
<p>Peralatan Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan-peralatan yang ada di laboratorium tidak diketahui apakah sudah disertifikasi atau belum - Inspeksi yang teratur untuk melihat kondisi peralatan laboratorium tidak dilakukan - Peralatan akan diperiksa hanya apabila terdapat gangguan atau kerusakan pada alat - Tidak memiliki wadah khusus untuk membuang benda tajam 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari bahan yang kedap cairan, tahan terhadap korosi, dan memenuhi persyaratan struktural - Peralatan bebas dari bagian tajam dan bagian bergerak yang tidak terlindungi - Dibuat untuk mempermudah operasi, mudah dirawat, dan mudah didekontaminasi. - Gelas yang retak dan pecah selalu dibuang dan tidak digunakan kembali - Terdapat wadah yang aman untuk pecahan kaca - Plastik digunakan sebagai pengganti gelas ketika memungkinkan.
<p>Peralatan Keselamatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan keselamatan yang digunakan <i>box cabinet</i> autoklaf, <i>eye wash station</i>, dan <i>emergency shower</i> - Terdapat dua <i>Eye wash station</i> dan <i>emergency shower</i> yang diletakkan di koridor laboratorium 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari bahan yang kedap cairan, tahan terhadap korosi, dan memenuhi persyaratan struktural - Peralatan bebas dari bagian tajam dan bagian bergerak yang tidak terlindungi - Dibuat untuk mempermudah operasi, mudah dirawat, dan mudah didekontaminasi. - Peralatan harus diuji secara teratur - Gelas yang retak dan pecah selalu dibuang dan tidak digunakan kembali - Terdapat wadah yang aman untuk pecahan kaca

	<ul style="list-style-type: none"> - Plastik digunakan sebagai pengganti gelas ketika memungkinkan <p><i>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan BSC, alat pelindung lainnya, dan <i>containment</i> lainnya ketika: <ul style="list-style-type: none"> b. Prosedur dengan potensi terciptanya aerosol atau cipratan, seperti <i>pipetting, centrifuging, grinding, blending, shaking, mixing, sonicating</i>, membuka kontainer bahan infeksius. c. Konsentrasi tinggi atau volume yang besar agen infeksius yang dibutuhkan. - BSC harus ditempatkan jauh dari pintu, jendela yang dapat dibuka, dan gangguan aliran udara lainnya. Harus tersedia <i>eyewash station</i> <p><i>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas <i>emergency eyewash</i> harus tersedia - <i>Emergency shower</i> harus tersedia
<p>Alat Pelindung Diri:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pengeluaran spesimen dari amplop dilakukan di atas meja dan tidak menggunakan sarung tangan atau alat pelindung lainnya - Jas laboratorium wajib digunakan untuk setiap staf laboratorium yang akan bekerja di laboratorium - Jas laboratorium tidak boleh digunakan keluar laboratorium - Sarung tangan yang digunakan adalah sarung tangan dengan jenis <i>vinyl powder free</i> - Sebelum bekerja menggunakan alkohol untuk mensterilkan tangan dan meja - Menggunakan <i>ear muff</i> di 	<p><i>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Jas laboratorium, <i>gown</i>, atau seragam direkomendasikan untuk mencegah kontaminasi pada baju personil - Menggunakan pelindung mata pada proses yang menimbulkan cipratan - Menggunakan sarung tangan - Mengganti sarung tangan apabila sarung tangan sudah terkontaminasi - Jangan mencuci atau menggunakan kembali sarung tangan sekali pakai - Membuka sarung tangan dan mencuci tangan sesudah bekerja dengan bahan berbahaya dan sebelum meninggalkan laboratorium <p><i>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and</i></p>

<p>ruang laboratorium molekuler</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan masker dalam menangani kapang - Di dalam laboratorium harus menggunakan alas kaki berupa sandal terbuka - Pengunjung tidak diwajibkan menggunakan pakaian pelindung 	<p>Response ,2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alas kaki yang menutupi kaki dan bertumit harus dipakai di seluruh area laboratorium - Harus menggunakan pelindung wajah dan mata ketika terdapat potensi cipratan atau objek terbang - Sarung tangan harus digunakan untuk semua prosedur yang dapat melibatkan kontak langsung antara kulit dengan bahan <i>biohazard</i> - Sarung tangan harus dilepas dan didekontaminasi dengan limbah laboratorium lainnya sebelum pembuangan - Pakaian pelindung laboratorium tidak boleh digunakan di luar area laboratorium - Jika diketahui terjadi pajanan, pakaian yang terkontaminasi harus didekontaminasi sebelum dicuci - Pakaian pelindung harus dikancingkan dengan benar dan digunakan oleh semua personil, termasuk pengunjung, trainee, dan semua yang memasuki atau bekerja di laboratorium
<p>Maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada jadwal inspeksi untuk sekering, lampu, kabel, pipa, dan lain-lain - Perawatan untuk <i>sequencer</i> dilakukan 3 tahun sekali - Perawatan atau perbaikan dilakukan oleh pihak perusahaan yang menjual barang tersebut - Laboratorium dibersihkan oleh <i>cleaning service</i> 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan harus diuji secara teratur <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response ,2004)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemantauan autoklaf harus dilakukan secara teratur
<p>Desain dan Fasilitas laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan teratur dan terhindar dari halangan - Bangunan bersih - Tidak terdapat kerusakan struktur di lantai - Dinding tidak kedap air sehingga sulit dibersihkan - Alat kelengkapan, furnitur, dan meja dalam keadaan baik dan bersih - Meja yang digunakan tidak 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tersedia cukup ruang untuk bekerja dengan aman - Dinding, langit-langit, dan lantai mudah dibersihkan, kedap cairan, tahan terhadap bahan kimia dan disinfektan - Bangku tahan air, disinfektan, asam, alkalis, organik solven, dan panas - Fasilitas untuk makan, minum, dan istirahat berada di luar laboratorium - Tempat mencuci tangan tersedia di tiap ruang laboratorium - Pintu harus memiliki <i>vision panel</i>

<p>tahan terhadap bahan kimia korosif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wastafel untuk mencuci tangan tidak terdapat di seluruh ruangan laboratorium - Laboratorium ini hanya memiliki cadangan listrik untuk <i>sequncer</i> yang hanya dapat bertahan selama 2 jam 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklaf dan alat dekontaminasi lainnya harus tersedia - Sistem keselamatan harus meliputi penanganan kebakaran, <i>electrical emergency</i>, <i>emergency shower</i>, dan fasilitas <i>eyewash</i>. - Area pertolongan pertama tersedia <p><i>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Laboratorium harus memiliki wastafel untuk mencuci tangan - Laboratorium didesain agar mudah dibersihkan - Furnitur laboratorium harus mampu menopang beban yang diantisipasi - <i>Bench</i> harus tahan terhadap air, panas, organik solven, asam, alkalis, dan bahan kimia lain - Bangku dilindungi dengan bahan anti serap yang mudah dibersihkan dan didekontaminasi dengan disinfektan - jendela laboratorium yang terbuka ke luar harus dilengkapi dengan <i>screen</i> <p><i>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gantungan harus tersedia untuk jas laboratorium di pintu keluar, jalan, dan area pakaian laboratorium <p>Tempat mencuci tangan ditempatkan di dekat pintu keluar dari laboratorium atau di <i>anteroom</i></p> <p>Penanganan permukaan (lantai, dinding, dan langit-langit) dan kabinet setelah bekerja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permukaan tahan terhadap goresan, noda, uap, bahan kimia, dan panas - Lapisan interior tahan terhadap gas dan kimia sesuai dengan fungsi laboratorium - <i>Bench top</i> tidak memiliki lapisan terbuka - <i>Bench top</i> anti serap <p><i>Containment perimeter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyediakan autoklaf atau alat pengelolaan limbah lainnya - Apabila jendela dapat dibuka, harus dilindungi dengan <i>fly screen</i>.
---	---

<p>Fasilitas Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas penyimpanan, rak, dan lain-lain dalam kondisi yang bersih dan rapi - <i>Freezer</i> tidak dapat dikunci - Rak penyimpanan alas kaki disatukan 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas penyimpanan tersedia - Fasilitas penyimpanan, rak, dan lain-lain disusun dengan baik sehingga aman dari tergelincir dan jatuh - Fasilitas penyimpanan bebas dari akumulasi sampah, bahan yang tidak diinginkan, dan objek yang dapat menyebabkan tersandung, kebakaran, ledakan, dan perlindungan dari hama <p><i>Freezer</i> dan area penyimpanan terkunci</p>
<p>Sanitasi dan Fasilitas Staf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toilet di laboratorium terdiri dari toilet khusus perempuan dan toilet khusus laki-laki - Tersedia air minum yang terletak di ruang mahasiswa - Tersedia air dingin, sabun, dan air panas - Makan siang staf di ruang mahasiswa atau ruang dosen - Tingkat kebisingan di ruang molekuler mengganggu staf laboratorium - Setiap ruang laboratorium memiliki <i>air conditioning</i> (AC) - AC di ruang laboratorium molekuler dinyalakan selama 24 jam. - <i>Exhaust</i> dinyalakan setelah melakukan sterilisasi ruangan dengan menggunakan formalin. 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tempat dipelihara dalam kondisi bersih, rapi, dan sehat - Air minum tersedia - Toilet yang bersih dan memadai serta fasilitas mencuci disediakan terpisah antara staf laki-laki dan perempuan - Tersedia air panas dan dingin, sabun, dan handuk - Tersedianya ruang ganti yang terpisah antara staf laki-laki dan perempuan - Terdapat ruangan staf untuk makan siang, dan lain-lain - Level kebisingan dapat diterima - Terdapat organisasi yang cukup untuk mengumpulkan dan membuang sampah rumah tangga - Temperatur kerja yang nyaman - Tidak ada persyaratan khusus untuk sistem ventilasi
<p>Pencahayaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belum pernah ada pengukuran cahaya - Lampu-lampu yang ada di tiap ruangan laboratorium berfungsi dengan baik - Terdapat beberapa lampu yang mati di sepanjang koridor 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iluminasi cukup untuk semua aktivitas - Menghindari pantulan cahaya dan cahaya yang menyilaukan - Penerangan umum memadai (300-400 lx) - Semua area memiliki penerangan cukup, tanpa koridor dan ruangan yang gelap atau berpenerangan buruk
<p>Pengelolaan Limbah :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki prosedur pengelolaan limbah secara 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limbah <i>non-contaminated</i> (non-infeksius) dapat didaur ulang atau digunakan kembali

<p>tertulis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki tempat sampah khusus untuk benda tajam - Benda tajam seperti pecahan kaca dan sebagainya dibuang dengan cara dibungkus dengan koran dan plastik yang kemudian langsung dibuang ke tempat sampah biasa - Limbah kertas dan plastik yang mengandung bahan kimia akan dipisahkan dengan kertas atau plastik yang mengandung mikroorganisme. - Limbah ini akan dibuang di tempat pembuangan sampah biasa di mana sampah-sampah lain yang bukan berasal dari laboratorium juga dibuang - Limbah yang bersifat karsinogen tetap disimpan - Limbah cair yang mengandung mikroorganisme akan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf yang kemudian akan dibuang melalui wastafel 	<ul style="list-style-type: none"> atau dibuang seperti limbah rumah tangga - Limbah <i>Contaminated</i> (infeksius) “<i>sharp</i>” harus diletakkan di <i>puncture-proof container</i> yang dilengkapi dengan cover dan diperlakukan sebagai infeksius - Setelah digunakan, jarum suntik tidak boleh disumbat kembali, dipotong, atau dipindahkan dari disposable syringe - Rakitan lengkap harus diletakkan di <i>sharp disposal container</i> - Bahan terkontaminasi dapat didekontaminasi dengan autoklaf dan setelah itu cuci dan digunakan kembali atau didaur ulang - Liquid yang terkontaminasi harus didekontaminasi (fisik atau kimia) sebelum dibuang ke saluran sanitasi <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Semua material terkontaminasi, baik padat maupun cairan, harus didekontaminasi sebelum dibuang atau digunakan kembali - Disinfektan harus tersedia setiap waktu di dalam area dimana bahan <i>biohazard</i> ditangani dan disimpan
<p>Prosedur Disinfeksi dan Sterilisasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak memiliki prosedur tertulis mengenai prosedur dekontaminasi - Tidak menggunakan disinfektan - Sterilisasi dengan menggunakan autoklaf - Sterilisasi ruangan dilakukan dengan menyemprot ruangan dengan formalin 	<p>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</p> <ul style="list-style-type: none"> Dekontaminasi permukaan kerja setelah bekerja dan setelah tumpahan atau cipratan bahan infeksius dengan disinfektan yang sesuai Dekontaminasi kultur, stock, dan bahan infeksius lainnya sebelum pembuangan - Peralatan laboratorium harus secara rutin didekontaminasi, terutama saat terjadi tumpahan atau cipratan. - Metode dekontaminasi untuk semua limbah laboratorium harus tersedia di laboratorium <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan dan peralatan yang terkontaminasi

	<p>harus didekontaminasi atau diberi label sebelum diservis atau dibuang</p> <ul style="list-style-type: none"> - Semua material terkontaminasi, baik padat maupun cairan, harus didekontaminasi sebelum dibuang atau digunakan kembali - Disinfektan harus tersedia setiap waktu di dalam area dimana bahan <i>biohazard</i> ditangani dan disimpan
<p>Organisasi Keselamatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat organisasi keselamatan universitas yaitu OSHE UI - Tidak ada <i>biosafety officer</i> - Pengawasan terhadap penerapan peraturan keselamatan yang ada hanya dilakukan oleh para staf laboratorium dan juga kepala laboratorium 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Biosafety officer</i> memastikan bahwa kebijakan dan program <i>biosafety</i> dipatuhi - <i>Biosafety officer</i> menerapkan peraturan nasional dan internasional, regulasi, dan pedoman untuk membantu mengembangkan SOP - <i>Biosafety officer</i> memiliki latar belakang teknik mikrobiologi, biokimia, fisika dasar, dan <i>biological science</i> - <i>Biosafety committee</i> dibangun untuk mengembangkan kebijakan <i>biosafety</i> institusi dan kode praktik - Komposisi dari <i>biosafety committee</i> terdiri dari keberagaman area kerja di organisasi
<p>Pelatihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Merencanakan untuk mengadakan pelatihan setahun sekali bagi mahasiswa yang akan mengadakan penelitian di COE - Staf labotatorium mendapatkan <i>training</i> dari pihak DRPM UI - Materi yang didapat adalah mengenai penggunaan dan fungsi <i>biological safety cabinet</i>, <i>chemical safety</i>, <i>biosafety</i>, penggunaan alat pelindung diri, metode penanganan spesimen, pengenalan dan penggunaan alat laboratorium, pengelolaan limbah, pertolongan pada kecelakaan, pemadam kebakaran dini, pelaporan bahaya, dan risiko inhalasi dan ingesti 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan penilaian terlebih dahulu sebelum pelatihan - Menentukan tujuan pelatihan <p>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>supervisor</i> laboratorium harus memastikan personil laboratorium mendapatkan pelatihan yang sesuai <p>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pelatihan yang dilakukan harus didokumentasikan dan ditandatangani pekerja dan <i>supervisor</i> - Program pelatihan ulang harus diimplementasikan - Personil harus menerima pelatihan mengenai potensi bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan dan tindakan pencegahan pajanan agen infeksius

<p>Penanganan Bahan Kimia, Kebakaran, dan Elektrik:</p> <p>Bahan kimia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan kimia yang tidak digunakan diletakkan di rak yang tersedia, kontainer, atau di dalam kulkas - Bahan kimia yang ada diberikan label - Bahan-bahan <i>flammable</i> tidak ada tempat penyimpanan khusus, bahan-bahan tersebut hanya ditempatkan menjauhi sumber api - Ketika terjadi tumpahan bahan kimia, staff laboratorium menggunakan kain lap atau <i>tissue</i> untuk membersihkannya - Menggunakan keranjang untuk mengangkut botol-botol bahan kimia - Tidak ada prosedur khusus dalam penyimpanan bahan kimia <p>Kebakaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada sistem alarm kebakaran, sistem deteksi kebakaran, dan alat pemadam kebakaran - Terdapat <i>emergency towel</i> yang digunakan apabila terjadi kebakaran kecil - Jalur evakuasi jika terjadi kebakaran sudah tersedia <p>Elektrik :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kabel penyambung dari semua peralatan tidak terlalu panjang dan dalam kondisi yang baik - Stop kontak yang ada disambungkan dengan satu alat - Stop kontak untuk komputer menggunakan <i>extension</i> 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stok bahan kimia harus disimpan di dalam ruangan atau bangunan khusus - Bahan kimia tidak boleh disimpan berdasarkan alfabet. - Peringatan kebakaran, instruksi, dan rute penyelamatan diri harus dipasang dan mudah terlihat di tiap ruangan, koridor, dan gang - Alat pemadam kebakaran harus ditempatkan di dekat pintu dan di area strategis di koridor dan gang. - Alat pemadam kebakaran harus diinspeksi secara teratur - Kabel penyambung dari semua peralatan sependek mungkin, dalam kondisi baik, tidak usang, rusak, dan disambung - Tiap stop kontak digunakan hanya untuk satu alat (tidak ada adaptor yang digunakan)
<p>Surveilens Medis dan Kesehatan pekerja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada layanan kesehatan bagi pekerja - Terdapat kotak pertolongan 	<p>Laboratory Biosafety Manual (WHO, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat layanan kesehatan kerja - Kotak pertolongan pertama terdapat di lokasi yang strategis - <i>First-aider</i> sudah diberikan pelatihan untuk

<p>pertama yang berjumlah satu buah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kotak pertolongan pertama berisi obat pusing, plester, obat merah, salep untuk luka bakar, dan perban kecil - Memperingatkan konsekuensi bekerja di laboratorium COE terhadap wanita yang sedang hamil - Tidak ada catatan tertulis yang memuat tentang penyakit dan kecelakaan yang dapat muncul ketika bekerja di laboratorium - Tidak memasang tanda peringatan mengenai bahaya kerja untuk pencegahan kecelakaan dan risiko yang mengancam kesehatan pekerja 	<p>menangani keadaan darurat di laboratorium</p> <ul style="list-style-type: none"> - Catatan yang ada memuat tentang penyakit dan kecelakaan - Tanda peringatan dan pencegahan kecelakaan digunakan untuk memperkecil bahaya kerja <p><i>Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (CDC, 2009):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat surveilans medis yang sesuai <p><i>Laboratory Biosafety Guideline (Minister of Health Population and Public Health Branch Centre for Emergency Preparedness and Response, 2004)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Perlu melakukan program surveilans kesehatan (termasuk sebelum penempatan dan secara periodik) yang sesuai dengan agen dan program yang digunakan. - Program surveilans harus ditentukan berdasarkan <i>risk assessment</i> yang dilakukan
---	--

BAB 8

SIMPULAN DAN SARAN

8.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *biorisk management* di laboratorium COE IBR-GS, penulis menyimpulkan beberapa hal antara lain adalah :

1. Laboratorium COE IBR-GS sudah menerapkan peraturan yang menerapkan pembatasan akses untuk masuk ke dalam laboratorium. Hanya pihak-pihak berwenang saja yang dapat masuk ke dalam laboratorium. Apabila terdapat orang luar yang ingin memasuki laboratorium, maka harus dengan ijin dari kepala laboratorium. Pengamanan dilakukan dengan mengunci seluruh pintu ketika sudah tidak ada aktivitas di laboratorium. Mesin otomatis yang digunakan sebagai pengaman untuk pintu laboratorium sudah rusak, sehingga sistem pengamanan menjadi tidak terlalu ketat. Kondisi ini juga mempengaruhi penerapan *biosecurity* laboratorium yang kurang baik. Selain itu, penerapan *risk assessment* yang belum dilakukan juga ikut berperan dalam kurang baiknya penerapan *biosecurity* laboratorium. Selain itu juga terdapat beberapa prosedur laboratorium yang belum ditentukan, seperti prosedur penanganan tumpahan dan penanganan benda tajam. *Standard Operating Procedure* belum dimiliki oleh laboratorium ini, sehingga prosedur terdapat beberapa prosedur yang sesuai dengan standar dan terdapat beberapa yang tidak sesuai dengan standar.
2. Inspeksi peralatan laboratorium dan peralatan keselamatan seperti *eye wash station* dan *emergency shower* tidak dijadwalkan secara rutin. Laboratorium ini juga tidak memiliki autoklaf sehingga proses dekontaminasi alat atau bahan yang terkontaminasi dilakukan di laboratorium mikrobiologi FMIPA. Selain itu, terdapat alat pelindung diri yang tidak sesuai yaitu penggunaan sandal terbuka sebagai alas kaki di laboratorium dan juga penggunaan berkali-kali sarung tangan sekali pakai.

3. Ruang laboratorium tertata rapi dan bersih serta peralatan atau barang yang ada tidak terlalu banyak sehingga tidak menghalangi area kerja staf laboratorium. Namun, terdapat penumpukan kardus di jalur evakuasi. Wastafel tidak tersedia di seluruh laboratorium, sedangkan fasilitas penyimpanan sudah tersedia. Fasilitas penyimpanan untuk sandal jepit sudah tersedia, namun penyimpanan antara alas kaki untuk laboratorium dan alas kaki untuk di luar laboratorium disatukan. Bahan kimia yang bersifat *flammable* tidak diletakkan di penyimpanan khusus, bahan-bahan ini hanya disimpan di lantai atau di bawah meja saja. Temperatur di laboratorium sudah terasa nyaman, namun pencahayaan yang ada belum diketahui tingkat kecukupannya karena belum ada pengukuran untuk tingkat pencahayaan di laboratorium ini. Lampu di lorong laboratorium terdapat beberapa yang mati sehingga mempengaruhi pencahayaan di lorong tersebut.
4. Pengelolaan dan fasilitas pembuangan limbah karsinogen tidak tersedia di laboratorium ini sehingga limbah karsinogen yang ada hanya disimpan di dalam jerigen. *Standard Operating Procedure* untuk pengelolaan limbah karsinogen sudah dimiliki oleh Universitas Indonesia, namun SOP ini belum dapat diterapkan di laboratorium ini. Sedangkan limbah lainnya didekontaminasi dengan menggunakan autoklaf, namun autoklaf ini dilakukan di laboratorium mikrobiologi FMIPA karena laboratorium COE IBR-GS belum memiliki autoklaf.
5. Universitas Indonesia sudah memiliki organisasi keselamatan yaitu OSHE UI/ K3L UI. Namun, penerapan pedoman *biosafety* dan SOP dari K3L UI belum dilaksanakan di laboratorium ini. Hal ini dikarenakan program *biosafety* di Universitas Indonesia baru dibangun. Laboratorium ini juga belum memiliki *biosafety officer*. Pengawasan terhadap keselamatan di laboratorium dilakukan oleh kepala laboratorium dan asisten laboratorium,

namun tidak ada organisasi terstruktur yang khusus menangani *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium ini. Pelatihan diadakan untuk mahasiswa yang ingin melakukan penelitian di laboratorium ini. Pelatihan tersebut diadakan selama sehari penuh dan berisi materi tentang *biosafety*, *chemical safety*, dan prosedur penanggulangan bencana. Pelatihan ini direncanakan untuk dilaksanakan setiap tahun sekali.

6. Bahan kimia diletakkan di dalam rak, kontainer, atau di dalam kulkas dan tidak ada peraturan khusus dalam penyusunan bahan kimia tersebut. Bahan kimia yang bersifat *flammable* tidak ada penyimpanan khusus. Bahan kimia *flammable* tersebut hanya diletakkan di atas lantai, di bawah meja, atau di sudut ruangan. *Spill kit* untuk menangani tumpahan juga tidak tersedia. Sistem pencegahan dan proteksi kebakaran seperti alarm kebakaran, deteksi kebakaran, dan alat pemadam api ringan belum diterapkan di laboratorium ini. Laboratorium ini hanya menggunakan *emergency towel* untuk menangani kebakaran yang mungkin muncul. Penanganan bahaya elektrik dilakukan dengan penggunaan satu stop kontak untuk satu alat. Namun, terdapat beberapa komputer yang menggunakan *extension*. Kabel-kabel yang ada tidak terlalu panjang dan tidak terbelit-belit.
7. Tidak ada fasilitas pemeriksaan kesehatan yang diberikan oleh laboratorium. Di laboratorium ini terdapat bahaya bising, namun pemeriksaan fungsi pendengaran pekerja tidak tersedia bagi pekerja. Fasilitas kesehatan yang disediakan oleh pihak laboratorium adalah kotak pertolongan pertama.

8.2 Saran

- *Engineering Control*

1. Memperketat akses masuk ke laboratorium dengan memperbaiki sistem pengunci pintu otomatis yang telah dimiliki.
2. Jika memungkinkan, mengadakan autoklaf dan *biological safety cabinet* untuk laboratorium COE IBR-GS.
3. Memindahkan tumpukan kardus yang ada di jalur evakuasi agar tidak mengganggu proses evakuasi ketika terjadi keadaan darurat. Selain itu, pintu darurat sebaiknya tidak dikunci ketika ada aktivitas di laboratorium karena akan menyulitkan proses evakuasi saat keadaan darurat terjadi.
4. Membuat fasilitas penyimpanan khusus untuk bahan kimia yang bersifat *flammable* sehingga bahan tersebut tidak hanya disimpan di atas lantai. Fasilitas penyimpanan untuk alas kaki juga sebaiknya dipisah antara alas kaki untuk di dalam laboratorium dan di luar laboratorium.
5. Melengkapi fasilitas laboratorium dengan sistem pencegahan dan proteksi kebakaran seperti alarm kebakaran, deteksi kebakaran, dan alat pemadam api ringan. Menghindari penggunaan *extension* juga penting untuk meminimalisir risiko terjadinya korsleting.
6. Pengadaan *fume hood* untuk pengelolaan bahan karsinogen ini.

- *Administrative Control*

1. Mengadopsi panduan tentang *biosafety* dan *biosecurity* yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan dan mengimplementasikan *biosafety* dan *biosecurity* di laboratorium.
2. Melakukan *risk assessment* sehingga potensi bahaya yang ada dapat diketahui dan pengendalian yang tepat dapat ditentukan.
3. Menentukan *Standard Operating Procedure* untuk semua prosedur yang ada di laboratorium sebagai panduan bagi pekerja di laboratorium, termasuk prosedur tanggap darurat. Selain itu,

pemasangan instruksi kerja atau tanda peringatan lainnya di tempat yang strategis juga penting untuk dilakukan.

4. Melakukan pengukuran cahaya, kebisingan, dan melakukan surveilen kesehatan seperti memeriksa fungsi pendengaran pekerja yang dilakukan secara berkala.
5. Bekerjasama dengan pihak universitas untuk menyediakan fasilitas bagi pembuangan limbah yang bersifat karsinogen.
6. Melakukan inspeksi rutin terhadap seluruh peralatan yang ada, termasuk *eye wash station* dan *emergency shower*.
7. Menerapkan pedoman *biosafety* dan SOP yang sudah ditentukan oleh OSHE UI serta menunjuk *biosafety officer* di laboratorium COE untuk memastikan implementasi program *biosafety* berjalan dengan baik dan benar.
8. Menerapkan SOP yang telah dimiliki oleh Universitas Indonesia di laboratorium ini. Salah satunya adalah melakukan pengelolaan limbah karsinogen sesuai dengan SOP yang telah dikeluarkan oleh UI.

- **Alat Pelindung Diri**

1. Mengganti semua alat pelindung diri yang tidak sesuai seperti alas kaki dan jas laboratorium.
2. Mengganti alas kaki terbuka menjadi alas kaki yang tertutup.
3. Mengganti jas laboratorium dengan jas laboratorium berlengan panjang.
4. Pelarangan penggunaan berkali-kali sarung tangan sekali pakai.

DAFTAR PUSTAKA

Afriansyah, Fahmy. “Tinjauan Tingkat Kesesuaian Penerapan *Biosafety* di Dua Laboratorium Instalasi Patologi Klinik Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) DR. Hasan Sadikin Bandung Tahun 2006”. [skripsi] Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, 2006.

Centers for Disease Control and Prevention. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*. 5th ed. Atlanta, 2009.

EBSA. “*Laboratory Biorisk Management Standard*. 2007.

<<ftp://ftp.cenorm.be/PUBLIC/CWAs/wokrshop31/CWA15793.pdf>>

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 364/Menkes/SK/III/2003, Laboratorium Kesehatan, Jakarta.

Lestari, Fatma. “Bio-risk Assessment”. OSHE UI, 2011.

Minister of Health of Canada. *The Laboratory Biosafety Guideline*. 3rd ed. Ottawa, 2004.

National University of Singapore. *NUS Laboratory Biorisk Management Manual*. 2nd ed. Singapore, 2008.

Nitasari. “Evaluasi *Biosafety* di Dua Laboratorium Puskesmas Pelaksana Program TBC Kota Sukabumi Tahun 2007”. [skripsi] Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, 2007.

OSHE UI. *Biosafety Manual*. Depok, 2011.

OSHE UI. *Standard Operating Procedure Waste Management*. Depok, 2011.

Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 411/Menkes/Per/III/2010, *Laboratorium Klinik*, Jakarta.

Sedlak. “Laboratory Work, Microbiology”. International Labour Organization.

Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Jil.2. p.1180-1183. Geneva, 1983.

Sewell, David L. "Laboratory-Associated Infections and Biosafety". *Clinical Microbiology Reviews* 8:3(1995): 389-405.

Singh, Kamaljit. "Laboratory-Acquired Infections". *Healthcare Epidemiology* 49(2009): 142-147.

Susanti, Oli. "Workshop Biosafety dan Biosecurity tanggal 25 dan 27 Oktober 2010 di Hotel Mirah Sartika Bogor". *Balai Pengujian Mutu Produk Peternakan* 2 Desember 2010. 16 Mei 2011 <<http://www.bpmpp.org/berita-108-workshop-biosafety-dan-biosecurity-tgl-25-dan-27-oktober-2010-di-hotel-mirah-sartika-bogor.html>>.

Tresnaningsih, Erna. "Kesehatan dan keselamatan Kerja Laboratorium kesehatan". Setjen Depkes RI.

University of California San Diego (UCSD). *Biosafety Handbook*. California, 1996.

University of Ottawa. "Biorisk Assessment Associated with Agent Characteristic". 2006. <http://www.uottawa.ca/services/ehs/docs/Friskassocwagent_000.doc>.

University of Ottawa. *Biosafety*. Ottawa, 2003.

World Health Organization. *Laboratory Biosafety Manual*. 3rd ed. Geneva, 2004.

World Health Organization. *Laboratory Biosecurity Guidance*. Geneva, 2006.

Laboratory Safety Checklist (WHO)

- Peralatan laboratorium

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Semua peralatan yang disertifikasi aman untuk digunakan			
2.	Prosedur tersedia untuk dekontaminasi peralatan sebelum perawatan			
3.	<i>Biological safety cabinet</i> dan <i>fume cupboard</i> diuji dan diservis secara teratur			
4.	<i>Autoclave</i> dan <i>preassure vessel</i> diinspeksi secara teratur			
5.	<i>Centrifuge bucket</i> dan rotor diinspeksi secara teratur			
6.	Filter HEPA diganti secara teratur			
7.	Pipet digunakan sebagai pengganti jarum suntik			
8.	Gelas yang retak dan pecah selalu dibuang dan tidak digunakan kembali			
9.	Terdapat wadah yang aman untuk pecahan kaca			
10.	Plastik digunakan sebagai pengganti gelas ketika memungkinkan			

11.	tersedia dan menggunakan wadah pembuangan benda tajam			
-----	---	--	--	--

• **Fasilitas laboratorium**

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Mempertimbangkan <i>guideline</i> dalam <i>commissioning</i> dan sertifikasi fasilitas konstruksi atau evaluasi pasca konstruksi			
2.	bangunan memenuhi persyaratan bangunan nasional dan lokal, termasuk yang berkaitan dengan pencegahan bencana alam			
3.	Bangunan teratur dan terhindar dari halangan			
4.	Bangunan bersih			
5.	tidak terdapat kerusakan struktur di lantai			
6.	Lantai dan tangga seragam dan <i>slip-resistant</i>			
7.	Ruang kerja memadai untuk operasi yang aman			
8.	Ruang sirkulasi dan koridor cukup untuk pergerakan manusia dan peralatan yang besar			
9.	<i>Bench</i> , furnitur, dan alat kelengkapan dalam keadaan baik			
10.	<i>Bench surface</i> tahan terhadap solven dan bahan kimia korosif			
11.	Terdapat wastafel untuk mencuci tangan di setiap ruang laboratorium			

12.	Bangunan dibangun dan dirawat untuk mencegah masuknya binatang pengerat dan arthropoda			
13.	Pipa air yang terpajan uap dan panas diisolasi atau dijaga untuk melindungi personil			
14.	Terdapat unit listrik swasta pendukung untuk digunakan saat tenaga utama mengalami gangguan			
15.	Akses ke laboratorium terbatas untuk pihak berwenang			
16.	<i>Risk assessment</i> sudah dilakukan untuk memastikan kesesuaian peralatan dan fasilitas yang tersedia			

Fasilitas Penyimpanan

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Fasilitas penyimpanan, rak, dan lain-lain disusun dengan baik sehingga aman dari tergelincir dan jatuh			
2.	Fasilitas penyimpanan bebas dari akumulasi sampah, bahan yang tidak diinginkan, dan objek yang dapat menyebabkan tersandung, kebakaran, ledakan, dan perlindungan dari hama			
3.	<i>Freezer</i> dan area penyimpanan terkunci			

Sanitasi dan Fasilitas Staf

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Tempat dipelihara dalam kondisi bersih, rapi, dan sehat			
2.	Air minum tersedia			
3.	Toilet yang bersih dan memadai serta fasilitas mencuci disediakan terpisah antara staf laki-laki dan perempuan			
4.	Tersedia air panas dan dingin, sabun, dan handuk			
5.	Tersedianya ruang ganti yang terpisah antara staf laki-laki dan perempuan			
6.	Terdapat akomodasi (ex:loker) untuk <i>street clothing</i> untuk anggota individu dari staf			
7.	Terdapat ruangan staf untuk makan siang, dan lain-lain			
8.	Level kebisingan dapat diterima			
9.	Terdapat organisasi yang cukup untuk mengumpulkan dan membuang sampah rumah tangga			

Pemanas dan Ventilasi

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Temperatur kerja yang nyaman			
2.	Tirai dipasang pada jenedela yang terkena sinar matahari penuh			
3.	Ventilasi memadai, ex: setidaknya pergantian udara 6 kali per jam, terutama di ruangan yang memiliki ventilasi mekanik			
4.	Terdapat filter HEPA di sistem ventilasi			
5.	Ventilasi mekanik membahayakan aliran udara di dan sekitar <i>biological safety cabinet</i> dan lemari fume			

Pencahayaan

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Penerangan umum memadai (300-400 lx)			
2.	<i>Task</i> (lokal) <i>lighting</i> tersedia di <i>work benche</i>			
3.	Semua area memiliki penerangan cukup, tanpa koridor dan ruangan yang gelap atau berpenerangan buruk			

4.	Lampu <i>Fluorescent</i> sejajar dengan <i>benche</i>			
5.	Warna lampu <i>Fluorescent</i> seimbang			

Biosecurity Laboratorium

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	<i>Qualitative risk assessment</i> sudah dilakukan untuk mengetahui risiko yang dapat ditangani dengan sistem keamanan			
2.	Risiko yang dapat diterima dan parameter <i>incidence response planning</i> sudah ditetapkan			
3.	Seluruh bangunan dikunci dengan aman ketika tidak ditempati			
4.	Pintu dan jendela anti pecah			
5.	Semua ruangan yang terdapat bahan-bahan berbahaya dan peralatan yang mahal dikunci ketika tidak ada orang			
6.	Akses ke ruangan, peralatan, dan bahan-bahan dikontrol dan didokumentasikan dengan tepat			

- **Surveilens medis dan kesehatan pekerja**

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	

1.	Terdapat layanan kesehatan kerja			
2.	Kotak pertolongan pertama terdapat di lokasi yang strategis			
3.	<i>First-aid</i> yang terqualifikasi tersedia			
4.	<i>First-aid</i> sudah diberikan pelatihan untuk menangani keadaan darurat di laboratorium, ex: kontak dengan bahan kimia korosif, tidak sengaja menelan racun dan bahan infeksius			
5.	Pekerja non-laboratorium ,ex: staf domestik dan administrasi, diinstruksikan mengenai potensi bahaya laboratorium dan penanganan bahan yang ada			
6.	Pengumuman yang diposkan secara jelas memberikan informasi yang jelas mengenai lokasi <i>first-aid</i> , nomor telepon layanan darurat, dan lain-lain.			
7.	Wanita usia subur diperingatkan mengenai konsekuensi bekerja dengan mikroorganisme tertentu, karsinogen, mutagen, dan tertogen			
8.	Wanita usia subur diberitahu apabila mereka hamil atau dicurigai hamil, maka harus menginformasikan ke anggota staf medis/scientific yang sesuai sehingga susunan kerja yang lain dapat dibuat jika perlu			
9.	Terdapat program imunisasi yang bersangkutan dengan kerja di laboratorium			
10.	Tes kulit dan/atau fasilitas radiologi tersedia untuk staf yang bekerja dengan bahan tuberkulosis atau bahan-bahan lain yang membutuhkan tindakan			
11.	Catatan yang ada memuat tentang penyakit dan kecelakaan			
12.	Tanda peringatan dan pencegahan kecelakaan digunakan untuk memperkecil bahaya kerja			

13.	Personil dilatih untuk mengikuti praktik biosafety yang tepat			
14.	Staf laboratorium didorong untuk melaporkan potensi pajanan			

- **Training untuk pekerja**

Materi *training* untuk pekerja

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Tata ruang laboratorium			
2.	Mekanisme terjadinya aerosol			
3.	Penggunaan dan fungsi <i>biological safety cabinet</i>			
4.	Penggunaan alat pelindung diri			
5.	Metode penanganan spesimen			
6.	Pengenalan dan penggunaan alat laboratorium			
7.	Pengelolaan limbah infeksi			
8.	Pertolongan pada kecelakaan			
9.	Pemadaman kebakaran dini			
10.	Pelaporan bahaya			
11.	Risiko inhalasi, ingesti, dan <i>percutaneous exposure</i>			
12.	Gigitan dan cakaran saat menangani hewan			
13.	Penanganan darah dan bahan patologi berbahaya lainnya			

- **Organisasi keselamatan**

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	<i>Biosafety officer</i> memastikan bahwa kebijakan dan program <i>biosafety</i> dipatuhi			
2.	<i>Biosafety officer</i> menerapkan peraturan nasional dan internasional, regulasi, dan pedoman untuk membantu mengembangkan SOP			
3.	<i>Biosafety officer</i> memiliki latar belakang teknik mikrobiologi, biokimia, fisika dasar, dan <i>biological science</i>			
4.	<i>Biosafety committee</i> dibangun untuk mengembangkan kebijakan <i>biosafety</i> institusi dan kode praktik			
5.	<i>Biosafety committee</i> mereview protokol penelitian yang melibatkan agen infeksius, DNA rekombinan, dan <i>genetically modified material</i> .			
6.	<i>Biosafety committee</i> melakukan <i>risk assessment</i> dan pembuatan kebijakan baru			
7.	Komposisi dari <i>biosafety committee</i> terdiri dari keberagaman area kerja di organisasi			

- Keselamatan bahan kimia, kebakaran, dan elektrik

Pencegahan dan Proteksi Kebakaran

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Terdapat sistem alarm kebakaran			
2.	<i>Fire door</i> dalam keadaan baik			
3.	Sistem deteksi kebakaran dalam keadaan baik dan diperiksa secara teratur			
4.	<i>Fire alarm station</i> dapat diperoleh			
5.	Tanda <i>exit</i> ditandai dengan tepat, tanda diterangi			
6.	Tanda <i>exit</i> mudah terlihat			
7.	Semua jalur keluar tidak terhalang oleh dekorasi, furniture dan peralatan, dan tidak terkunci saat bangunan ditempati			
8.	Jalur keluar diatur sehingga tidak perlu melewati area dengan bahaya yang tinggi			
9.	Semua jalur keluar menuju ke area terbuka			
10.	Koridor, gang, dan area sirkulasi bebas dan tidak terhalang untuk gerakan staf dan peralatan pemadam kebakaran			
11.	Peralatan pemadam kebakaran dan perlengkapan mudah diidentifikasi melalui			

	kode warna yang sesuai			
12.	Peralatan pemadam kebakaran <i>portable</i> dalam keadaan penuh, dapat bekerja dengan baik, dan disimpan di tempat yang ditentukan setiap saat			
13.	Ruangan dengan potensi bahaya kebakaran dilengkapi dengan alat pemadam kebakaran yang sesuai dan <i>fire blanket</i> untuk keadaan darurat			
14.	Ventilasi mekanikal cukup untuk menghilangkan vapor sebelum mencapai konsentrasi berbahaya akibat penggunaan <i>flammable liquid</i> dan gas			
15.	Personil dilatih untuk menghadapi <i>fire emergencies</i>			

Penyimpanan Flammable Liquid

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Fasilitas penyimpanan untuk <i>flammable liquid</i> dalam jumlah besar terpisah dari bangunan utama			
2.	Label diberikan dengan jelas untuk area yang berisiko terbakar			
3.	Memiliki sistem <i>mechanical exhaust ventilation</i> yang terpisah dari sistem bangunan utama			
4.	Saklar untuk lampu disegel atau ditempatkan di luar bangunan			
5.	Alat kelengkapan cahaya berada di dalam segel untuk mencegah terjadinya nyala dari vapor akibat percikan			
6.	<i>Flammable liquid</i> ditempatkan dengan tepat, ventilasi <i>container</i> yang terbuat dari			

	bahan <i>non-combustible</i>			
7.	Isi dari seluruh <i>container</i> dijelaskan dengan tepat pada label			
8.	Alat pemadam kebakaran yang tepat dan <i>fire blanket</i> ditempatkan di luar, namun dekat dengan penyimpanan <i>flammable liquid</i>			
9.	Tanda " <i>no smooking</i> " ditempatkan dengan jelas di dalam dan luar tempat penyimpanan			
10.	Hanya jumlah minimum bahan <i>flammable</i> yang disimpan di laboratorium			
11.	Bahan <i>flammable</i> disimpan dengan benar di kabinet penyimpanan <i>flaminable</i>			
12.	Kabinet dilengkapi dengan label tanda " <i>flammable liquid-fire hazard</i> " yang memadai			
13.	Personi dilatih untuk menggunakan dan transport <i>flammable liquid</i> dengan benar			

Kompresi dan Gas Cair

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Tiap <i>container gas portable</i> ditandai jelas dengan isinya dan kede warna yang tepat			
2.	<i>Compressed-gas cylinder</i> dan tekanan tingginya serta pengurangan katup secara teratur diinspeksi			
3.	Pengurangan katup secara tetap dijaga			
4.	Peralatan <i>preasure-relief</i> disambung ketika silinder digunakan			

5.	Penutup proteksi berada di tempat ketika silinder tidak digunakan			
6.	Semua kompresi gas silinder aman sehingga tidak dapat jatuh , terutama pada peristiwa bencana alam			
7.	Silinder dan tank gas petroleum liquid dijauhkan dari sumber panas			
8.	Personil dilatih untuk menggunakan dan memindahkan kompresi dan gas cair dengan benar			

Bahaya Elektrik

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Semua instalasi listrik baru dan semua penggantian, modifikasi, atau perbaikan dibuat dan dijaga berdasarkan dengan kode keselamatan listrik nasional.			
2.	Kabel interior memiliki <i>earthed/grounded conductor (ex: three wire system)</i>			
3.	<i>Circui-breaker</i> dan <i>earth-fault interrupter</i> cocok untuk semua sirkuit laboratorium			
4.	Semua alat-alat listrik memiliki persetujuan pengujian laboratorium			
5.	Kabel penyambung dari semua peralatan sependek mungkin, dalam kondisi baik, tidak usang, rusak, dan disambung			
6.	Tiap stop kontak digunakan hanya untuk satu alat (tidak ada adaptor yang digunakan)			

Zat Kimia dan Radioaktif

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Bahan kimia yang tidak kompatible dipisahkan dengan efektif saat ditangani dan disimpan			
2.	Semua bahan kimia diberi label dan peringatan dengan benar			
3.	Grafik peringatan risiko bahaya kimia ditampilkan secara jelas			
4.	<i>Spill kit</i> tersedia			
5.	Staf dilatih untuk dapat menangani tumpahan			
6.	Bahan <i>flammable</i> disimpan dengan benar dan aman dalam jumlah yang minimal di dalam kabinet			
7.	Pembawa botol tersedia			
8.	Petugas proteksi radiasi atau referensi manual yang sesuai tersedia untuk konsultasi			
9.	Staf dilatih dengan tepat untuk bekerja aman dengan bahan radioaktif			
10.	Catatan persediaan yang tepat dan penggunaan zat radioaktif dijaga			
11.	Layar radioaktif disediakan			
12.	Pajanan radiasi personal dimonitor			

- *Maintenance*

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Setiap ruangan laboratorium memiliki wastafel, air, listrik, dan saluran gas yang cukup untuk kerja aman			
2.	Terdapat program inspeksi dan perawatan yang cukup untuk sekering, lampu, kabel. Pipa, dan lain-lain			
3.	Kesalahan diperbaiki dalam waktu yang wajar			
4.	Engineering internal dan layanan perawatan tersedia, dengan engineer dan petugas yang ahli serta memiliki pengetahuan mengenai standard bekerja di laboratorium			
5.	Akses engineer dan petugas perawatan ke setiap area laboratorium didokumentasikan dan dikontrol			
6.	Apabila tidak terdapat engineering internal dan layanan perawatan, lokal engineer dan pendiri dikontak dan diperkenalkan dengan peralatan dan kerja dari laboratorium			
7.	<i>Cleaning service</i> tersedia			
8.	Akses dari petugas pembersih ke tiap area laboratorium dikontrol dan didokumentasikan			

9.	Layanan teknologi informasi tersedia dan aman			
----	---	--	--	--

• **Pengolahan limbah**

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Terdapat prosedur pengelolaan limbah yang menempel di laboratorium			
2.	Tempat sampah benda tajam terpisah dari sampah lainnya			
3.	Tempat sampah benda tajam bersifat : a. <i>Disposable</i> b. Tertutup c. Tahan tusukan d. Tahan pecah e. Berlabel/diberi kode warna yang benar			
4.	Tempat sampah selain benda tajam bersifat: a. Tertutup b. Tahan pecah c. Berlabel/diberi kode warna yang benar			
5.	Limbah cair didisinfeksi terlebih dahulu atau jika dibuang langsung, maka dibuang ke saluran yang mempunyai pengolahan khusus			
6.	Limbah infeksius padat didisinfeksi terlebih dahulu sebelum diproses lebih lanjut			
7.	Limbah gas dibuang melalui <i>fume hood</i>			

- prosedur dan rencana darurat

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Terdapat prosedur operasional untuk menghadapi bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, kebakaran, dan ledakan			
2.	Terdapat prosedur operasional <i>biohazard risk assessment</i>			
3.	Terdapat prosedur operasional dekontaminasi dan manajemen insiden pajanan			
4.	Terdapat prosedur operasional evakuasi darurat untuk manusia dan hewan			
5.	Terdapat prosedur operasional perawatan medis darurat dari pajanan dan untuk orang terluka			
6.	Terdapat prosedur operasional surveilens medis pajanan terhadap pekerja			
7.	Terdapat prosedur operasional manajemen klinis pajanan terhadap pekerja			
8.	Terdapat prosedur operasional investigasi epidemiologi			
9.	Terdapat prosedur operasional pasca insiden kelanjutan dari operasi			

- Penanganan umum dengan APD

No.	Uraian	Hasil		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Pakaian pelindung dengan desain yang disetujui tersedia untuk semua staf untuk kerja normal, ex: gown, coverall, apron, sarung tangan			

2.	Pakaian pelindung tambahan tersedia untuk kerja dengan bahaya kimia dan radioaktif serta bahan karsinogenik, ex: rubber apron, sarung tangan untuk bahan kimia dan berurusan dengan tumpahan; sarung tangan tahan panas untuk membongkar autoclaf dan oven			
3.	<i>Safety glasses, goggle dan shield (visor)</i> tersedia			
4.	Terdapat <i>eye-wash station</i>			
5.	Terdapat <i>emergency shower (drench facility)</i>			
6.	Proteksi radiasi sesuai dengan standard nasional dan internasional, termasuk ketentuan dosimeter			
7.	Respirator tersedia, dibersihkan secara teratur, disinfeksi, inspeksi, dan disimpan dalam kondisi bersih			
8.	Tersedianya filter yang sesuai untuk tipe respirator yang benar, ex: filter HEPA untuk mikroorganisme, filter yang sesuai untuk gas dan partikulat			
9.	Respirator <i>fit-tested</i>			
10.	Spesimen diterima dalam kondisi aman			
11.	Catatan memuat mengenai bahan yang masuk			
12.	Spesimen dikeluarkan dari paket dalam <i>biological safety cabinet</i> dengan hati-hati dan memperhatikan kemungkinan kerusakan dan kebocoran			
13.	Menggunakan sarung tangan dan perlengkapan pelindung lainnya ketika membuka paket spesimen			
14.	Personil dilatih dalam mengirim bahan infeksius berdasarkan regulasi nasional			

	dan/atau internasional			
15.	<i>Benche work</i> bersih dan rapi			
16.	Bahan infeksius yang rusak dipindahkan dan dibuang tiap hari dengan cara yang aman			
17.	Semua staf memperhatikan semua prosedur dalam menghadapi kerusakan dan tumpahan bahan kultur dan infeksius			
18.	Strelirisasi dicek dengan indikator kimia, fisika, dan biologi yang tepat			
19.	Terdapat prosedur untuk dekontaminasi <i>centrifuge</i> secara teratur			
20.	<i>Sealed bucket</i> disediakan untuk <i>centrifuge</i>			
21.	Menggunakan disinfektan yang tepat dan menggunakannya dengan benar			
22.	Terdapat pelatihan khusus untuk staf yang bekerja di <i>containment laboratory-biosafety level 3</i> dan <i>maximum containment laboratory-biosafety level 4</i>			

UNIVERSITAS INDONESIA

Biorisk Assessment Associated with Agent Characteristics

When assessing agent specific risk, one must consider the characteristics of the agent, as well as the means of transmission (especially if a vector is required), the target organism, the impact (health and economic) and the availability for prophylactic or therapeutic treatments.

The Public Health Agency of Canada and the Canadian Food Inspection Agency utilize the tables below in assessing risk prior to authorizing importation of specific agents. These tables summarize in general terms, factors to be considered and provides a rating scale which helps in determining the potential risk. A risk level one represents a minimal risk category, whereas a risk level four indicates a very high potential risk to health or the economy. By considering each factor and assigning a risk level to each; one can quickly determine the overall risk level for an agent. Should one factor be judged to present a greater risk than the other, engineering and procedural controls should be implemented where possible to reduce this risk.

Table 1: Risk Summary Table

Risk Factor	Risk Group	Risk Factor	Risk Group	Risk Factor	Risk Group
Pathogenicity /virulence		Infectious Dose		Mode of transmission	
Transmissibility		Environmental Stability		Host Range	
Endemicity		Economic Considerations		Vectors	
Recombinants		Availability of Prophylactic and therapeutic treatments		Overall Risk Group	

Table 2: Risk Factor Assessment Table

Risk Factor	Risk Level 1	Risk Level 2	Risk Level 3	Risk Level 4
Pathogenicity / Virulence	Unlikely to cause disease, low individual and community risk	Mild or moderate disease, moderate individual risk, low community risk, any pathogen that can cause disease but under normal circumstances, is unlikely to be a serious hazard to a healthy laboratory worker, the community, livestock or the environment	Serious livestock, poultry or wildlife disease; high individual risk, low community risk: any pathogen that usually causes serious disease or can result in serious economic consequences or does not ordinarily spread by casual contact from one individual to another	Severe livestock, poultry or wildlife disease / high individual risk, high community risk, also causes human disease, any pathogen that usually produces very serious and often fatal disease, often untreatable and may be readily transmitted from one individual to another, or from animal to human or vice-versa, directly or indirectly, or by casual contact.
Infectious Dose	Not applicable (not known to cause disease)	Variable or high (1,000-5,000 organisms or greater)	Medium (10 –1,000 organisms)	High (1-10 organisms)
Mode of Transmission / Route of Infection	Not applicable (not known to cause disease)	Primary exposure hazards are through ingestion, inoculation and mucous membrane route (not generally through the airborne route)	May be transmitted through airborne route; direct contact; vectors	Readily transmitted, potential for aerosol transmission
Ability to Spread / Transmission / Communicability	Not applicable (not known to cause disease)	Geographical risk of spread if released from the laboratory is limited, very limited or no transmission is relatively limited	Geographical risk of spread if released from the laboratory is moderate, direct animal to animal or human to human transmission occurs relatively easily – transmission	Geographical risk of spread if released from the laboratory is widespread

			between different animal species may readily occur	
Environmental Stability	Not applicable	Short term survival (days); can survive under ideal conditions	Resistant (days to months)	Highly resistant (months to years) e.g. spores
Host Range	Not applicable (not known to cause disease)	Infects a limited number of species	Infects multiple species	Infects many species of animals
Endemicity	Enzootic	Generally enzootic (some low-risk exotics, or reportable diseases)	Exotic or enzootic but subject to official control	Exotic
Economic aspects of introduction and/or release into the environment of the Canadian public	No economic and /or clinical significance	Limited economic and/or clinical significance	Severe economic and/or clinical significance	Extremely severe economic and/or clinical significance
Availability of prophylactic and therapeutic treatments	Not applicable (not known to cause disease)	Effective treatment and preventive measures are available	Prophylactic and /or treatments may or may not be readily available (or of limited benefit)	Prophylactic and/or treatments are not usually available
Vectors	Not applicable (not known to cause disease)	Do not depend on vectors or intermediate hosts for transmission May depend on vectors or intermediate host for transmission	May depend on vectors or intermediate host for transmission	May depend on vectors or intermediate host for transmission

Recombinants	The recombinant is a risk group 1 organism; modifications have not changed the risk	The recombinant is a risk group 2 organism; modifications have not changed the risk - DNA from risk group 2 or 3 organism is transferred into risk group 1 organism: but not the whole genome. - DNA from risk group 4 organism is transferred into risk group 1 organism (only after demonstration of a totally and irreversible defective fraction of the organism genome is present in the recombinant). - The recombinant is a risk group 3 or 4 organism, however, the modification has resulted in proven attenuation.	The recombinant is a modifications have not changed the risk - the recombinant is based on a risk group 2 organism, however, the modifications have increased the risk group 3 organism;.	The recombinant is a risk group 4 organism; modifications have not changed the risk - DNA form risk group 4 organism is transferred into risk group 1 organism in absence of demonstrations of lack of virulence or pathogenicity.
--------------	---	---	---	---

Recombinants Continued: The effect of the modification of all previous 10 risk factors. NIH Guidelines provide standard risk group assessment based on the modifications. A comprehensive look at the effect of the modification is required.

Consider:

- Does the inserted material increase virulence or decrease the effectiveness of anti-infective agents?
- Does the inserted gene encode a known toxin or a relatively uncharacterized toxin?
- Does the modification have the potential to alter the host range or cell tropism of the virus?
- Does the modification have the potential to increase the replication capacity of the virus?
- Does the inserted gene encode a known oncogene?
- Does the inserted gene have the potential for altering the cell cycle?
- Does the viral DNA integrate into the host genome?
- What is the probability of generating replication –competent viruses?
- If the modification has resulted in a form of attenuation, how extensively has this strain been utilized with out incident and/or has the attenuation been proven in animal models?
- Does the modification have an effect of increasing or decreasing the efficacy of available treatment or prophylaxis?

DOKUMENTASI

Emergency shower dan eye wash station



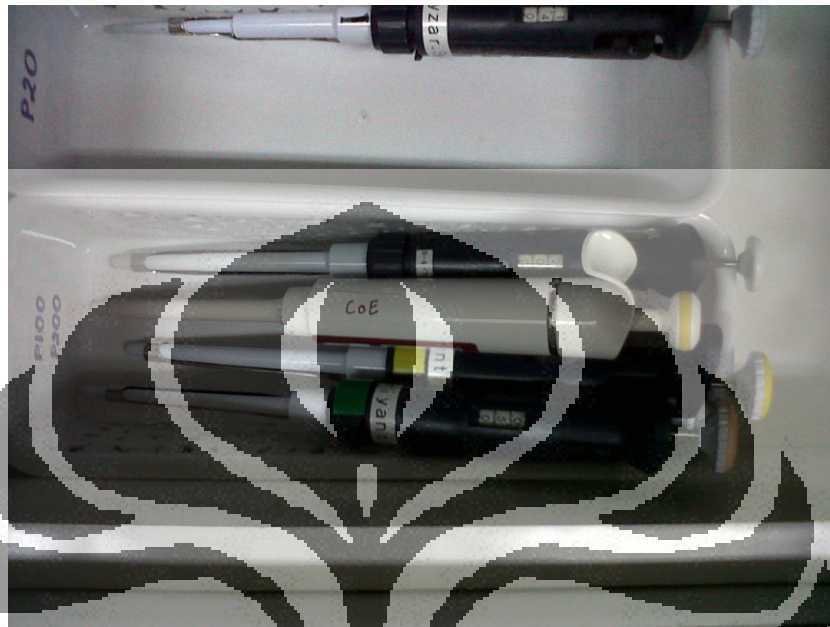
Eye wash station



ear muff



micro pipette



Fasilitas penyimpanan

