

PANDUAN CEPAT KEAMANAN PEKERJA DI LABORATORIUM BIOLOGI MOLEKULER

Kristianto Nugroho | Amalia Prihaningsih |
Dani Satyawan | Supriadi | Puji Lestari



**PANDUAN CEPAT
KEAMANAN PEKERJA
DI LABORATORIUM
BIOLOGI MOLEKULER**

Panduan Cepat Keamanan Pekerja Di Laboratorium Biologi Molekuler

Kristianto Nugroho
Amalia Prihaningsih
Dani Satyawan
Supriadi
Puji Lestari



Panduan Cepat Keamanan Pekerja Di Laboratorium Biologi Molekuler

@IAARD Press, 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

Katalog dalam terbitan (KDT)

Panduan Cepat Keamanan Pekerja Di Laboratorium Biologi Molekuler/Kristianto Nugroho ... [dkk.]. --- Jakarta: IAARD Press, 2020.

63 hlm.: ix; 21 cm

ISBN: 987-602-344-299-7

608.3

1. Keamanan Pekerja 2. Laboratorium

I. Nugroho, Kristianto

Penyunting Naskah : Supriadi

Perancang Kover dan Tata letak : Tim Kreatif IAARD Press

Cetakan ke-1, 2020

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp. +62 21-7806202, Faks.: +62 21-7800644
e-mai: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2018

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kemampuan, dan semangat yang tinggi untuk menyelesaikan buku panduan teknis berjudul **“Panduan Cepat Keamanan Pekerja di Laboratorium Molekuler”**. Buku panduan ini memberi informasi tentang keamanan dan keselamatan pekerja, serta umumnya bagi pengguna laboratorium biologi molekuler. Buku ini terbagi atas sembilan bagian yang pada intinya membahas tentang bagaimana melatih personel dan memberikan praktik-praktik keamanan dan keselamatan di laboratorium biologi molekuler, bahaya bahan kimia, pencegahan dan penanganan kecelakaan, pengenalan peralatan di laboratorium biologi molekuler, peraturan keselamatan kerja, manajemen waktu pengguna dan penutup. Buku ini sasarannya adalah para peneliti/teknisi/mahasiswa yang memanfaatkan fasilitas laboratorium biologi molekuler untuk kegiatan penelitian.

Buku panduan ini dibuat sederhana, berupa buklet yang singkat, agar mudah diterapkan oleh pekerja dan pengguna laboratorium biologi molekuler. Pemikiran ini merupakan salah satu upaya menjaga keselamatan, kesehatan, dan keamanan sumber daya manusia dalam mencapai target kegiatan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memfasilitasi penyusunan buku ini.

Bogor, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. MELATIH KESELAMATAN DAN KEAMANAN PERSONEL LABORATORIUM	3
III. PRAKTIK-PRAKTIK YANG AMAN DAN SEHAT DI LABORATORIUM	5
IV. BAHAYA BAHAN KIMIA	11
V. PENCEGAHAN DAN PENANGANAN KECELAKAAN DI LABORATORIUM	25
VI. MENGENALI BAHAYA DAN KELEMAHAN PERALATAN DASAR DI LABORATORIUM BIOLOGI MOLEKULER	31
VII. PERATURAN KESELAMATAN KERJA	35
VIII. KESEHATAN DAN MANAJEMEN WAKTU PENGGUNA LABORATORIUM	49
IX. PENUTUP	53
BAHAN BACAAN	55
TENTANG PENULIS	57
INDEKS	59

I. PENDAHULUAN

Orang berpandangan bahwa laboratorium adalah tempat penelitian yang mengandung bahaya bagi keselamatan. Tingkat bahayanya beragam, tergantung pada jenis laboratorium dan macam analisis yang dilakukan. Oleh karena itu, keselamatan dan keamanan laboratorium (*Lab. Safety*) adalah tanggung jawab semua personel yang terlibat di dalam kegiatan penelitian.

Setiap orang yang bekerja di laboratorium, baik peneliti, mahasiswa, maupun pekerja lainnya, harus memahami dan melaksanakan panduan keselamatan kerja. Di samping itu, mereka juga harus memahami cara-cara penanganan apabila terjadi sesuatu yang membahayakan atau mengancam keselamatan diri, laboratorium, dan lingkungan kerja di sekitarnya. Apabila terjadi kecelakaan kerja di laboratorium, maka tanggung jawab hukum akan menjadi beban dari institusi, pimpinan, dan individu.

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) di bawah Kementerian Pertanian yang memiliki mandat untuk melakukan kegiatan penelitian dengan pendekatan bioteknologi berbasis sumber daya genetik, memiliki kelompok peneliti (Kelti) Biologi Molekuler. Dalam Kelti ini terdapat Laboratorium Biologi Molekuler yang memfasilitasi kegiatan-kegiatan penelitian terkait biologi molekuler, rekayasa genetik, dan genomik.

Permasalahan umum di banyak laboratorium adalah belum mempunyai pedoman tertulis tentang keamanan dan kesehatan bekerja di laboratorium. Demikian juga dengan para teknisi dan pengguna laboratorium, secara umum mereka belum mengikuti pelatihan teknis standar keamanan dan kesehatan kerja di laboratorium. Oleh karena itu, adanya buku **“Panduan Cepat Keamanan Pekerja di Laboratorium Molekuler”** ini, diharapkan menjadi acuan bagi semua personel yang bekerja di Laboratorium Biologi Molekuler.

Buku panduan ini disusun dengan mengikuti kaidah-kaidah standar operasional prosedur (SOP) dari beberapa laboratorium, baik di dalam negeri maupun manca negara. Diharapkan, buku pedoman ini akan menjadi salah satu acuan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai keamanan bagi pekerja laboratorium, khususnya peneliti, mahasiswa, dan teknisi, serta pekerja lainnya di laboratorium-laboratorium molekuler dan kimia lingkup Balitbangtan supaya kegiatan penelitian yang dilaksanakan dapat berjalan secara optimal dan aman bagi pekerja dan lingkungannya.

II. MELATIH KESELAMATAN DAN KEAMANAN PERSONEL LABORATORIUM

Pekerja atau personel Laboratorium Biologi Molekuler harus mematuhi prinsip-prinsip dasar berikut ini agar dapat bekerja dengan aman dan selamat di laboratorium karena di laboratorium tersimpan bahan kimia berbahaya yang sering digunakan dalam penelitian. Ada empat prinsip dasar keamanan yang perlu diketahui:

1. **Merencanakan sebelumnya.** Sebelum memulai suatu eksperimen atau pekerjaan di laboratorium maka perlu mengantisipasi dan mengidentifikasi setiap potensi bahaya, seperti limbah berbahaya dan lainnya. Siapkan rencana untuk menangani limbah berbahaya yang dihasilkan di laboratorium sebelum memulai pekerjaan apa pun.
2. **Meminimalisasi paparan dari bahan kimia.** Jangan sampai bahan kimia di laboratorium bersentuhan dengan tubuh. Eksperimen hanya boleh dilakukan kalau menggunakan alat pelindung diri, seperti kaca mata pelindung dan sarung tangan dari percikan bahan kimia, serta keamanan ruangan laboratorium yang memadai, seperti ventilasi udara, dan lainnya. Perlindungan dari paparan tidak hanya untuk Anda, tapi juga untuk rekan kerja, sehingga sarung tangan dan pelindung lain yang sudah terkontaminasi tidak boleh menyentuh dan mengontaminasi alat dan fasilitas yang biasa

dipegang tanpa perlindungan, seperti gagang pintu, *keyboard*, *mouse* komputer, dan sebagainya.

3. **Jangan meremehkan risiko.** Anggaphlah bahwa campuran beberapa jenis bahan kimia beracun akan lebih berbahaya dibandingkan dengan hanya satu jenis. Perlakukan semua senyawa dan zat baru yang toksisitasnya tak dikenal sebagai zat beracun. Untuk mengetahui secara pasti potensi bahaya zat kimia beracun maka pelajarilah *material safety data sheets* (MSDS) dari setiap bahan kimia yang akan digunakan.
4. **Bersiaplah terhadap kecelakaan.** Sebelum memulai eksperimen, ketahuilah tindakan-tindakan pencegahan yang harus diambil apabila terjadi pelepasan zat kimia berbahaya secara tidak disengaja. Ketahuilah letak semua peralatan keselamatan berada. Bersiaplah untuk memberikan tindakan darurat dan pertolongan pertama pada rekan kerja yang terpapar dengan bahan kimia berbahaya, seperti bahan-bahan kimia yang bersifat karsinogenik (zat yang dapat menyebabkan pertumbuhan sel kanker), neurogenik (zat yang dapat mengganggu sirkulasi darah), mudah terbakar, dan mengganggu pernapasan.

III. PRAKTIK-PRAKTIK YANG AMAN DAN SEHAT DI LABORATORIUM

A. Praktik Aman di Laboratorium

1. Dilarang makan, minum, dan merokok di dalam laboratorium. Makanan dan minuman akan rawan terkontaminasi oleh zat berbahaya yang ada di dalam laboratorium. Tumpahan atau remah makanan akan memancing datangnya hama, seperti semut, kecoa, dan tikus, yang dapat merusak alat dan bahan laboratorium. Merokok meningkatkan potensi kebakaran dan mengganggu kenyamanan pengguna laboratorium lain.
2. Hindarilah mencium secara langsung suatu bahan kimia. Menguji bau suatu bahan kimia, apabila terpaksa, harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Beberapa zat kimia dapat merusak, bahkan dalam dosis kecil sekali pun, apabila terhirup. Setiap bahan kimia harus diberi label dengan jelas dan labelnya tidak mudah luntur, sehingga tidak ada keraguan tentang isinya.
3. Gunakanlah jas lab, sarung tangan, dan masker atau perlengkapan pengamanan (pelindung) lainnya. Perlengkapan pelindung diperlukan tidak hanya untuk melindungi Anda, tapi juga melindungi objek penelitian, alat laboratorium, dan bahan kimia yang digunakan dari paparan benda asing yang berasal dari tubuh Anda, seperti keringat, napas, DNA dari kulit, dan lain-lain. Oleh karena itu, bukalah bahan pelindung yang telah digunakan di laboratorium apabila Anda keluar

atau selesai bekerja di laboratorium karena khawatir sudah terkontaminasi oleh zat kimia berbahaya.

4. Barang pribadi, seperti jaket, topi, payung, dan tas harus ditempatkan di lemari khusus. Jangan dipakai/dibawa atau diletakkan di sembarang tempat di dalam laboratorium untuk menghindari peluang terkontaminasi oleh zat berbahaya dan agar tidak mengganggu ruang gerak pengguna laboratorium.
5. Bersihkanlah meja kerja Anda dari benda apapun yang tidak perlu, termasuk bahan kimia dan peralatan di laboratorium. Meja yang rapi dan lapang akan memaksimalkan ruang gerak dan menghindari kecelakaan karena tersenggol secara tidak sengaja. Segeralah bersihkan zat kimia yang tumpah atau berserakan di meja laboratorium.
6. Bahan-bahan yang bersifat aerosol atau mudah tersebar di udara, harus diletakkan di dalam lemari asam supaya tidak terhirup atau terhisap oleh pengguna laboratorium.
7. Bersihkanlah segera segala macam tumpahan bahan kimia (sedikit/banyak) dan buanglah pada tempatnya.
8. Gunakanlah kacamata pelindung apabila sedang bekerja di ruang asam, karena mata lebih sensitif terhadap zat kimia. Risiko kebutaan bisa saja terjadi jika mata mengalami kontak dengan zat kimia berbahaya.
9. Gunakanlah selalu pelindung muka atau masker laboratorium supaya terhindar dari kemungkinan terjadinya percikan dan tumpahan bahan-bahan kimia, dan lain-lain.
10. Bersihkanlah semua alat gelas sehabis pakai. Sisa-sisa cairan bahan kimia harus diencerkan terlebih dahulu sebelum dibuang pada tempatnya (wastafel, dll). Tanpa pengenceran maka bahan-bahan kimia yang bersifat asam dan basa lemah sekali pun dapat merusak saluran pipa buangan.

11. Buanglah peralatan gelas laboratorium yang retak atau dicurigai cacat karena berisiko pecah saat digunakan atau diisi dengan bahan kimia berbahaya atau bersuhu tinggi.
12. Bahan yang membahayakan kulit harus dipisahkan atau dilokalisasi penempatannya di dalam wadah dan ruangan tertentu.
13. Ikutilah cara-cara pembuangan semua bahan kimia berbahaya berdasarkan prosedur baku seperti tercantum pada kemasannya. Perlu diingat bahwa semua pengguna laboratorium memiliki tanggung jawab untuk menjaga keamanan lingkungan sekitar dari polusi dan kontaminasi bahan kimia berbahaya.
14. Semua aktivitas di laboratorium harus dikaji ulang secara periodik akan kemungkinan bahayanya. Kenali sifat bahan dan alat yang akan dipakai untuk menghindari bahaya.
15. Setiap aktivitas yang melibatkan proses pencampuran atau reaksi berbagai bahan kimia harus ditunggu, tidak boleh ditinggalkan kepada orang lain di laboratorium, apalagi ditinggalkan. Timbulnya hal-hal yang berbahaya dan tidak diduga dapat diminimalkan apabila ada orang di lokasi. Pengguna laboratorium lain mungkin tidak mengetahui tingkat bahaya dari bahan-bahan yang sedang digunakan.
16. Dilarang berlarian di dalam laboratorium atau jalan/lorong kosong di laboratorium.
17. Semua peralatan keamanan, seperti alat pemadam kebakaran atau peredam api (*fire extinguisher*), harus ditempatkan di tempat yang diketahui umum, mudah dijangkau, dan berfungsi baik. Pengujian fungsi alat-alat keamanan harus dilakukan secara rutin, dan disesuaikan dengan spesifikasi dari pabrik atau perusahaan.

B. Prosedur Pengendalian Kebakaran dan Keadaan Darurat

1. Suatu laboratorium harus mempunyai prosedur tertulis tentang cara-cara penanggulangan kebakaran dan tindakan menghadapi keadaan darurat kebakaran.
2. Prosedur tersebut meliputi:
 - a) Peta evakuasi
 - b) Jalur-jalur keluar
 - c) Nomor-nomor telepon penting yang harus dihubungi apabila terjadi kebakaran, yaitu pemadam kebakaran kota, polisi, PMI/*ambulance*, dan rumah sakit. Nomor-nomor tersebut harus terpajang di dekat telepon laboratorium dan statusnya harus sering diperbaharui (*di-update*).
3. Apabila terjadi kebakaran kecil di meja kerja laboratorium, tergantung seberapa besar api, tindakan pertama yang dianjurkan adalah memberi tahu teman untuk membantu memadamkan.
4. Peralatan keamanan kerja perlu diperiksa/dicoba secara periodik untuk meyakinkan bahwa alat tersebut bekerja sesuai fungsi.
5. Kebakaran dapat terjadi secara spontan, misalnya melalui kain pembersih bekas minyak, cat atau cairan lain yang mudah terbakar. Oleh karena itu, bahan-bahan tersebut sebaiknya disimpan dalam tempat yang tertutup.
6. Terbakarnya kain pembersih bekas minyak dapat bermula dari oksidasi sisa-sisa minyak oleh udara, mungkin karena terkatalisis oleh logam tertentu atau kerja bakteri. Oksidasi dapat menimbulkan panas yang akan mempercepat reaksi seterusnya sehingga menghasilkan lebih banyak panas. Akhir-

nya akan tercapai suhu yang cukup tinggi untuk membuat kain pembersih itu terbakar dengan sendirinya.

7. Beberapa bahan kimia, seperti ammonium nitrat, dalam jumlah kecil tidak mengkhawatirkan, tetapi dalam jumlah besar dapat menimbulkan bahaya ledakan.

C. Bahaya Kebakaran dan Penanggulangannya

Di laboratorium harus selalu diwaspadai adanya potensi bahaya kebakaran. Oleh karena itu, alat-alat pemadam kebakaran harus selalu tersedia di tempat. Alat-alat dari kaca atau porselen dapat merengat sehingga isinya tumpah. Alkohol, eter, benzena, karbon disulfida, aseton, petroleum eter, dan sebagainya adalah cairan-cairan yang sering digunakan dan mudah sekali terbakar.

Cara memadamkan api pada waktu terjadi kebakaran kecil dapat dilakukan dengan air, seperti dengan menutup barang yang terbakar dengan karung tebal yang telah dibasahi. Namun, untuk kebakaran yang ditimbulkan oleh cairan yang tidak dapat bercampur dengan air, seperti benzena, bensin, minyak tanah, dan sebagainya, maka pasir kering adalah alat pemadam api yang terbaik. Oleh karena itu, di dalam laboratorium harus selalu tersedia peti berisi pasir kering. Dalam kondisi aman, maka peti pasir tersebut harus selalu dalam keadaan tertutup supaya tidak menjadi sarang binatang liar. Api yang disebabkan oleh cairan yang mudah terbakar, seperti minyak, dapat dipadamkan dengan sodium karbonat.

Apabila cara-cara tersebut tidak mencukupi maka harus menggunakan **Pemadam Api Tetra** (*tetrahedron fire extinguisher*), yaitu sejenis tabung pemadam kebakaran. Alat pemadam api tetra harus selalu ada di setiap ruangan laboratorium pada tempat yang mudah dijangkau. Tetrahedron dapat membentuk

fosgen, suatu gas yang amat beracun pada saat alat ini digunakan, oleh karena itu ruangan harus dibuka agar udara segar dapat masuk.

Apabila pakaian seseorang terkena api, usahakan untuk tidak berlari karena nyala api akan membesar kalau berlari/tertiup angin. Cara terbaik adalah menutup bagian tubuh yang terbakar dengan handuk basah. Jika kita sendiri yang terkena api, maka cara terbaik adalah dengan berguling-guling di lantai untuk memadamkannya.

IV. BAHAYA BAHAN KIMIA

A. Beberapa Jenis Bahaya dari Bahan Kimia

Ada beberapa hal yang harus kita ketahui tentang bahaya dari bahan-bahan kimia:

1. **Keracunan:** dapat terjadi langsung saat terkena atau tidak langsung karena zat kimia beracun terakumulasi di dalam tubuh sedikit demi sedikit dalam jangka waktu cukup lama.

Racun dapat memasuki tubuh melalui:

- a. Pernapasan (gas atau uap cairan atau zat padat, seperti CO_2 , H_2S , dan benzena).
 - b. Kontak dengan kulit dan mata (ethidium bromida, formamida, formaldehida, akrilamida).
 - c. Saluran pencernaan (tertelan) bersama makanan, minuman, dan debu.
2. **Iritasi:** berupa rangsangan pada kulit, misalnya gatal-gatal, memerah, sampai melepuh.
 3. **Korosi:** merusak kulit (NaOH pekat), juga merusak logam karena dapat melarutkannya.
 4. **Kebakaran:** karena adanya zat yang mudah terbakar, baik yang berupa gas, cairan, maupun zat padat.
 5. **Ledakan:** karena terdapat uap yang mudah terbakar, bercampur dengan udara dalam proporsi yang tepat dan api atau percikan api (misalnya karena tombol alat listrik yang dinyalakan/dimatikan).

Ledakan dapat juga terjadi karena guncangan, pukulan, bahkan gerakan. Ini terjadi pada bahan peledak (jadi bukan bahan yang biasa disimpan dalam laboratorium). Namun, pemicu ledakan juga dapat terbentuk di dalam laboratorium sebagai hasil sampingan reaksi yang sedang dikerjakan. Bahkan, dapat juga sebagai akibat bahan yang terlalu lama disimpan, seperti eter organik yang teroksidasi menjadi peroksida yang sangat mudah meledak. Oleh karena itu, berhati-hatilah dengan eter. Simpanlah eter di dalam botol yang diisi penuh agar mengurangi udara dan dapat mencegah terbentuknya peroksida. Periksalah eter yang telah lama disimpan supaya tidak mengandung peroksida.

6. **Reaksi kimia yang menimbulkan panas atau gas mudah terbakar:** beberapa jenis senyawa kimia apabila bereaksi dengan air akan menimbulkan panas dan terkadang disertai gas yang dapat terbakar. Misalnya, potongan logam kalium di dalam air atau semburan gas apabila air diteteskan langsung ke dalam H_2SO_4 pekat. Ingatlah betul-betul: **selalu menuangkan asam pekat sedikit demi sedikit ke dalam air, jangan sebaliknya.**
7. **Kanker:** Ethidium bromida, poliakrilamid.
8. **Kerusakan lingkungan:** berupa pencemaran karena bahan itu sendiri, atau karena hasil penguraiannya jika jumlahnya melampaui batas, atau terakumulasi sampai melampaui batas.

B. Beberapa Jenis Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium Biologi Molekuler

No.	Bahan Kimia	Bahaya
1.	Akrilamida (C_3H_5NO)	<p>Akrilamida sangat berbahaya jika tertelan, terkena kulit, atau terhirup. Akibat yang ditimbulkan dapat berupa: iritasi kulit dan reaksi alergi. Apabila bahan ini mengenai mata dapat menyebabkan cacat. Jenis bahaya lainnya adalah dapat menyebabkan kanker dan diduga merusak kesuburan.</p> <p>Oleh karena itu, perlu ada instruksi khusus sebelum menggunakan bahan ini dan dalam penggunaannya perlu memakai sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata.</p>
2.	Isoamil Alkohol ($C_5H_{12}O$)	<p>Isoamil alkohol mudah terbakar, berbahaya jika terhirup, dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, dan apabila terpapar berulang kali dapat menyebabkan kulit kering atau pecah-pecah.</p> <p>Apabila tubuh terpapar dalam jumlah besar oleh bahan kimia ini, akan menimbulkan beberapa gejala, seperti sakit kepala, mual, dan muntah.</p> <p>Cara pencegahannya yaitu dengan menjauhkan cairan tersebut dari panas/percikan api.</p>

3.	Natrium Hidroksida (NaOH)	NaOH bersifat korosif, higroskopis, mudah menyerap gas karbon-dioksida (CO ₂), dan merusak jaringan tubuh. Hindari kontak dengan kulit, mata dan pakaian.
4.	<i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> (SDS)	SDS termasuk bahan berbahaya dan mudah terbakar. Dapat menyebabkan iritasi jika terkena kulit, tertelan, dan mengenai mata. Apabila terkena mata maka segera dicuci dengan banyak air dan minta bantuan tenaga medis. Dalam pemakaiannya maka harus mengenakan pakaian pelindung dan sarung tangan.
5.	Ethidium Bromida (EtBr)	Ethidium bromida berbentuk cairan yang berbahaya jika terhirup. Senyawa kimia ini diduga menyebabkan kerusakan genetik sehingga harus berhati-hati sewaktu menggunakannya. Jika terhirup, segeralah mencari udara segar dan apabila kontak langsung dengan kulit segera tanggalkan semua pakaian yang terkontaminasi dan bilaslah kulit dengan air/pancuran air. Gunakan sarung tangan (<i>gloves</i>) saat bekerja dengan bahan ini.

6.	<i>Cetyltrimethylammonium bromide</i> (CTAB)	<p>CTAB bersifat korosif dan berbahaya bagi lingkungan. Apabila terkena mata dapat menyebabkan kerusakan yang serius. CTAB akan menjadi sangat toksik jika terkena air, sehingga perlu dihindari pelepasan ke lingkungan.</p> <p>Jika mengenai kulit, bilas dengan banyak sabun dan air. Jika terhirup pindahkan korban ke udara segar dan tetap dalam posisi yang nyaman untuk bernapas.</p>
7.	Asam Borat (H_3BO_3)	<p>Asam borat dapat merusak kesuburan dan keguguran bagi ibu hamil yang menghirup bahan ini secara terus-menerus. Oleh karena itu, perlu instruksi khusus sebelum menggunakan bahan ini. Jika terpapar maka segera lakukan pengecekan ke dokter.</p>
8.	Formamida	<p>Formamida sangat beracun dan berbahaya. Paparan yang berulang dan dalam waktu lama dapat merusak kesuburan dan janin. Sebelum menggunakan bahan ini perlu diperhatikan instruksi pemakaian kerjanya.</p> <p>Bahan dan/atau wadah habis pakai harus dibuang pada tempat penampungan limbah berbahaya.</p>

9.	Fenol (C ₆ H ₅ OH)	Fenol bersifat korosif dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada mata, kulit, dan saluran pernapasan. Apabila terhirup dapat menyebabkan edema pada paru-paru, kemungkinan mengganggu sistem saraf pusat, hati, ginjal, lambung, dan pernapasan, serta dapat mengakibatkan kematian.
10.	Kloroform (CHCl ₃)	Kloroform berbahaya bagi kesehatan, seperti iritasi pada kulit dan gangguan pernapasan. Jika terkena kulit segera basuh dengan air yang mengalir. Jika terhirup segera cari udara yang lebih segar.
11.	Ammonium persulfat (APS)	Ammonium persulfat merupakan bahan yang berbahaya dan mudah terbakar. Apabila mengenai kulit dan mata dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata. Jika terhisap dapat menyebabkan alergi atau gejala asma, dan kesulitan bernapas. Segera cuci bagian tubuh yang terpapar dengan sabun dan air yang mengalir. Jika terhirup maka korban harus segera dipindahkan ke udara yang lebih segar.
12.	<i>Tetramethylethyldiamine</i> (TEMED)	TEMED bersifat korosif dan mudah terbakar. Menyebabkan reaksi alergi pada kulit dan gejala alergi/asma/kesulitan bernapas jika terhirup. Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata. Jika terhirup segera bawa ke tempat berventilasi baik.

13.	Etanol (C_2H_5OH)	Etanol berupa cairan kimia yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tak berwarna. Pemaparan yang berlebih dapat menyebabkan iritasi mata dan saluran pernapasan. Jika tertelan dapat menyebabkan pusing, kantuk, dan perasaan mual. Oleh karena itu, hindarkan terkena kulit dan pakaian, jangan terhirup uapnya. Wadah harus selalu dalam keadaan tertutup apabila sudah tidak digunakan.
14.	Isopropanol (C_3H_7OH)	Isopropanol mudah terbakar. Menyebabkan iritasi mata, saluran pernapasan, dan kulit. Oleh karena itu, hindarkan terkena kulit dan pakaian dan jangan terhirup uapnya. Wadah harus tertutup, gunakan ventilasi yang cukup, cuci tangan setelah menangani bahan ini.
15.	Sodium Bisulfit ($NaHSO_3$)	Sodium bisulfit dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan dan berbahaya apabila tertelan.
16.	Bis-Akrlamida	Bis-akrilamida sangat berbahaya. Dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Apabila tertelan atau terhirup dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan. Paparan dalam jangka waktu lama dapat mempengaruhi sistem saraf. Hindari menghirup bahan ini dan kenakan sarung tangan pelindung, pakaian pelindung, dan pelindung mata.

17.	<i>Ethyl Methane Sulfonate</i> (EMS)	EMS berbahaya dan dapat menyebabkan iritasi kulit, mata, dan saluran pernapasan. Kontak yang cukup lama dengan bahan ini dapat menyebabkan kerusakan genetik dan kanker. Hindari terhirup dan selalu kenakan sarung tangan pelindung, pakaian pelindung, dan pelindung mata.
18.	Asam asetat glasial	Asam asetat glasial mudah menguap. Apabila terpapar dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan mata. Gunakan lemari asam sewaktu menggunakan bahan ini. Gunakan sarung tangan pelindung, pakaian pelindung, dan pelindung mata.
19.	β -Merkaptoetanol	β -Merkaptoetanol beracun apabila terhirup dan tertelan. Jika terkena kulit dapat mengakibatkan iritasi dan alergi. Gunakan bahan ini di dalam lemari asam dan kenakan sarung tangan, pakaian pelindung dan kaca mata pelindung.
20.	<i>Silver Nitrat</i> (AgNO_3)	<i>Silver Nitrat</i> mudah terbakar. Dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, serta saluran pernapasan. Berbahaya bagi organisme akuatik di lingkungan. Apabila terkena kulit atau mata, segera cuci dengan sabun dan air mengalir. Dapatkan pertolongan dari tenaga medis.

21.	Metanol (CH ₃ OH)	Metanol sangat mudah terbakar, beracun kalau tertelan, terhirup, atau kontak dengan kulit. Dapat merusak organ tubuh, seperti ginjal, hati, dan sistem saraf dalam penggunaan yang lama. Gunakan lemari asam, hindari terhirup, dan kenakan alat pelindung, seperti sarung tangan, pelindung, dan kaca mata pelindung.
22.	Aseton	Aseton sangat mudah terbakar, dapat menyebabkan iritasi serius pada mata, dan jika uapnya terhirup dapat menyebabkan pusing dan mual. Apabila terhirup segera bawa ke udara yang lebih segar.
23.	Asam Klorida (HCl)	HCl bersifat korosif pada logam. Dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan mata, serta iritasi saluran pernapasan. Gunakan lemari asam sewaktu menggunakannya. Jangan sampai terhirup dan kenakan alat pelindung, seperti sarung tangan, pakaian, dan kaca mata.
24.	Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	Asam sulfat bersifat korosif pada logam. Dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan pada mata, serta iritasi saluran pernapasan. Gunakan lemari asam sewaktu menggunakan bahan ini. Jangan sampai terhirup. Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata.

25.	Sodium Hipoklorit (NaClO_4)	Sodium hipoklorit bersifat korosif pada logam. Dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan mata, serta iritasi saluran pernapasan. Bersifat toksik pada lingkungan akuatik sehingga tidak boleh dibuang sembarangan. Hindari terhirup dan kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata.
26.	Proteinase K	Apabila proteinase K terhirup dapat menyebabkan alergi, asma, dan gangguan pernapasan. Dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata dan saluran pernapasan. Jangan sampai terhirup uapnya. Jika terjadi kecelakaan atau jika merasa tidak enak badan, segera dapatkan bantuan medis.
27.	RNAse	Apabila RNAse terhirup dapat menyebabkan alergi, asma, dan gangguan pernapasan. Dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata dan saluran pernapasan. Pakai sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah dan hindari menghirup.
28.	<i>Xylene cyanol</i>	<i>Xylene cyanol</i> dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Pakai sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah.

29.	<i>Bromophenol Blue</i>	<i>Bromophenol blue</i> dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Hindari kontak dengan kulit, mata dan pernapasan.
30.	Formaldehida	Formaldehida mudah terbakar, beracun apabila terhirup, dapat menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan mata, dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit, dan beracun bagi lingkungan akuatik. Sebelum menggunakan bahan ini perlu diperhatikan instruksi pemakaian kerjanya. Sisa formaldehida dan bekas wadah harus dibuang sebagai limbah berbahaya. Gunakan alat pelindung untuk menghindari kontak langsung.
31.	Urea	Urea dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata. Apabila terhirup menyebabkan iritasi saluran pernapasan, apabila tertelan menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan. Pakai sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah.
32.	<i>Bind Silane</i>	<i>Bind silane</i> sifatnya mudah terbakar, menyebabkan iritasi pada kulit, kerusakan serius pada mata, dan iritasi saluran pernapasan. Pastikan ventilasi yang cukup, khususnya di area tertutup. Pakai sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah.

C. Simbol-simbol Keselamatan Kimia

	<p>Eksplorisif atau Mudah Meledak</p> <p>Digunakan untuk bahan kimia yang mudah meledak. Meskipun demikian, bahan kimia yang mudah meledak jarang digunakan di laboratorium molekuler. Selain percikan api, ledakan dari bahan kimia yang mudah meledak dapat terpicu oleh suara dan gerakan.</p>
	<p>Mudah Teroksidasi (<i>Oxidizing</i>)</p> <p>Digunakan untuk bahan kimia yang mudah menguap dan mudah terbakar melalui oksidasi. Umumnya terjadi akibat reaksi bahan dengan udara yang panas atau percikan api.</p>
	<p>Mudah Terbakar (<i>Flammable</i>)</p> <p>Bahan kimia yang mempunyai titik nyala rendah, mudah terbakar dengan api.</p>
	<p>Beracun (<i>Toxic</i>)</p> <p>Simbol untuk bahan beracun yang menyebabkan sakit serius bahkan kematian apabila tertelan atau terhirup.</p>
	<p>Bahaya Iritasi (<i>Harmful Irritant</i>)</p> <p>Simbol untuk bahan-bahan yang dapat menyebabkan iritasi, gatal-gatal, dan dapat menyebabkan luka bakar pada kulit.</p>
	<p>Korosif (<i>Corrosive</i>)</p> <p>Digunakan sebagai peringatan untuk bahan-bahan yang bersifat korosif, dapat merusak jaringan hidup, dapat menyebabkan iritasi pada kulit, gatal-gatal dan dapat menyebabkan kulit mengelupas.</p>
	<p>Bahan Berbahaya bagi Lingkungan (<i>Dangerous for Enviromental</i>)</p> <p>Tanda ini digunakan untuk bahan-bahan kimia yang dapat merusak lingkungan. Perlu pengawasan khusus apabila di laboratorium terdapat bahan tersebut.</p>

	<p>Radioaktif Dipakai untuk bahan-bahan yang mengandung bahan yang bersifat radioaktif atau memancarkan radiasi secara spontan.</p>
	<p>Bahaya kesehatan serius Simbol ini digunakan untuk bahan kimia yang dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius dan seringkali bersifat jangka panjang, seperti karsinogen, mutagen, toksin, gangguan pernapasan, dan reproduksi.</p>

V. PENCEGAHAN DAN PENANGANAN KECELAKAAN DI LABORATORIUM

A. Jenis Kecelakaan Umum Terjadi di Laboratorium

Orang awam seringkali beranggapan bahwa kegiatan penelitian di laboratorium jauh lebih mudah dilakukan dibandingkan kegiatan penelitian di lapangan atau rumah kaca. Kenyataannya, bekerja di laboratorium menuntut kita untuk mampu bekerja secara cermat dan terampil. Selain itu, bekerja di laboratorium memerlukan tingkat kehati-hatian yang sangat tinggi. Berbagai kecelakaan kerja dapat terjadi kapan saja dan menimpa siapa saja. Oleh karena itu, setiap pengguna laboratorium harus selalu menaati peraturan keselamatan kerja yang ada.

Ada berbagai jenis kecelakaan kerja yang sering terjadi di laboratorium (Tabel 1). Walaupun demikian, angka-angka persentase tersebut bukanlah sesuatu yang bersifat mutlak. Kecelakaan kerja berupa kontak dengan bahan panas hingga menyebabkan terjadinya luka bakar merupakan jenis kecelakaan kerja yang paling sering dijumpai di laboratorium. Misalnya saja saat seseorang memanaskan gel agarosa menggunakan botol kaca di dalam *microwave*, seringkali lupa bahwa botol tersebut telah panas dan mengambilnya langsung tanpa menggunakan sarung tangan tahan panas hingga menyebabkan terjadinya luka pada telapak tangan.

Tabel 1. Jenis kecelakaan kerja yang sering terjadi di laboratorium.

No.	Jenis Kecelakaan Kerja	Persentase
1.	Kontak dengan panas	83,33
2.	Terkena tumpahan bahan kimia	66,66
3.	Keluhan pusing	66,66
4.	Iritasi kulit	63,33
5.	Mata terpercik bahan kimia	20,00
6.	Terkena sengatan listrik	13,33
7.	Terjadi ledakan	13,33
8.	Terjatuh atau terpeleset	6,66
9.	Terkena pecahan gelas atau kaca	3,33
10.	Kebakaran	3,33

Sumber: Cahyaningrum *et al.* (2019).

Kecelakaan kerja berikutnya yang paling sering adalah terkena tumpahan bahan kimia dan keluhan pusing yang dirasakan beberapa orang setelah menghirup bau bahan kimia tertentu selama bekerja di laboratorium. Oleh karena itu, selama bekerja di laboratorium sangatlah penting untuk menggunakan alat pelindung diri, seperti jas laboratorium untuk melindungi tubuh dari tumpahan bahan kimia dan masker agar tidak menghirup uap bahan kimia secara langsung. Selain itu, ventilasi udara di dalam laboratorium juga harus diatur sedemikian rupa agar sirkulasi udara dapat bergerak dengan lancar.

Kecelakaan kerja lainnya yang sering terjadi adalah iritasi kulit akibat bersentuhan dengan bahan kimia yang bersifat *irritant*. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung berupa sarung tangan lateks sangatlah penting agar kulit tangan kita tidak bersentuhan langsung dengan bahan kimia tersebut. Kecelakaan kerja lainnya dalam jumlah minor, namun terkadang terjadi, antara lain mata terkena percikan bahan kimia, terjadinya ledakan akibat pencampuran bahan kimia tertentu, terkena sengatan listrik, terjatuh atau terpeleset, terkena pecahan gelas

atau kaca, dan kebakaran. Kecelakaan kerja apapun dapat terjadi kapan saja dan di mana saja tanpa mengenal waktu. Oleh karena itu para pengguna laboratorium harus selalu waspada setiap saat.

B. Pencegahan

1. Bahan kimia beracun

- a. Lakukan percobaan yang menghasilkan gas beracun di dalam lemari asam.
- b. Sebelum percobaan dilakukan, pastikan sirkulasi udara yang memadai di laboratorium.
- c. Gunakan alat pelindung pernapasan, seperti masker.
- d. Tidak makan dan minum di dalam laboratorium.

2. Bahan kimia korosif

- a. Hindari kontak dengan tubuh, dengan memakai pelindung/proteksi, seperti sarung tangan dan kacamata pelindung.
- b. Simpan zat-zat tersebut di tempat yang aman.

3. Bahan kimia mudah terbakar

- a. Jauhkan dari percikan atau sumber api.
- b. Pahami **Teori Segitiga Api**, yaitu ada bahan mudah terbakar, ada panas dan energi yang cukup, serta oksigen yang cukup.
- c. Kenali tempat dan alat pemadam kebakaran.

4. Bahan kimia reaktif terhadap air

- a. Jauhkan dari air.
- b. Simpan pada tempat kering.
- c. Simpan pada tempat yang terlindung dari air.

5. Teknik percobaan

- a. Lakukan percobaan sesuai petunjuk dan penuntun praktikum.
- b. Jangan lalai dan bersikap ceroboh.
- c. Selalu perhatikan petunjuk penggunaan alat dan peralatan, serta prosedur kerja.

C. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K)

Keterampilan memberikan pelayanan P3K merupakan hal yang perlu dikuasai oleh semua pengguna/pekerja laboratorium. Sebelum pertolongan dokter dapat dilakukan, usahakanlah jangan sampai terjadi kontak antara bahan kimia dengan tubuh.

Beberapa anjuran:

1. Cucilah dengan air mengalir sisa-sisa bahan kimia yang masih menempel pada tubuh (kulit, mata, dan lain-lain).
2. Usahakan supaya penderita tidak kebingungan. Jangan berikan minuman beralkohol karena akan mempercepat penyerapan racun.
3. Jika kesulitan bernapas, segera berikan pernapasan buatan dari mulut ke mulut.
4. Mintalah pertolongan segera pada rumah sakit terdekat.

D. Bahan-bahan untuk P3K

1. Obat-obatan:

- a. Alkohol 70% dan 95%
- b. Asam asetat 1% dan 5%
- c. Natrium bikarbonat (bubuk)

- d. Asam borat 4%
- e. Penawar racun umum (*universal antidote*)
- f. Salep butesin, minyak zaitun, petrolatum steril, minyak mineral
- g. Air kapur
- h. Natrium bikarbonat 5%
- i. Iodium tinctur 2%

2. Alat-alat lain:

- a. Kertas absorben
- b. Plester dan perban (ukuran 2 inci)
- c. Selimut

E. Tindakan P3K di Laboratorium

1. Terbakar

Luka bakar yang besar harus diobati oleh dokter. Luka itu hanya boleh disiram dengan air dingin. Pakaian dan sebagainya yang melekat pada luka itu jangan ditarik. Luka bakar yang kecil disiram air dingin dahulu lalu diobati dengan asam pikrat, salep butesin, salep tannin atau larutan tannin 5%.

2. Terkena asam

Kulit atau baju yang terkena senyawa asam supaya segera dicuci dengan air yang mengalir kemudian dinetralkan dengan larutan ammonia 5%.

3. Terkena basa

Bagian tubuh yang terkena senyawa basa supaya segera dicuci dengan air yang mengalir, kemudian dinetralkan dengan larutan asam borat 4% atau asam asetat 1%.

4. Terkena bahan-bahan panas pada mata

Apabila mata terkena asam maka harus segera dicuci dengan air yang mengalir. Selanjutnya, netralkan dengan cara mencuci mata dengan larutan sodium bikarbonat 5% menggunakan cawan mata (*eye cup*). Apabila terkena basa kuat maka segera cuci dengan air dan dinetralkan dengan asam borat 4%. Setelah itu, segera hubungi dokter terdekat.

5. Asam kuat terhisap mulut

Segera muntahkan asam dari mulut, lalu berkumur beberapa kali dengan air, dan netralkan dengan natrium bikarbonat 5%.

6. Luka karena benda tajam

Segera bersihkan bagian yang terluka dari debu dan kotoran lainnya, kemudian dicuci dengan alkohol 70% dengan menggunakan kapas. Setelah kering dapat diberi larutan iodium tinktur 2%.

VI. MENGENALI BAHAYA DAN KELEMAHAN PERALATAN DASAR DI LABORATORIUM BIOLOGI MOLEKULER

Beberapa peralatan laboratorium dapat menimbulkan bahaya apabila digunakan secara sembarangan. Alat-alat tertentu juga sangat rentan terhadap kerusakan dan harga perbaikannya sangat mahal, sehingga pengguna harus mengetahui cara penggunaan alat tersebut secara benar. Jika ragu, mintalah pendampingan dari staf yang lebih ahli. Beberapa alat yang harus diwaspadai antara lain:

1. Mesin sentrifugasi

Mesin ini berputar dengan kecepatan sangat tinggi ketika bekerja, sehingga apabila porosnya patah piringan pemutarnya dapat terlempar dengan kecepatan tinggi. Pastikan bahwa sampel yang dimuat tidak melebihi kapasitas, tertutup rapat, dan seimbang beratnya di posisi yang berlawanan.



2. UV Transiluminator/GelDoc

Alat ini biasanya menggunakan sinar ultraviolet (UV) sebagai sumber cahaya. Gunakan pelindung kulit dan mata jika harus terpapar sinar UV secara langsung. Pastikan alat dalam keadaan bersih dan kering setelah digunakan untuk mencegah kerusakan dudukan gel dan sirkuit elektronik di sekitarnya.



3. Mesin PCR

Pengaturan pemanasan mesin ini biasanya mencapai 90–100°C sehingga dapat mengakibatkan luka bakar apabila dibuka pada saat suhu ini dicapai. Sebaliknya, saat reaksi selesai, mesin biasanya disetel pada suhu 4–10°C, sehingga apabila dibiarkan terlalu lama mengakibatkan kondensasi yang dapat merusak mesin. Pastikan bahwa sampel segera diangkat setelah reaksi selesai.



4. Gel elektroforesis

Alat ini menggunakan listrik dengan tegangan dan/atau arus tinggi. Pastikan bahwa sambungan listrik dalam keadaan mati saat memasukkan dan mengeluarkan gel. Bersihkan tumpahan atau percikan larutan buffer di sekitar alat untuk menghindari sengatan listrik.



5. Mikro pipet

Alat ini termasuk yang paling sering digunakan sehingga kerap menjadi perantara kontaminasi bahan kimia. Periksa bahwa pipet tidak bocor dan larutan tidak menetes dari tip sebelum digunakan. Pastikan bahwa larutan yang dipipet hanya masuk ke dalam tip dan bukan ke pipet. Jangan letakkan pipet dalam posisi mendatar saat ada larutan di dalam tip untuk mencegah mengalirnya cairan ke dalam pipet. Saat menyimpan pipet, setel pada posisi volume maksimal untuk menjaga keawetan pegas dalam pipet.



6. Microwave

Alat ini dapat memanaskan larutan secara cepat. Pastikan bahwa botol larutan yang akan dipanaskan tidak ditutup rapat sehingga uap air dapat keluar dengan bebas dan tidak mengakibatkan botol meledak saat dipanaskan. Gunakan selalu sarung tangan anti panas untuk mengambil larutan karena larutan yang panas seringkali tidak nampak mendidih namun dapat mengakibatkan luka bakar jika dipegang tanpa pelindung.



7. Autoklaf

Alat ini menggunakan uap panas bertekanan tinggi. Pastikan suplai air mencukupi sebelum menyalakan alat. Setelah selesai, jangan langsung membuka alat. Tunggu tekanan uap dan suhu turun terlebih dahulu untuk menghindari risiko luka bakar dari ledakan uap panas.



VII. PERATURAN KESELAMATAN KERJA

a. Tujuan Peraturan Keselamatan Kerja

Peraturan keselamatan kerja di laboratorium merupakan salah satu hal yang harus ada dan dilaksanakan di sebuah laboratorium. Peraturan ini dibuat untuk menciptakan suasana kerja yang kondusif, nyaman, dan aman bagi para pengguna laboratorium. Tujuan mengatur keselamatan kerja adalah untuk memastikan:

- a. Kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan orang yang bekerja di laboratorium.
- b. Mencegah orang lain terkena risiko terganggu kesehatannya akibat kegiatan di laboratorium.
- c. Mengontrol penyimpanan dan penggunaan bahan yang mudah terbakar dan beracun.
- d. Mengontrol pelepasan bahan berbahaya (gas) dan zat berbau ke udara sehingga tidak berdampak negatif terhadap lingkungan.

b. Aturan Umum dalam Peraturan Keselamatan Kerja

Terdapat beberapa aturan yang bersifat umum dalam peraturan keselamatan kerja di laboratorium. Aturan ini wajib ditaati oleh seluruh pengguna laboratorium baik yang bekerja setiap hari di sana maupun pengguna yang berasal dari laboratorium lainnya. Beberapa hal berikut perlu dipastikan untuk menjaga keselamatan umum pengguna laboratorium:

- a. Orang yang tidak berkepentingan dilarang masuk laboratorium, untuk mencegah hal yang tidak diinginkan.
- b. Sebelum memulai kegiatan, para pengguna laboratorium harus sudah memahami prosedur kerja yang akan dilakukan pada hari itu. Setiap pengguna wajib mengetahui informasi mengenai bahaya bahan kimia dan peralatan yang digunakan.
- c. Mengenali semua jenis peralatan keselamatan kerja dan letaknya untuk memudahkan pertolongan saat terjadi kecelakaan kerja.
- d. Setiap pekerja laboratorium harus mengetahui cara pemberian pertolongan darurat (P3K) apabila terjadi kecelakaan di laboratorium.
- e. Dilarang makan, minum, dan merokok di laboratorium.
- f. Setiap pengguna laboratorium tidak diperbolehkan terlalu banyak berbicara atau bercanda selama bekerja di laboratorium untuk menghindari kecelakaan atau hal-hal yang tidak diinginkan.
- g. Setiap pengguna laboratorium harus mengisi *log book* setiap selesai menggunakan peralatan tertentu agar kerusakan atau ketidak beresan peralatan laboratorium dapat ditelusuri.

c. Pakaian di Laboratorium

Setiap pekerja/pengguna laboratorium harus memahami tata cara berpakaian di laboratorium. Pakaian kerja yang digunakan di laboratorium tentunya berbeda dengan pakaian kerja yang digunakan sehari-hari. Busana atau pakaian di laboratorium hendaklah mengikuti aturan sebagai berikut:

- a. Dilarang memakai perhiasan yang dapat rusak oleh bahan kimia, sepatu yang terbuka, sepatu licin, atau berhak tinggi.

- b. Pakailah jas laboratorium, sarung tangan, dan pelindung yang lain dengan baik, walaupun penggunaan alat-alat keselamatan menjadikan tidak nyaman.
- c. Pengguna laboratorium yang memiliki rambut panjang maka rambutnya harus diikat, untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat rambut yang tersangkut pada alat tertentu.
- d. Selalu menggunakan sarung tangan dan kaca mata pelindung terutama bila bekerja dengan bahan kimia yang berbahaya bagi kulit atau mata.

d. Bekerja dengan Bahan Kimia

Pengguna/pekerja laboratorium yang bekerja dengan bahan kimia harus memperhatikan prosedur penggunaan dan penanganan bahan kimia dengan baik dan benar. Adapun hal umum yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Menghindari kontak secara langsung dengan bahan kimia. Gunakan selalu jas laboratorium, sarung tangan, dan kaca mata pelindung untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.
- b. Tidak menghirup langsung uap bahan kimia. Apabila kita ingin menguji bahan kimia tersebut dari baunya maka sebaiknya dilakukan dari jarak yang cukup jauh dengan mengipasi bagian atas botol menggunakan tangan.
- c. Membaca label yang tertera pada setiap bahan kimia, bila ragu jangan sungkan untuk menanyakan pada laboran atau pengguna yang lain. Kalau ragu sebaiknya tidak menggunakan bahan kimia tersebut.
- d. Jangan lupa untuk menyimpan kembali bahan kimia ke tempat asalnya setelah selesai digunakan.

e. Memindahkan Bahan Kimia

Setiap pengguna laboratorium dapat menggunakan bahan kimia padat yang tersedia di laboratorium dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Baca label bahan sekurang-kurangnya dua kali untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan bahan terutama nama bahan kimia yang mirip misalnya antara asam sitrat dan asam nitrat.
- b. Pindahkan sesuai jumlah yang diperlukan. Jika bahan kimia yang dikeluarkan dari botolnya masih bersisa sebaiknya bahan kimia tersebut tidak dikembalikan ke dalam botol asalnya untuk menghindari kontaminasi. Bahan kimia yang berlebih tersebut dapat disimpan pada wadah lain untuk digunakan kembali pada kesempatan berikutnya. Jangan menggunakan bahan kimia secara berlebihan.
- c. Gunakan perlengkapan tertentu khususnya seperti sudip dalam pengambilan bahan kimia yang berbentuk padat. Setiap satu sudip hanya digunakan untuk mengambil satu jenis bahan kimia saja. Hal ini untuk menghindari terjadinya kontaminasi atau kecelakaan kerja akibat pencampuran bahan kimia yang terjadi.
- d. Kembalikan botol bahan kimia ke tempatnya semula.

f. Melakukan Pengambilan Bahan Kimia Cair

Ada sedikit perbedaan ketika seorang laboran memindahkan bahan kimia yang wujudnya cair. Hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Tutup botol dibuka dengan cara dipegang dengan jari tangan kanan dan sekaligus telapak tangan kiri memegang botol tersebut.

- b. Tutup botol jangan ditaruh di atas meja karena isi botol bisa terkotori oleh kotoran yang ada di atas meja.
- c. Pindahkan cairan menggunakan batang pengaduk untuk menghindari percikan.
- d. Pindahkan dengan alat lain seperti pipet volume sehingga lebih mudah.
- e. Jangan pernah mengembalikan bahan kimia yang tidak terpakai ke dalam botol penyimpanan.

g. Penanganan Peralatan Gelas dan Peralatan Lainnya

Peralatan gelas dan peralatan lainnya memerlukan penanganan sebagai berikut:

- a. Jangan pernah menangani gelas pecah dengan tangan. Gunakan sapu untuk membersihkan pecahan gelas. Letakkan gelas di dalam wadah khusus untuk pembuangan.
- b. Perhatikan peralatan gelas sebelum pemakaian. Jangan pernah menggunakan peralatan gelas yang pecah, retak, atau kotor.
- c. Jangan mencuci peralatan gelas yang panas di dalam air dingin karena gelas mungkin bisa pecah.

h. Penanganan Sampah dan Limbah Laboratorium

Sampah dan limbah yang berasal dari laboratorium perlu ditangani secara hati-hati. Biasanya setiap laboratorium memiliki peraturan tersendiri dalam penanganan sampah dan limbah. Terdapat beberapa jenis sampah dan limbah laboratorium yang umum dijumpai yaitu:

- a. Sampah umum, seperti bekas tisu, kertas, tips mikro, tabung mikro, atau botol plastik yang tidak berisi bahan berbahaya dapat dibuang di tempat sampah seperti sampah lain pada umumnya.

- b. Sampah yang telah terkontaminasi bahan berbahaya, seperti kertas tisu, tips mikro, tabung mikro, atau botol plastik yang telah terkontaminasi bahan kimia berbahaya, dapat dikumpulkan menjadi satu dalam plastik sampah kuning berukuran besar. Plastik tersebut kemudian diberi label bahan berbahaya. Apabila plastik sampah telah penuh maka bagian ujungnya diikat menggunakan tali dengan kuat dan diserahkan pada bagian kebersihan kantor untuk ditangani.
- c. Sampah benda tajam, seperti bekas jarum suntik, mata pisau skalpel, mata pisau *cutter*, kaca penutup preparat mikroskop, pecahan gelas atau kaca, harus ditangani secara hati-hati. Sampah benda tajam tersebut harus dibungkus terlebih dahulu dengan plastik kemasannya atau kertas tisu yang cukup tebal agar tidak melukai tangan. Sampah tersebut dikumpulkan dalam kontainer plastik berwarna kuning. Jika sudah penuh maka penanganannya diserahkan pada bagian kebersihan kantor untuk ditangani.
- d. Limbah bahan kimia, berupa sisa reagen, sisa campuran PCR, bekas gel agarosa atau poliakrilamida, bufer yang sudah kotor atau keruh perlu ditangani secara hati-hati. Beberapa limbah bahan kimia yang tidak bersifat korosif dan toksik terhadap lingkungan dapat dibuang langsung pada wastafel. Sementara beberapa bahan kimia lain yang berbahaya bagi lingkungan harus ditampung dalam botol khusus untuk menampung limbah bahan kimia tertentu. Botol yang telah penuh selanjutnya diserahkan pada bagian kebersihan kantor untuk ditangani.

i. Peralatan Perlindungan Diri di Laboratorium

Peralatan perlindungan diri harus tersedia di setiap laboratorium. Kehadirannya mutlak diperlukan untuk memproteksi diri kita dari kecelakaan dan hal-hal yang tidak diinginkan, seperti

terkena cipratan bahan kimia, suhu panas, suhu dingin, sinar UV, dan sebagainya.

Berikut beberapa peralatan perlindungan diri yang sering dijumpai di laboratorium :

1. Jas Laboratorium, bermanfaat untuk melindungi pakaian dan kulit dari percikan bahan kimia berbahaya sehingga tidak langsung mengenai pakaian atau kulit kita. Pada laboratorium yang bersifat steril, jas lab berguna untuk meminimalisasi terjadinya kontaminasi.



2. Sarung tangan lateks atau nitril, umumnya sarung tangan jenis ini tahan terhadap keton, alkohol, basa, dan asam organik. Sarung tangan ini berguna untuk melindungi tangan kita dari cipratan bahan kimia berbahaya.



3. Sarung tangan tahan dingin (*cryogenic glove*). Sarung tangan ini berguna apabila kita bekerja dengan bahan-bahan yang sangat dingin, misalnya apabila sampel atau bahan disimpan pada pendingin bersuhu -80°C . Paparan suhu yang terlalu dingin dapat menyebabkan kulit menjadi kebas atau mati rasa sesaat. Oleh karena itu, penggunaan sarung tangan ini menjadi penting saat bekerja dengan sampel atau bahan yang sangat dingin.



4. Sarung tangan tahan panas (*anti heat glove*). Sarung tangan ini berguna apabila kita bekerja dengan bahan-bahan yang panas, misalnya saat memanaskan gel agarosa pada *microwave*, atau saat mengangkat alat atau bahan dari autoklaf. Paparan suhu yang terlalu panas dapat menyebabkan kulit menjadi terbakar atau melepuh hingga mengakibatkan iritasi. Oleh karena itu, penggunaan sarung tangan ini menjadi penting saat bekerja dengan sampel atau bahan yang panas.



5. Masker sederhana sekali pakai (*disposable mask*), umumnya digunakan apabila berinteraksi dengan bahan kimia yang uapnya tidak terlalu berbahaya, seperti etanol atau isopropanol.



6. Masker respirator, memiliki dua filter udara yang lebih kompleks dibanding masker sederhana. Masker ini digunakan apabila kita bekerja menggunakan bahan kimia yang uapnya berbahaya, yang masih dapat menembus filter pada masker sederhana.



7. Kacamata pelindung (*splash goggles*), terbuat dari bahan yang tahan percikan senyawa kimia. Kacamata pelindung berguna untuk melindungi mata dari percikan bahan kimia berbahaya.



8. Kacamata anti UV (*anti UV goggles*), terbuat dari bahan khusus yang tidak dapat ditembus oleh sinar UV. Kacamata ini digunakan apabila kita berinteraksi dengan sinar UV, misalnya saat melakukan pemotongan gel pada *UV transilluminator* untuk dipurifikasi.



9. Kaca pelindung wajah (*face shields*), terbuat dari bahan yang dapat memproteksi keseluruhan wajah kita dari percikan bahan kimia berbahaya maupun radiasi UV.



j. Komponen Pendukung Keselamatan di Laboratorium

- a. Lemari asam (*fume hood*), merupakan peralatan yang berguna ketika kita bekerja dengan senyawa asam pekat maupun senyawa volatil (mudah menguap) lainnya yang uapnya berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan kita. Misalnya saat kita hendak mengencerkan larutan asam dari larutan stoknya, atau saat kita bekerja dengan bahan berbahaya seperti kloroform, isoamil alkohol, dan metanol.

Lemari asam dilengkapi dengan *blower* yang akan mencegah udara berbahaya mengalir balik ke ruangan dari lemari asam serta sistem sirkulasi udara yang memungkinkan uap senyawa kimia berbahaya dapat dilepas ke udara bebas.



- b. Kamar gelap. Pada laboratorium molekuler, kamar gelap digunakan sebagai tempat pewarnaan (*staining*) gel sebelum divisualisasi di *UV Transilluminator*. Pewarna gel yang umumnya digunakan adalah ethidium bromida yang sangat berbahaya karena bersifat karsinogen dan mutagen sehingga kamar gelap posisinya terpisah/terisolasi dari ruangan lainnya di lab. Apabila kita bekerja di kamar gelap, terutama saat berinteraksi dengan senyawa ethidium bromida, pastikan kita selalu menggunakan sarung tangan, jas lab, dan masker. Selama kita bekerja di kamar gelap, kita tidak diperbolehkan mendatangi bagian laboratorium lainnya yang terbebas dari paparan senyawa ethidium. Setelah kita selesai bekerja di kamar gelap, sarung tangan yang kita gunakan harus dilepas dan dibuang serta diganti dengan yang baru.



- c. Tabung pemadam kebakaran. Berfungsi untuk memadamkan api apabila terjadi kebakaran di laboratorium. Tabung ini umumnya ditempatkan pada lokasi-lokasi strategis yang dapat dengan mudah dijangkau oleh semua orang.



- d. Petunjuk arah keluar/evakuasi. Petunjuk arah keluar seringkali berguna apabila terjadi kecelakaan yang besar semisal kebakaran hebat atau bencana alam, seperti gempa yang membuat orang-orang yang bekerja di laboratorium

tersebut harus dievakuasi keluar. Petunjuk arah biasanya ditempel di lokasi strategis yang dapat dibaca semua orang atau menggunakan neon box sehingga terlihat dengan mudah.



VIII. KESEHATAN DAN MANAJEMEN WAKTU PENGGUNA LABORATORIUM

Pekerjaan di laboratorium seringkali menyita waktu kerja hingga sehabis. Terkadang kita tidak menyadari perubahan waktu yang terjadi karena terlalu disibukkan dengan aktivitas yang sedang dikerjakan. Selain itu, kondisi laboratorium yang berupa ruang tertutup (beberapa laboratorium bahkan tidak memperoleh akses sinar matahari langsung) menyebabkan para pengguna laboratorium seringkali tidak menyadari perubahan waktu. Oleh karena itu, kesehatan kerja dan manajemen waktu juga menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan.

Bagi orang yang tidak terbiasa bekerja di laboratorium, khususnya laboratorium biologi molekuler, seringkali mengalami gangguan-gangguan kesehatan kecil seperti kaku otot hingga pegal pada otot akibat kondisi kerja yang memaksa kita untuk duduk terus menerus selama beberapa jam. Oleh karena itu, bagi para pengguna laboratorium sangatlah penting untuk melakukan olah raga ringan di sela-sela waktu bekerja.

Misalnya saja, saat kita harus melakukan PCR pada empat *well plate* sekaligus (1 *well plate* = 96 sampel). Tentunya jari-jari dan telapak tangan kita akan terasa pegal dan kaku akibat penggunaan mikro pipet secara terus menerus. Selain itu, bagian kepala dan pundak juga akan terasa pegal karena kita harus duduk dan berkonsentrasi selama beberapa waktu. Oleh karena itu, manajemen waktu yang baik perlu diterapkan. Setiap kita

selesai mengerjakan satu *well plate*, sebelum berlanjut mengerjakan *well plate* berikutnya kita dapat mengisi sejenak dengan meregangkan otot-otot tubuh. Untuk menghindari kekakuan pada jari-jari dan telapak tangan maka kita bisa menggerak-gerakannya sejenak melalui gerakan membuka menutup telapak tangan. Selain itu, kita bisa melakukannya sambil berjalan-jalan kecil mengelilingi ruang laboratorium. Semua itu dilakukan agar kita tidak mengalami gangguan kesehatan yang tidak diinginkan.

Bagi para pengguna laboratorium yang masih baru dan belum terbiasa menghirup bau bahan kimia tertentu, maka di sela-sela waktu bekerja dapat keluar dari laboratorium sejenak untuk menghirup udara segar. Hal ini dilakukan agar jangan sampai terjadi kecelakaan kerja berupa keluhan pusing dan mual-mual yang dapat membahayakan kesehatan. Selain itu, tubuh kita memerlukan sinar matahari langsung setiap harinya. Bagi pengguna laboratorium yang ruangnya tidak memperoleh akses sinar matahari, maka sesekali di sela waktu bekerja dapat keluar dari laboratorium untuk berjemur sejenak.

Pekerjaan yang kita hadapi di laboratorium terkadang jumlahnya sangat banyak pada waktu-waktu tertentu sehingga terasa sangat membebani dan sangat sedikit pada waktu-waktu lainnya sehingga kita memiliki waktu luang yang banyak. Pengaturan waktu bekerja menjadi sangat penting agar semua pekerjaan dapat terselesaikan dengan baik. Prinsip utama bekerja di laboratorium adalah: **JANGAN PERNAH MENUNDA APA YANG BISA DISELESAIKAN HARI INI**. Semua pekerjaan yang dapat diselesaikan sedini mungkin hendaknya segera diselesaikan agar tidak menumpuk pada waktu mendatang.

Jika dengan sangat terpaksa kita harus bekerja lembur di laboratorium, usahakan sebisa mungkin untuk tidak bekerja lembur sendirian. Hal ini dilakukan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan terjadi. Seandainya terjadi kecelakaan kerja

maka ada rekan kerja kita yang dapat melakukan pertolongan pertama. Beberapa gangguan-gangguan metafisik di laboratorium seperti adanya suara wanita tertawa, alat yang menyala atau mati sendiri secara tiba-tiba, lampu yang mati atau menyala sendiri merupakan sesuatu yang biasa dijumpai di beberapa laboratorium. Prinsipnya adalah jangan sampai gangguan-gangguan seperti itu membuat kita takut dan patah semangat sehingga kita tidak bisa menyelesaikan pekerjaan dengan baik. Oleh karena itu, berdoa setiap sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan di laboratorium sangat penting untuk dilakukan.

Manajemen waktu lainnya yang sangat penting untuk diperhatikan yaitu mengenai waktu makan. Seringkali kita terlalu sibuk berkutat dengan pekerjaan di laboratorium hingga lupa untuk makan, padahal menjaga pola makan tetap teratur sangatlah penting. Makanan yang kita makan akan menjadi sumber energi bagi tubuh agar kita tetap dapat beraktivitas dengan baik. Selain itu, beberapa gangguan kesehatan dapat terjadi akibat pola makan yang tidak teratur seperti penyakit maag atau tukak lambung. Oleh karena itu, kita perlu melakukan pengaturan waktu sedemikian rupa agar jangan sampai pola makan kita terganggu dan mengakibatkan gangguan kesehatan.

Misalnya, pada kegiatan ekstraksi DNA atau RNA yang seringkali menghabiskan waktu seharian terutama kalau sampel yang dikerjakan jumlahnya banyak atau sampel yang dikerjakan merupakan sampel yang sulit sehingga protokol kerjanya begitu panjang. Oleh karena itu, jika kita sudah mengetahui bahwa kegiatan tersebut akan menyita waktu istirahat siang kita, maka sebelum memulai kegiatan pastikan kita sudah makan terlebih dahulu sehingga tubuh kita cukup kuat untuk bekerja melewati jam makan siang. Apabila kita bekerja bersama rekan kerja lainnya maka kita bisa melakukan istirahat makan siang secara bergantian. Terdapat bagian-bagian tertentu dalam kegiatan

ekstraksi yang dapat dimanfaatkan untuk istirahat sejenak seperti pada tahap inkubasi sampel pada suhu 65°C di *waterbath* atau pada tahap presipitasi DNA menggunakan isopropanol.

Selain pengaturan waktu makan, pengaturan waktu beribadah seperti sholat bagi yang beragama Islam juga penting dilakukan. Sholat dapat dilakukan secara bergantian dengan rekan kerja di sela-sela tahapan-tahapan kegiatan tertentu. Dengan demikian, kebutuhan jasmani dan rohani kita dapat terpenuhi dengan baik. Masih banyak manajemen waktu lainnya yang dapat kita terapkan menyesuaikan situasi dan kondisi kerja di laboratorium masing-masing. Pada prinsipnya KITA ADALAH MANAJER BAGI DIRI KITA SENDIRI. Oleh karena itu, kita harus dapat mengatur waktu dengan baik agar seluruh pekerjaan dapat diselesaikan sebaik mungkin tanpa mengabaikan kesehatan dan kebutuhan jasmani dan rohani kita.

IX. PENUTUP

Setiap pengguna laboratorium, tanpa terkecuali, wajib memahami dan menaati peraturan keselamatan kerja agar tercipta suasana kerja yang kondusif. Peraturan kerja dibuat bukan untuk membatasi ruang gerak para pengguna laboratorium, namun justru menciptakan ruang gerak yang aman bagi semua pengguna agar terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan. Tidak ada salahnya untuk saling mengingatkan di antara sesama pengguna laboratorium. Pengguna laboratorium yang lebih senior wajib menginformasikan peraturan keselamatan kerja ini kepada pengguna yang baru dan wajib menegur kalau terjadi pelanggaran. Sebaliknya, pengguna laboratorium yang masih baru, jangan sungkan untuk bertanya pada pengguna laboratorium yang lebih senior untuk memperoleh informasi mengenai peraturan keselamatan kerja. Pada akhirnya, semoga tercipta hubungan kerja yang harmonis di antara sesama pengguna laboratorium demi tercapainya target kegiatan penelitian yang disertai dengan keselamatan dan kesehatan pengguna Laboratorium Biologi Molekuler.

BAHAN BACAAN

Al-Azeem, M.W.A. 2012. Biohazard. Presented in Workshop on Laboratory Biosafety in Molecular Biology and Its Levels. 16–17 October 2012.

Budimarwanti, C. 2011. Pengelolaan alat dan bahan di laboratorium. http://www.academia.edu/download/54460310/Pengelolaan_alat_dan_bahan_di_laboratorium_kimia.pdf. [2 Oktober 2019].

Cahyaningrum, D., H.T.M. Sari, dan D. Iswandari. 2019. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian kecelakaan kerja di laboratorium pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan* 1(2):41–47.

The Department of Molecular Biology. 2017. Information brochure for new employees and students: Laboratory safety. Universitetet I Bergen, Norway.

Institute for Molecular Biology and Biophysics. 2020. Laboratory safety guidelines. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, ETH. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/biol/mol-biol/inst-molecular-biology-and-biophysics-dam/documents/Safety_Guidelines.pdf

Nugroho, K., R.T. Terryana, Reflinur, dan P. Lestari. 2018. Prinsip dan Teknik Dasar Biologi Molekuler: Panduan Laboratorium Analisis Marka Molekuler dan Analisis Data. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (Unpublished).

Sanchez, E. and T. Wilkes. 2016. Practical Laboratory Skills for Molecular Biologist. Middlesex (UK): LGC.

Sunarto. 2008. Keselamatan dan kesehatan kerja laboratorium. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131808334/pengabdian/keselamatan-kerja-di-laboratorium.pdf>. [20 September 2019].

TENTANG PENULIS

Kristianto Nugroho, SP. dilahirkan di Jakarta tahun 1989. Melanjutkan pendidikan S1 di jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB dan lulus pada tahun 2012. Semenjak tahun 2014, penulis mulai bergabung dalam Kelompok Peneliti (Kelti) Biologi Molekuler, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian dibawah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Saat ini penulis menjabat sebagai peneliti ahli pertama yang banyak melakukan kegiatan penelitian di bidang biologi molekuler tanaman.

Amalia Prihaningsih, A.Md. dilahirkan di Bogor tahun 1995. Gelar D3 Perencanaan Sumber Daya Lahan diperoleh dari Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) dan lulus pada tahun 2016. Sejak bulan April 2019 bergabung dalam kelompok Litkayasa di Laboratorium Biologi Molekuler, Kelti Biologi Molekuler, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian dibawah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian hingga kini. Sejak bergabung, penulis menjadi ujung tombak yang terjun langsung dalam melakukan kegiatan penelitian di biologi molekuler. Penulis mengetahui semua seluk beluk terkait penanganan bahan kimia maupun bagaimana melakukan kegiatan secara teknis di Laboratorium Biologi Molekuler.

Dr. Dani Satyawan, MS. adalah peneliti bidang bioteknologi pertanian di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian. Penulis saat

ini menjabat sebagai peneliti ahli muda di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Selama menjalani masa studinya, penulis telah mendapatkan pelatihan keselamatan kerja dan penggunaan zat radioaktif di berbagai tipe laboratorium di Australia, Amerika Serikat, dan Korea Selatan.

Prof. Supriadi, adalah Profesor Riset dan peneliti ahli utama bidang Hama dan Penyakit Tanaman di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Litbang Pertanian. Penulis banyak terlibat dalam kegiatan penelitian identifikasi, karakterisasi, dan pengendalian patogen tanaman di laboratorium penyakit tanaman. Di samping itu, penulis juga aktif sebagai editor pada beberapa jurnal, prosiding dan buku ilmiah.

Puji Lestari, SP., M.Si., Ph.D., adalah peneliti ahli utama bidang bioteknologi pertanian, khususnya biologi molekuler tanaman di Balai Besar Penelitian Tanaman Padi sejak Mei 2020. Sebelumnya penulis bergabung dengan Kelompok Peneliti Biologi Molekuler di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Selama kurang lebih 20 tahun, penulis telah banyak berkecimpung dan melakukan kegiatan penelitian biologi molekuler yang memerlukan prosedur khusus untuk keamanan laboratorium. Selama menjalankan studi, program post doktoral dan training, penulis telah mendapatkan pelatihan sistem keselamatan dan keamanan bekerja di laboratorium yang menggunakan bahan-bahan molekuler dan kimia yang memerlukan penanganan, khusus di Korea Selatan dan Filipina.

INDEKS

A

Agarosa, 25, 42, 44
Air kapur, 29
Akrilamida 11, 13
Alkohol, 9, 28, 30, 43
Ammonium nitrat, 9
Ammonium persulfat (APS), 16
Asam asetat glasial, 18
Asam asetat, 28, 30
Asam borat, 15, 29, 30
Asam klorida, 19
Asam sulfat, 19
Aseton, 9, 19
Autoklaf, 34, 44

B

B-merkaptotanol, 18
Bahan kimia, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 22, 23, 26, 27, 28, 33, 38, 39,
40, 41, 42, 43, 45, 46, 50
Bahaya, 1, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 31, 37, 38,
39, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 52
Basa , 7, 30, 43
Benzena, 9, 11
Beracun, 4, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 22, 27, 37
Biologi molekuler, 1, 2, 3, 13, 22, 31, 47, 51, 55
Bind silane, 21

Bromophenol blue, 21

Bis-Akrilamida, 17

C

Cetyltrimethylammoniumbromide (CTAB), 15

D

DNA, 6, 53, 54

E

Eksperimen, 3, 4

Eksplosif, 22

Etanol, 17, 45

Eter, 9, 12

Ethyl Methane Sulfonate (EMS), 18

Ethidium bromida, 11, 12, 48

F

Face shield, 46

Fenol, 16

Formaldehida, 11, 21

Formamida, 11, 15

Fosgen, 10

G

Gelas, 6, 7, 26, 41, 42

Gel elektroforesis, 33

I

Iritasi, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 44

Isoamil alkohol, 13, 47

Isopropanol, 17, 45, 54
Iodium tinktur, 29, 30

J

Jas lab, 5, 26, 39, 43, 48

K

Kacamata anti UV, 46
Kacamata pelindung, 6, 27, 39, 46
Kamar gelap, 47, 48
Kanker, 4, 12, 13, 18
Kapas absorben, 29, 30
Karbon disulfida, 9
Karsinogen, 4, 23, 48
Keamanan, 1, 2, 3, 7, 8
Kebakaran, 7, 8, 9, 10, 11, 26, 27, 48, 49
Kecelakaan, 1, 4, 6, 20, 25, 26, 27, 28, 38, 40, 43, 49, 52, 53
Kerusakan lingkungan, 12
Kesehatan, 2, 23, 37, 47, 51, 52, 53, 54, 55
Keselamatan, 1, 3, 4, 22, 25, 37, 38, 39, 47, 55
Kloroform, 16, 47
Korosif, 15, 16, 19, 20, 22, 27, 42

L

Laboratorium, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 22, 25, 26, 28, 29, 31,
37, 38, 39, 40, 41, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55
Lemari asam, 6, 18, 19, 27, 47
Limbah, 3, 15, 21, 41, 42

M

Manajemen, 51, 52, 53, 54
Masker 5, 6, 26, 27, 45, 48

Masker sederhana sekali pakai, 45
Masker respirator, 45
Material safety data sheets (MSDS), 4
Mesin sentrifugasi, 31
Metanol, 19, 47
Microwave, 25, 34, 44
Mikro pipet, 33, 51
Mual, 13, 17, 19, 52
Mutagen, 23, 48

N

Natrium hidroksida, 14
Neurogenik, 4

P

P3K, 28, 29, 38
Pasir kering, 9
PCR, 32, 42, 51
Pemadam api tetra, 9, 10
Pengguna, 2, 5, 6, 7, 25, 27, 28, 31, 37, 38, 39, 40, 51, 52, 55
Pekerja, 1, 2, 28, 38, 39
Penelitian, 1, 2, 3, 5, 25, 55
Peraturan, 25, 37, 41, 55
Peta evakuasi, 8
Poliakrilamida, 42
Proteinase K, 20
Pusing, 17, 19, 26, 52

R

RNA, 53
RNAse, 20

S

Salep butesin, 29

Salep tannin, 29

Sampah, 41, 42

Sarung tangan, 3, 5, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 34, 39, 43, 44, 45

Sarung tangan lateks, 26

Sarung tangan tahan dingin, 44

Sarung tangan tahan panas, 25, 44

Sengatan listrik, 26, 33

Silver nitrate, 18

Sodium bikarbonat, 28, 29, 30

Sodium bisulfit, 17

Sodium Dodecyl Sulfate (SDS), 14

Sodium hipoklorit, 20

Sudip, 40

T

Teori segitiga api, 27

Tetramethylethylenediamine (TEMED), 16

U

Urea, 21

UV Transilluminator, 32, 48, 46

V

Volatil, 47

X

Xylene cyanol, 20

PANDUAN CEPAT KEAMANAN PEKERJA DI LABORATORIUM BIOLOGI MOLEKULER

Laboratorium biologi molekuler merupakan fasilitas utama yang harus ada dalam mendukung kegiatan penelitian bioteknologi sekaligus menunjukkan eksistensi dan profesionalisme lembaga riset yang strategis untuk pencapaian keluaran penelitian dalam mendukung pertanian ke depan. Sumber daya manusia, obyek penelitian dan fasilitas di laboratorium menjadi satu kesatuan elemen yang harus tetap mem-prioritaskan keselamatan, keamanan dan kesehatan pengguna/pekerja laboratorium baik jangka pendek maupun jangka panjang. Buku panduan singkat, sederhana dan aplikatif dalam bidang biologi molekuler pertanian ini dapat menjadi jawaban dalam menjalankan protokol keamanan dan keselamatan di laboratorium biologi molekuler di Indonesia.



**IAARD
PRESS**

Sekretariat Badan Litbang Pertanian
Jln. Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp. (021) 7806202, Fax. (021) 7800644
Website: www.litbang.pertanian.go.id
E-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ISBN 978-602-344-299-7

