

SIMBOL BAHAYA

Simbol bahaya digunakan untuk pelabelan bahan-bahan berbahaya menurut Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*)

Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*) adalah suatu aturan untuk melindungi/menjaga bahan-bahan berbahaya dan terutama terdiri dari bidang keselamatan kerja. Arah Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*) untuk klasifikasi, pengepakan dan pelabelan bahan kimia adalah valid untuk semua bidang, area dan aplikasi, dan tentu saja, juga untuk lingkungan, perlindungan konsumen dan kesehatan manusia.

Istilah bahan berbahaya adalah nama umum dan menurut hukum bahan kimia (kemikalia) (*Chemicals Law*) §19/2 didefinisikan sebagai

- Bahan berbahaya atau formulasi menurut hukum kemikalia (*Chemicals Law*) §3a,
- Bahan, formulasi dan produk dapat membentuk atau melepaskan bahan atau formulasi berbahaya selama produksi atau penggunaan,
- Bahan, formulasi dan produk bersifat mudah meledak

Berikut adalah beberapa definisi yang dapat digunakan untuk memahami tentang masalah hukum :

- Bahan/zat adalah unsur atau senyawa kimia – bagaimana terjadinya di alam atau diproduksi dengan cara sintesis (misalnya asbestos, bromin, etanol, timbal, dll)
- Formulasi adalah paduan, campuran atau larutan dari dua bahan atau lebih (misalnya cat, larutan formaldehid dll)
- Produk adalah bahan/zat atau formulasi yang diperoleh atau terbentuk selama proses produksi. Sifat-sifat ini lebih menentukan fungsi produk daripada komposisi kimianya

Bahan berbahaya yang didefinisikan di atas memiliki satu sifat atau lebih yang ditandai dengan simbol-simbol bahaya

Simbol bahaya adalah pictogram dengan tanda hitam pada latar belakang oranye, kategori bahaya untuk bahan dan formulasi ditandai dengan simbol bahaya, yang terbagi dalam

- Resiko kebakaran dan ledakan (sifat fisika-kimia)
- Resiko kesehatan (sifat toksikologi) atau
- Kombinasi dari keduanya.

Berikut ini dijelaskan simbol-simbol bahaya termasuk notasi bahaya dan huruf kode (catatan: huruf kode bukan bagian dari simbol bahaya)

***Inflammable substances* (bahan mudah terbakar)**

Bahan mudah terbakar terdiri dari sub-kelompok bahan peledak, bahan pengoksidasi, bahan amat sangat mudah terbakar (*extremely flammable substances*), dan bahan sangat mudah terbakar (*highly flammable substances*). Bahan dapat terbakar (*flammable substances*) juga termasuk kategori bahan mudah terbakar (*inflammable substances*) tetapi penggunaan simbol bahaya tidak diperlukan untuk bahan-bahan tersebut.

Explosive (bersifat mudah meledak)



Huruf kode: E

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya „explosive“ dapat meledak dengan pukulan/benturan, gesekan, pemanasan, api dan sumber nyala lain bahkan tanpa oksigen atmosferik. Ledakan akan dipicu oleh suatu reaksi keras dari bahan. Energi tinggi dilepaskan dengan propagasi gelombang udara yang bergerak sangat cepat. Resiko ledakan dapat ditentukan dengan metode yang diberikan dalam *Law for Explosive Substances*

Di laboratorium, campuran senyawa pengoksidasi kuat dengan bahan mudah terbakar atau bahan pereduksi dapat meledak. Sebagai contoh, asam nitrat dapat menimbulkan ledakan jika bereaksi dengan beberapa solven seperti aseton, dietil eter, etanol, dll. Produksi atau bekerja dengan bahan mudah meledak memerlukan pengetahuan dan pengalaman praktis maupun keselamatan khusus. Apabila bekerja dengan bahan-bahan tersebut kuantitas harus dijaga sekecil/sedikit mungkin baik untuk penanganan maupun persediaan/cadangan.

Frase-R untuk bahan mudah meledak : R1, R2 dan R3

Sebagai contoh untuk bahan yang dijelaskan di atas adalah 2,4,6-trinitro toluena (TNT)

Oxidizing (pengoksidasi)



Huruf kode: O

Bahan-bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya „oxidizing“ biasanya tidak mudah terbakar. Tetapi bila kontak dengan bahan mudah terbakar atau bahan sangat mudah terbakar mereka dapat meningkatkan resiko kebakaran secara signifikan. Dalam berbagai hal mereka adalah bahan anorganik seperti garam (*salt-like*) dengan sifat pengoksidasi kuat dan peroksida-peroksida organik.

Frase-R untuk bahan pengoksidasi : R7, R8 dan R9

Contoh bahan tersebut adalah kalium klorat dan kalium permanganat juga asam nitrat pekat.

***Extremely flammable* (amat sangat mudah terbakar)**



Huruf kode: F⁺

Bahan-bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya „extremely flammable “ merupakan likuid yang memiliki titik nyala sangat rendah (di bawah 0° C) dan titik didih rendah dengan titik didih awal (di bawah +35° C). **Bahan amat sangat mudah terbakar berupa gas dengan udara dapat membentuk suatu campuran bersifat mudah meledak di bawah kondisi normal.**

Frase-R untuk bahan amat sangat mudah terbakar : R12

Contoh bahan dengan sifat tersebut adalah dietil eter (cairan) dan propane (gas)

***Highly flammable* (sangat mudah terbakar)**



Huruf kode: F

Bahan dan formulasi ditandai dengan notasi bahaya ‘highly flammable’ adalah subyek untuk *self-heating* dan penyalaan di bawah kondisi atmosferik biasa, atau mereka mempunyai titik nyala rendah (di bawah +21° C). Beberapa bahan sangat mudah terbakar menghasilkan gas yang amat sangat mudah terbakar di bawah pengaruh kelembaban. Bahan-bahan yang dapat menjadi panas di udara pada temperatur kamar tanpa tambahan pasokan energi dan akhirnya terbakar, juga diberi label sebagai ‘highly flammable’

Frase-R untuk bahan sangat mudah terbakar : R11

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya aseton dan logam natrium, yang sering digunakan di laboratorium sebagai solven dan agen pengering.

***Flammable* (mudah terbakar)**

Huruf kode: tidak ada

Tidak ada simbol bahaya diperlukan untuk melabeli bahan dan formulasi dengan notasi bahaya ‘flammable’. Bahan dan formulasi likuid yang memiliki titik nyala antara +21° C dan +55° C dikategorikan sebagai bahan mudah terbakar (*flammable*)

Frase-R untuk bahan mudah terbakar : R10

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya minyak terpentin.

Bahan-bahan berbahaya bagi kesehatan

Pengelompokan bahan dan formulasi menurut sifat toksikologinya terdiri dari akut dan efek jangka panjang, tidak bergantung apakah efek tersebut disebabkan oleh pengulangan, tunggal atau eksposisi jangka panjang. Suatu parameter penting untuk menilai toksisitas akut suatu zat adalah harga LD_{50} nya yang ditentukan dalam percobaan pada hewan uji. Harga LD_{50} merefleksikan dosis yang mematikan dalam mg per kg berat badan yang akan menyebabkan kematian 50% dari hewan uji, antara 14 hari setelah *one single administration*. Akibat desain uji orang dapat membedakan antara pengeluaran (uptake LD_{50} oral dan digesti melalui sistem gastrointestinal, seta LD_{50} dermal untuk uptake (pengeluaran) melalui kulit).

Disamping dua hal tersebut ada juga suatu konsentrasi yang mematikan (lethal concentration) LC_{50} pulmonary (inhalasi) yang merefleksikan konsentrasi suatu polutan di udara (mg/L) yang akan menyebabkan kematian 50% dari hewan uji dalam waktu antara 14 hari setelah 4 jam eksposisi.

Istilah bahan berbahaya untuk kesehatan termasuk sub-grup bahan bersifat sangat beracun (*very toxic substances*), bahan beracun (*toxic substances*) dan bahan berbahaya (*harmful substances*)

Very toxic (sangat beracun)



Huruf kode: T⁺

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya 'very toxic' dapat menyebabkan kerusakan kesehatan akut atau kronis dan bahkan kematian pada konsentrasi sangat rendah jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut (*ingestion*), atau kontak dengan kulit.

Suatu bahan dikategorikan sangat beracun jika memenuhi kriteria berikut:

LD_{50} oral (tikus)	≤ 25 mg/kg berat badan
LD_{50} dermal (tikus atau kelinci)	≤ 50 mg/kg berat badan
LC_{50} pulmonary (tikus) untuk aerosol /debu	$\leq 0,25$ mg/L
LC_{50} pulmonary (tikus) untuk gas/uap	$\leq 0,50$ mg/L

Frase-R untuk bahan sangat beracun : R26, R27 dan R28

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya kalium sianida, hydrogen sulfida, nitrobenzene dan atripin

Toxic (beracun)



Huruf kode: T

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya ‘toxic’ dapat menyebabkan kerusakan kesehatan akut atau kronis dan bahkan kematian pada konsentrasi sangat rendah jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut (*ingestion*), atau kontak dengan kulit.

Suatu bahan dikategorikan beracun jika memenuhi kriteria berikut:

LD ₅₀ <i>oral</i> (tikus)	25 – 200 mg/kg berat badan
LD ₅₀ <i>dermal</i> (tikus atau kelinci)	50 – 400 mg/kg berat badan
LC ₅₀ <i>pulmonary</i> (tikus) untuk aerosol /debu	0,25 – 1 mg/L
LC ₅₀ <i>pulmonary</i> (tikus) untuk gas/uap	0,50 – 2 mg/L

Frase-R untuk bahan beracun : R23, R24 dan R25

Bahan dan formulasi yang memiliki sifat

Karsinogenik	(Frase-R :R45 dan R40)
Mutagenik	(Frase-R :R47)
Toksik untuk reproduksi	(Frase-R :R46 dan R40) atau
Sifat-sifat merusak secara kronis yang lain	(Frase-R :R48)

ditandai dengan simbol bahaya ‘toxic substances’ dan kode huruf T.

Bahan karsinogenik dapat menyebabkan kanker atau meningkatkan timbulnya kanker jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut dan kontak dengan kulit.

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya solven-solven seperti metanol (toksik) dan benzene (toksik, karsinogenik).

Harmful (berbahaya)



Huruf kode: Xn

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya ‘harmful’ memiliki resiko merusak kesehatan sedang jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut (*ingestion*), atau kontak dengan kulit.

Suatu bahan dikategorikan berbahaya jika memenuhi kriteria berikut:

LD ₅₀ <i>oral</i> (tikus)	200-2000 mg/kg berat badan
LD ₅₀ <i>dermal</i> (tikus atau kelinci)	400-2000 mg/kg berat badan
LC ₅₀ <i>pulmonary</i> (tikus) untuk aerosol /debu	1 – 5 mg/L
LC ₅₀ <i>pulmonary</i> (tikus) untuk gas/uap	2 – 20 mg/L

Frase-R untuk bahan berbahaya : R20, R21 dan R22

Bahan dan formulasi yang memiliki sifat

Karsinogenik	(Frase-R :R45 dan R40)
Mutagenik	(Frase-R :R47)
Toksik untuk reproduksi	(Frase-R :R46 dan R40) atau
Sifat-sifat merusak secara kronis yang lain	(Frase-R:R48)

yang tidak diberi notasi toxic, akan ditandai dengan simbol bahaya 'harmful substances' dan kode huruf X_n.

Bahan-bahan yang dicurigai memiliki

sifat karsinogenik,

juga akan ditandai dengan simbol bahaya 'harmful substances' dan kode huruf X_n,

bahan pemeka (sensitizing substances) (Frase-R :R42 dan R43)

diberi label menurut spektrum efek apakah dengan simbol bahaya untuk 'harmful substances' dan kode huruf X_n atau dengan simbol bahaya 'irritant substances' dan kode huruf Xi.

Bahan yang dicurigai memiliki sifat karsinogenik dapat menyebabkan kanker dengan probabilitas tinggi melalui inhalasi, melalui mulut (ingestion) atau kontak dengan kulit.

Contoh bahan yang memiliki sifat tersebut misalnya solven 1,2-etane-1,2-diol atau etilen glikol (berbahaya) dan diklorometan (berbahaya, dicurigai karsinogenik).

Bahan-bahan yang merusak jaringan (*tissue destroying substances*)

'**tissue destroying substances**' meliputi sub-grup bahan korosif (corrosive substances) dan bahan iritan (irritant substances)

***Corrosive* (korosif)**



Huruf kode: C

Bahan dan formulasi dengan notasi 'corrosive' adalah merusak jaringan hidup. Jika suatu bahan merusak kesehatan dan kulit hewan uji **atau sifat ini dapat diprediksi karena karakteristik kimia bahan uji, seperti asam (pH <2) dan basa (pH >11,5), ditandai sebagai bahan korosif.**

Frase-R untuk bahan korosif : R34 dan R35.

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya asam mineral seperti HCl dan H₂SO₄ maupun basa seperti larutan NaOH (>2%).

***Irritant* (menyebabkan iritasi)**



Huruf kode : Xi

Bahan dan formulasi dengan notasi 'irritant' adalah tidak korosif tetapi dapat menyebabkan inflamasi jika kontak dengan kulit atau selaput lendir.

Frase-R untuk bahan irritant : R36, R37, R38 dan R41

Contoh bahan dengan sifat tersebut misalnya isopropilamina, kalsium klorida dan asam dan basa encer.

Bahan berbahaya bagi lingkungan



Huruf kode: N

Bahan dan formulasi dengan notasi 'dangerous for environment' adalah dapat menyebabkan efek tiba-tiba atau dalam sela waktu tertentu pada satu kompartemen lingkungan atau lebih (air, tanah, udara, tanaman, mikroorganisma) dan menyebabkan gangguan ekologi

Frase-R untuk bahan berbahaya bagi lingkungan : R50, R51, R52 dan R53.

Contoh bahan yang memiliki sifat tersebut misalnya tributil timah kloroda, tetraklorometan, dan petroleum hidrokarbon seperti pentana dan petroleum bensin.

EVALUASI DAN KLASIFIKASI LIMBAH KIMIA

Pendahuluan

Evaluasi limbah sangat penting untuk tujuan daur ulang atau pembuangan dengan cara yang sesuai. Penghasil dan penyedia bahan berbahaya tersebut bertanggung jawab untuk klasifikasi dan penilaian yang benar.

Klasifikasi limbah menurut peraturan untuk bahan-bahan berbahaya (*the Ordinance for Dangerous Goods*)

Dasar untuk penilaian limbah menurut peraturan tentang bahan berbahaya adalah sifat-sifat bahaya seperti:

- Sifat mudah terbakar (flammability/combustibility)
- Sifat pengoksidasi
- Toksisitas
- Korosifitas
- Pembentukan gas mudah terbakar jika kontak dengan air
- Kontaminasi dengan bahan penyebab infeksi dan patogenik
- Radiasi radioaktif
- Sifat polusi air
- Melepaskan debu berbahaya

Diferensiasi lanjut di antara golongan bahan berbahaya dapat dibuat melalui daftar bahan. Daftar ini tidak hanya mengandung bahan yang terdefinisi dengan baik (misalnya gasoline, titik didih 60-100°C) tetapi juga meringkas kategori, seperti produk petroleun, tidak dijelaskan lebih lanjut. Klasifikasi dan penilaian limbah berbahaya dibuat menurut sifat fisiko-kimianya (padat/cair, titik didih, titik nyala, data toksisitas).

Penetapan limbah pada salah satu daftar kategori bahaya adalah sulit, jika mereka merupakan campuran padatan atau cairan (larutan). Peraturan bahan berbahaya memberikan petunjuk bagaimana mengklasifikasi limbah. Tetapi untuk ini perlu mengetahui konstituen dan sifat bahaya limbah. Oleh karena itu klasifikasi limbah berbahaya biasanya merupakan tugas kimiawan. Amatir hanya dapat mengerjakan jika ada kategori tertentu karena biasanya kasusnya untuk limbah umum atau jika bahan dapat ditentukan dengan metode uji sederhana.

Untuk limbah transportasi jalan ada petunjuk khusus seperti peraturan bahan berbahaya untuk transportasi jalan atau jalan kereta api (*dangerous goods ordinance for road and railroad transportation*), yang memerlukan evaluasi dan klasifikasi bahan berbahaya. Jadi, limbah berbahaya harus ditentukan untuk kelas bahaya sesuai dengan sifat bahayanya.

Tabel 1. contoh limbah dalam klas bahan berbahaya yang berbeda

Klas	Notasi	Contoh
1	<i>Explosive substances and materials containing explosive</i>	Kembang api, amunisi
2	<i>Gases</i>	Propane, butane, asetilen
3.	<i>Flammable liquid substances</i>	Alcohol, aseton
4.1	<i>Flammable solid substances</i>	Limbah nitroselulosa, limbah karet
4.2	<i>Self-igniting substances</i>	Limbah seluloid ,limbah katun yang mengandung minyak
4.3	<i>Substances forming flammable gases</i>	Limbah kalsium karbida, logam alkali
5.1	<i>Oxidizing substances</i>	Formulasi mengandung ammonium nitrat
5.2	<i>Organic peroxides</i>	Asam peroksiasetat
6.1	<i>Toxic substances</i>	Kontainer kosong bekas pestisida yang tidak bersih, kemikalia tertentu

6.2	<i>Infectious materials</i>	Limbah rumah sakit (material bekas operasi, syringe, jarum suntik)
7	<i>Radioactive materials</i>	Limbah radioaktif dengan spesifik aktivitas rendah (mis tritium dari riset biologi)
8	<i>Corrosive substances</i>	Asam nitrat, asam sulfat
9	<i>Various hazardous substances and materials</i>	Asbes, berbagai bahan polutan air

Klasifikasi limbah menurut organisasi kerjasama dan pengembangan ekonomi, *OECD* (*Organization for Economic Cooperation and Development*)

Di dalam *OECD* ada istilah yang disebut ‘traffic light lists’ yang harus diikuti selagi **transboundary** transportasi limbah. Untuk limbah yang dapat di daur ulang ada kontrol yang berorientasi pada sifat bahaya limbah dan yang terdaftar dalam 3 warna (daftar hijau, kuning dan merah)

Daftar hijau

Limbah yang dikategori ke dalam daftar hijau menurut persetujuan *OECD* tidak akan dikontrol. Kategori ini terdiri dari material seperti potongan logam, baja, logam non-besi, plastic, kertas, kaca, tekstil dan kayu. Bahan berbahaya seperti limbah kimia tidak termasuk dalam kategori ini.

Daftar kuning

Limbah ini **perlu suatu kontrol terbatas dan perlu persetujuan dari negara penerima**. Limbah dalam kelompok ini antara lain abu, kotoran/endapan, debu logam non-besi, arsen, merkuri, limbah minyak, dan limbah lain yang mengandung kurang dari 50 mg/kg *polychlorinated biphenyl (PCB)*, *polychlorinated terphenyl (PCT)* dan *polybrominated biphenyl (PBB)*.

Daftar merah

Limbah dalam kategori ini harus dikelola sebagaimana limbah untuk tujuan pembuangan. Transportasi hanya diijinkan jika negara penyedia maupun negara penerima telah menyetujui dan dinyatakan dalam pernyataan tertulis. Limbah ini terutama terdiri dari limbah yang mengandung lebih dari 50 mg/kg *PCB/PCT*, dan yang mengandung *polyhalogenated dibenzo-p-dioxin*, furan, sianida, dan asbes.

Klasifikasi limbah menurut *TRGS 201* (Juli 2002)

Dalam *TGRS 201 (Technical Directive for Hazardous Substances)* diberikan pedoman untuk klasifikasi dan pelabelan limbah untuk tujuan pembuangan. Pedoman itu juga berlaku untuk limbah-limbah yang digunakan untuk memperoleh energi termal, tetapi tidak berlaku bagi limbah untuk mendaur ulang material. Klasifikasi diorientasikan pada resiko yang mungkin muncul. Resiko paling tinggi yang mungkin terjadi menentukan klasifikasi.

Tabel 2. Kemungkinan resiko yang muncul dari limbah.

Resiko fisiko-kimia		Resiko Kesehatan		Resiko Lingkungan	
Huruf kode untuk simbol bahaya	Keterangan bahaya	Huruf kode untuk simbol bahaya	Keterangan bahaya	Huruf kode untuk simbol bahaya	Keterangan bahaya
E	Eksplorisif /mudah meledak (<i>Explosive</i>)	T ⁺	Sangat beracun (<i>Very toxic</i>)	N	Bahaya untuk lingkungan
O	Pengoksidasi (<i>Oxidizing</i>)	T	Beracun (<i>Toxic</i>)		R52-53: bahaya bagi organisme akuatik, dapat menyebabkan efek merugikan dalam jangka panjang di dlm lingkungan perairan
F ⁺	Amat sangat mudah terbakar (<i>Extremely flammable</i>)	C	Korosif (<i>Corrosive</i>)		R53: dapat menyebabkan efek merugikan dalam jangka panjang di dlm lingkungan perairan
F	Sangat mudah terbakar (<i>Highly flammable</i>)	Xn	Berbahaya (<i>Harmful</i>)		R59: berbahaya untuk lapisan ozon
	Mudah terbakar <i>R10: flammable</i>	Xi	Iritan (<i>Irritant</i>)		

Sesuai aturan, tidak lebih dari satu keterangan bahaya diseleksi tiap kelompok
 Tidak termasuk konstituen dalam limbah yang mengalami reaksi berbahaya antara satu dengan yang lain