

# Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia

*Ringkasan Eksekutif*

---

*Lembaga harus menyadari potensi penyalahgunaan zat kimia secara tak sengaja atau sengaja.*

---



## MENGAPA KESELAMATAN DAN KEAMANAN KIMIA PENTING BAGI LEMBAGA ANDA?

Sejak lama abad lalu, kimia telah membuat kita semakin memahami dunia fisik dan biologis serta kemampuan kita untuk mengubah dan menggunakan. Pekerjaan yang dilakukan di laboratorium kimia di seluruh penjuru dunia terus memungkinkan terwujudnya kemajuan penting dalam sains dan rekayasa. Laboratorium kimia menjadi pusat pemerolehan pengetahuan dan pengembangan bahan baru untuk kegunaan masa depan, serta pusat pemantauan dan pengendalian zat kimia yang saat ini digunakan secara rutin dalam ribuan proses komersial.

Sebagian besar zat kimia yang saat ini dihasilkan dan digunakan saat ini bermanfaat, tetapi sebagian juga berpotensi merusak kesehatan manusia, lingkungan, dan sikap masyarakat terhadap perusahaan kimia. Sebagai pimpinan lembaga, Anda harus menyadari potensi penyalahgunaan bahan kimia secara tidak sengaja maupun secara sengaja untuk kegiatan seperti terorisme atau perdagangan obat-obatan ilegal.

Laboratorium menghadapi sejumlah ancaman, termasuk pencurian informasi sensitif, peralatan bernilai tinggi, dan zat kimia yang memiliki kegunaan-ganda (dual-use) yang mungkin digunakan sebagai senjata. Keselamatan dan keamanan kimia bisa mengurangi berbagai risiko ini.

Budaya baru kesadaran, akuntabilitas, penataan, dan pendidikan tentang keselamatan dan keamanan telah berkembang di seluruh dunia dalam laboratorium milik industri kimia, pemerintah, dan lembaga pendidikan. Laboratorium kimia telah mengembangkan prosedur dan peralatan khusus untuk menangani dan mengelola zat kimia secara selamat dan aman. Pengembangan “budaya keselamatan dan keamanan” menghasilkan laboratorium yang aman dan lingkungan yang sehat untuk mengajar, belajar, dan bekerja.

# **APA SAJA JENIS BAHAYA DAN RISIKO?**

Laboratorium menghadapi beragam risiko, baik dari dalam maupun luar laboratorium. Beberapa risiko mungkin terutama mempengaruhi laboratorium itu sendiri, tetapi risiko lainnya mungkin mempengaruhi lembaga yang lebih besar dan bahkan masyarakat jika tidak ditangani dengan tepat.

## **Keadaan Darurat Skala Besar dan Situasi Sensitif**

Banyak jenis kejadian skala besar yang bisa mempengaruhi lembaga dan sangat mengganggu operasi laboratorium. Beberapa keadaan darurat skala besar dan situasi sensitif meliputi: kebakaran, banjir, dan gempa bumi; pemadaman listrik; tumpahan atau lepasnya bahan berbahaya; peneliti atau penelitian berbau politis atau kontroversial; hilangnya bahan atau peralatan laboratorium; hilangnya data atau sistem komputer; dan hilangnya peralatan bernilai tinggi atau susah dicari penggantinya.

## **Pelanggaran Keamanan**

Pelanggaran keamanan secara sengaja atau tidak, baik oleh pegawai lembaga itu atau orang luar, menimbulkan risiko yang serius terhadap lembaga. Kemungkinan pelanggaran meliputi: pencurian atau penyalahgunaan peralatan bernilai tinggi atau zat kimia atau bahan yang bersifat "dual-use" yang bisa digunakan untuk kegiatan ilegal; pelepasan atau pemajaman bahan berbahaya secara sengaja atau tidak; dan percobaan laboratorium yang tidak sah.

## **Pemajaman Zat Kimia Beracun**

Salah satu risiko yang sulit diramalkan dan paling berbahaya di laboratorium adalah kadar racun beragam zat kimia. Tidak ada zat yang sepenuhnya aman, dan semua zat kimia menghasilkan efek beracun jika sistem kehidupan terpajan zat tersebut dalam jumlah yang cukup banyak. Misalnya, sebagian zat kimia bisa menyebabkan efek berbahaya setelah paparan pertama, seperti asam nitrat korosif. Sebagian lainnya bisa menimbulkan efek setelah terpapar berulang kali atau dalam jangka panjang, seperti klorometil metil eter yang karsinogen.

## **Zat Kimia Mudah Terbakar, Mudah Meledak, dan Reaktif**

Zat kimia yang mudah terbakar adalah zat yang siap memantik api dan terbakar di udara, seperti bensin. Zat kimia reaktif adalah zat-zat yang bereaksi secara liar jika dicampurkan dengan zat lain, seperti logam alkali yang reaktif terhadap air atau campuran asam kuat dan basa yang tidak cocok. Zat kimia mudah meledak meliputi berbagai zat yang bisa meledak pada kondisi tertentu, seperti zat pengoksidasi serta bubuk dan debu tertentu.

## **Bahaya Hayati**

Bahaya hayati merupakan hal yang perlu diperhatikan di laboratorium yang menangani mikroorganisme atau zat-zat yang terkontaminasi mikroorganisme. Bahaya ini biasanya muncul di laboratorium penelitian klinis dan penyakit menular, tetapi mungkin juga muncul di laboratorium lain. Penilaian risiko bahan bahaya hayati perlu mempertimbangkan sejumlah faktor, antara lain organisme yang dimanipulasi, perubahan yang dilakukan terhadap organisme tersebut, dan kegiatan yang akan dilakukan dengan organisme tersebut.

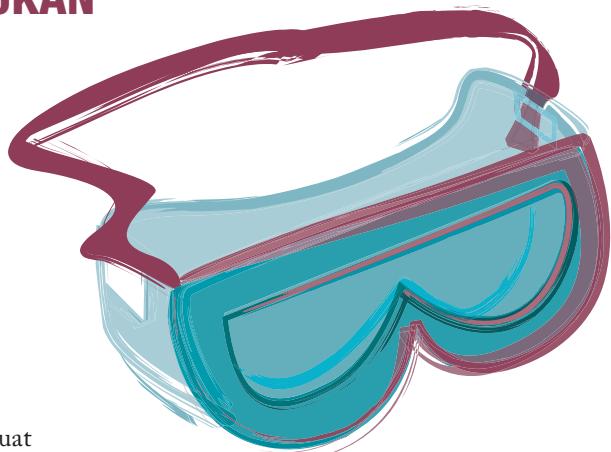
## **Limbah Berbahaya**

Hampir setiap laboratorium menghasilkan limbah. Limbah adalah bahan yang dibuang atau hendak dibuang, atau tidak lagi berguna sesuai peruntukannya. Limbah ini termasuk zat-zat kimia yang tak terurus dan yang tumpah. Limbah juga meliputi item seperti bekas bahan laboratorium sekali pakai, media penyaring, larutan air, dan zat-zat kimia berbahaya. Limbah dianggap berbahaya jika memiliki salah satu sifat berikut ini: bisa menyulut api, korosif, reaktif, atau beracun.

## **Bahaya Fisik**

Beberapa operasi laboratorium menimbulkan risiko fisik bagi pegawai karena zat atau peralatan yang digunakan, seperti gas yang dimampatkan, kriogen tidak mudah menyala, reaksi tekanan tinggi, kerja vakum, bahaya frekuensi radio dan gelombang mikro, serta bahaya listrik. Pegawai juga menghadapi bahaya di tempat kerja umum akibat kondisi atau aktivitas di laboratorium, seperti luka terpotong, tergelincir, tersandung, terjatuh, dan cedera gerakan berulang.

# **APA YANG DAPAT ANDA LAKUKAN UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DAN KEAMANAN KIMIA?**



## **Kembangkan Budaya Keselamatan dan Keamanan Kimia**

- Sebagai pimpinan lembaga, Anda harus memastikan pekerjaan yang dilakukan di laboratorium dilakukan secara aman dan bertanggung jawab. Lembaga Anda harus membuat panduan umum tentang apa yang dimaksud praktik selamat dan aman dalam kerja laboratorium, termasuk menetapkan standar, menyimpan catatan tentang pelatihan yang diperlukan pegawai laboratorium, dan mengembangkan dan menerapkan kebijakan laboratorium dan standar prosedur dan pelatihan tanggap darurat.
- Memupuk kebiasaan dasar berperilaku hati-hati merupakan komponen penting pendidikan kimia di setiap tingkat dan tetap penting sepanjang karier kimiawan. Dengan mempromosikan praktik terbaik keselamatan dan keamanan, Anda tidak hanya memberi pengaruh pada siswa, tetapi juga pada setiap orang yang akan bekerja di lingkungan yang sama di masa mendatang.
- Setiap lembaga harus mengembangkan sistem pengelolaan keselamatan dan keamanan sesuai dengan keperluannya dan berdasarkan panduan yang disampaikan di brosur ini. Program keselamatan dan keamanan yang berhasil memerlukan komitmen keseharian dari semua orang yang bekerja di lembaga. Semua orang di semua tingkat harus memahami pentingnya meniadakan risiko di laboratorium dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan ini. Pimpinan lembaga memiliki kekuatan dan kewenangan terbesar, sehingga paling bertanggung jawab untuk menumbuhkan budaya keselamatan dan keamanan.

## **Berikan Tanggung Jawab dan Akuntabilitas untuk Keselamatan dan Keamanan Laboratorium**

Lembaga memerlukan struktur administrasi dan pegawai yang bertanggung jawab memelihara lingkungan laboratorium yang selamat dan aman, yang mungkin meliputi beberapa hal berikut:

- Kantor Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan: Kantor ini dijalankan oleh pakar dalam keamanan kimia, teknik, kedokteran kerja, pengamanan kebakaran, toksikologi, atau bidang lain. Kantor ini membantu merancang program keselamatan dan keamanan yang menyediakan panduan teknis dan dukungan pelatihan, yang mudah dilaksanakan, dan sesuai dengan undang-undang serta standar dasar keselamatan dan keamanan.
- Petugas Keselamatan dan Keamanan Kimia (CSSO): CSSO menetapkan upaya terpadu untuk pengelolaan keselamatan dan keamanan dan menyediakan panduan kepada semua orang di semua tingkat pada lembaga. CSSO harus dibekali pengetahuan, tanggung jawab, dan kewenangan untuk mengembangkan dan menegakkan sistem pengelolaan keselamatan dan keamanan yang efektif.
- Manajer, Supervisor, dan Instruktur Laboratorium: Tanggung jawab langsung pengelolaan program keselamatan laboratorium biasanya dipangku oleh manajer laboratorium. Di kelas praktik, instruktur laboratorium bertanggung jawab secara langsung atas segala tindakan yang dilakukan para siswanya. Instruktur harus mempromosikan budaya keselamatan dan keamanan dan mengajarkan keterampilan yang diperlukan oleh siswa dan pegawai lain tentang cara menangani zat kimia dengan aman.
- Siswa dan Staf Laboratorium: Siswa dan pegawai laboratorium lainnya bertanggung jawab secara langsung untuk bekerja dengan aman dan menjaga bahan kimia yang mereka gunakan. Semua orang yang bekerja di laboratorium harus merencanakan sebelumnya semua percobaan dan mematuhi semua protokol keselamatan dan keamanan untuk melindungi diri mereka sendiri dan orang lain.

## Pahami Hambatan untuk Mematuhi Prosedur Keselamatan dan Keamanan

Ada kemungkinan suatu saat pegawai tidak mematuhi prosedur keselamatan dan keamanan laboratorium, baik secara sengaja atau tidak sengaja. Lembaga harus menyadari dan mengatasi hambatan ini saat merancang kebijakan dan prosedur keselamatan dan keamanan. Kemungkinan hambatan meliputi:

- pergantian siswa dan staf yang berlangsung cepat dan harus dilatih tentang prosedur keselamatan dan keamanan;
- tingkat pengalaman di laboratorium yang beragam antara siswa, staf, dan bahkan supervisor;
- kekurangan instruktur atau pihak lain yang dapat mengajari siswa dan staf baru;
- beban waktu pelatihan dan penyimpanan catatan yang tidak memadai;
- biaya atau terbatasnya ketersediaan peralatan keselamatan dan keamanan;
- kondisi lingkungan, seperti iklim, yang menyulitkan kepatuhan;
- keyakinan budaya yang mengurangi pentingnya kesehatan dan keamanan individu; dan
- kurangnya perusahaan swasta yang bisa membuang limbah berbahaya dari laboratorium.

## Tegakkan Keselamatan dan Keamanan Laboratorium

Keselamatan dan keamanan laboratorium mensyaratkan adanya peraturan dan program wajib, komitmen terhadap keduanya, dan adanya konsekuensi jika aturan-aturan dan harapan itu tidak dipenuhi. Program inspeksi laboratorium secara berkala akan membantu menjaga agar fasilitas, peralatan, dan pegawai laboratorium selamat dan aman. Manajemen lembaga harus membantu merancang program inspeksi dan memutuskan jenis inspeksi, frekuensi inspeksi, dan pegawai yang melakukan inspeksi. Program inspeksi menyeluruh mungkin meliputi beberapa jenis inspeksi berikut ini:

- audit program yang dilaksanakan oleh tim;
- inspeksi sejawat oleh rekan kerja laboratorium dari departemen lain;
- inspeksi keselamatan dan kesehatan lingkungan yang dilakukan secara teratur;
- swa-audit praktik dan peralatan; dan
- inspeksi oleh badan eksternal, seperti lembaga penanggulangan keadaan darurat.



## DI MANA ANDA BISA MENDAPATKAN BANTUAN?

Ada banyak organisasi yang bisa Anda hubungi untuk mendapatkan informasi, pelatihan, dan pendanaan. Beberapa di antara yang kami sarankan adalah:

- The U.S. Chemical Security Engagement Program  
[www.csp-state.net/dev/index.aspx](http://www.csp-state.net/dev/index.aspx)
- International Union of Pure and Applied Chemistry—Program Pelatihan Keselamatan  
[www.iupac.org/standing/coci/safety-program.html](http://www.iupac.org/standing/coci/safety-program.html)
- Organisasi Pelarangan Senjata Kimia  
[www.opcw.org/](http://www.opcw.org/)
- American Chemical Society—Divisi Kesehatan dan Keselamatan Kimia  
[membership.acs.org/c/chas/default.htm](http://membership.acs.org/c/chas/default.htm)
- Program Internasional tentang Program INCHEM Keselamatan Kimia  
[www.inchem.org/](http://www.inchem.org/) atau [www.who.int/ipcs/en/](http://www.who.int/ipcs/en/)

# Sepuluh Langkah Membangun Sistem Pengelolaan Keselamatan dan Keamanan

Salah satu faktor paling penting suksesnya sistem pengelolaan keselamatan dan keamanan kimia adalah komitmen pimpinan lembaga. Pimpinan harus mengambil langkah awal untuk menciptakan rencana dan menugaskan orang untuk menerapkan rencana tersebut

1. **Bentuklah Komite Pengawasan Keselamatan dan Keamanan Lembaga dan Tunjuk Petugas Keselamatan dan Keamanan Kimia (CSSO).** Komite pengawasan keselamatan dan keamanan harus memiliki perwakilan dari semua bagian yang terpengaruh dan di semua tingkatan. CSSO mengawasi program pengelolaan keselamatan dan keamanan. Berikan waktu dan sumber daya dan kewenangan yang diperlukan CSSO untuk melaksanakan tanggung jawabnya.
2. **Kembangkan pernyataan kebijakan keselamatan dan keamanan.** Menetapkan kebijakan formal berarti mendefinisikan, mendokumentasikan, dan mengesahkan sistem pengelolaan keselamatan dan keamanan kimia. Pernyataan kebijakan formal menetapkan harapan dan menyampaikan keinginan lembaga kepada seluruh pegawai laboratorium.
3. **Terapkan kendali administratif.** Kendali administratif menjelaskan peraturan dan prosedur lembaga tentang praktik keselamatan dan keamanan dan menetapkan tanggung jawab para individu yang terlibat. Kendali ini meliputi peraturan keselamatan umum, prosedur kebersihan dan pemeliharaan laboratorium, panduan penggunaan bahan dan peralatan, dan dokumen lain untuk menyampaikan peraturan dan harapan kepada semua pegawai laboratorium.
4. **Identifikasi dan atasi situasi yang sangat berbahaya.** Pelaksanaan evaluasi berbasis risiko akan menentukan dampak dan kecukupan upaya kendali yang ada, memprioritaskan kebutuhan, dan menerapkan tindakan perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan dan sumber daya yang tersedia. Informasi ini akan memberi dasar bagi terciptanya sistem pengelolaan keselamatan yang kokoh, serta membantu memprioritaskan berbagai upaya untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan.
5. **Evaluasi fasilitas dan atasi kelemahannya.** Keselamatan dan keamanan harus dipertimbangkan saat merancang dan memelihara laboratorium dan ruang kerjanya. Laboratorium harus dirancang untuk memudahkan kerja eksperimen serta mengurangi kecelakaan.
6. **Terapkan prosedur pengelolaan zat kimia.** Pengelolaan zat kimia merupakan komponen yang sangat penting dari program keselamatan laboratorium dan meliputi prosedur tertentu untuk pembelian dan penanganan bahan kimia, termasuk ventilasi yang memadai, penggunaan peralatan perlindungan diri secara tepat, dan peraturan dan prosedur lembaga, terutama untuk tumpahan dan keadaan darurat, penyimpanan zat kimia, pelacakan inventaris zat kimia, pengangkutan dan pengiriman zat kimia, dan pembuangan limbah kimia.
7. **Gunakan peralatan kendali teknik dan peralatan pelindung diri.** Peralatan kendali teknik seperti lemari asam atau ventilasi buang setempat merupakan metode utama untuk mengendalikan bahaya di laboratorium kimia. Peralatan pelindung diri, seperti kaca mata pelindung percikan zat kimia dan pelindung wajah, harus melengkapi peralatan kendali teknik.
8. **Rencanakan untuk keadaan darurat.** Langkah-langkah pengembangan rencana keadaan darurat meliputi: menilai jenis kecelakaan yang paling mungkin terjadi; mengidentifikasi pembuat keputusan dan pemangku kepentingan, serta prioritas laboratorium; membuat rencana keadaan untuk jenis keadaan darurat yang teridentifikasi pada langkah pertama; dan melatih staf tentang prosedur yang dijabarkan dalam rencana tersebut.
9. **Identifikasi dan atasi hambatan untuk mematuhi praktik keamanan dan keselamatan yang baik.** Praktik keamanan dan keselamatan yang baik mencakup permintaan kepada semua orang untuk senantiasa mematuhi kebijakan dan prosedur. Namun, banyak tantangan untuk mengubah perilaku dan memupuk budaya praktik terbaik. Lembaga harus mengidentifikasi hambatan dan menetapkan insentif agar pegawai laboratorium mematuhi upaya keselamatan dan keamanan.
10. **Latih, komunikasikan, dan bina.** Cara terbaik menciptakan budaya keselamatan di tempat kerja adalah dengan memberi teladan yang baik setiap hari dengan mematuhi dan menegakkan peraturan dan prosedur keselamatan dan keamanan. Sangatlah penting untuk membentuk sistem pelatihan dan pembinaan semua orang yang bekerja di laboratorium. Setiap lembaga harus membangun saluran komunikasi yang efektif tentang keselamatan kimia dengan pegawai di semua tingkat lembaga.



Manila, FILIPINA: Lemari kayu rusak yang menyimpan wadah sekitar 30 jenis zat kimia laboratorium tergeletak di lantai ruang sains yang tak terurus di San Isidro High School di Makati, penggiran kota Manila, 27 November 2006. Campuran zat kimia melepaskan asap beracun yang membuat 10 guru dan staf dibawa ke rumah sakit setelah beberapa saat mengalami muntah dan ruam kulit. Kegiatan sekolah dihentikan sementara saat pemadam kebakaran membersihkan daerah tersebut dan warga sekitar dievakuasi. LOUIE DOMINGO/AFP/Getty Images

Brosur ini dibuat berdasarkan buku,

*Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*, yang tersedia gratis di Internet di [www.nas.edu/bcst](http://www.nas.edu/bcst).

## UCAPAN TERIMA KASIH UNTUK KOMITE PENULISAN

### Komite Pendorong Pengelolaan Zat Kimia dengan Selamat dan Aman di Negara Berkembang

Dari Pakistan: M. IQBAL CHOUDHARY, University of Karachi

Dari Filipina: PATRICK J. Y. LIM, University of San Carlos, Cebu City

Dari Amerika Serikat: NED D. HEINDEL (*Ketua*) Lehigh University, Bethlehem, PA; CHARLES BARTON, Konsultan Independen, San Ramone, CA; JANET S. BAUM, Konsultan Independen, University City, MO; APURBA BHATTACHARYA, Texas A&M University, Kingsville; CHARLES P. CASEY, University of Wisconsin, Madison\*; MARK C. CESA, INEOS USA, LLC, Naperville, IL; ROBERT H. HILL, Battelle Memorial Institute, Atlanta, GA; ROBIN M. IZZO, Princeton University, NJ; RUSSELL W. PHIFER, WC Environmental, LLC, West Chester, PA; MILDRED Z. SOLOMON, Harvard Medical School, Boston, MA; JAMES M. SOLYST, ENVIRON, Arlington, VA ; USHA WRIGHT, O'Brien & Gere, Syracuse, NY.

\*Anggota, U.S. National Academy of Sciences

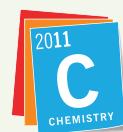
Kajian ini didanai dengan hibah nomor S-LMAQM-08-CA-140 dari Departemen Luar Negeri AS. Pendapat, temuan dan kesimpulan yang dinyatakan di sini adalah milik penulis dan tidak selalu mencerminkan pendapat, temuan dan kesimpulan Departemen Luar Negeri AS.

Kami juga sangat berterima kasih kepada individu dan organisasi berikut yang telah menelaah materi ini: Temechegn Engida, Addis Ababa, Ethiopia; Mohammed El-Khateeb, Jordan University of Science and Technology; Alastair Hay, University of Leeds, Inggris; Pauline Ho, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, Amerika Serikat; Supawan Tantayanon, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; Khalid Riffi Temsamani, University Abdelmalek Essâadi, Tétouan-Morocco; dan Erik W. Thulstrup, Varlose, Denmark.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Muhamad A. Martoprawiro, Ketua Umum Himpunan Kimia Indonesia, karena berkenan mereview terjemahan dokumen ini dari bahasa Inggris.



International Union of  
Pure and Applied Chemistry



International Year of  
**CHEMISTRY**  
**2011**



The Academy of Sciences for  
the Developing World

