

Kajian Toksikologi dan Penanggulangan Pelepasan Senjata Kimia

Mariana Raini

Puslitbang Biomedis dan Farmasi
Badan Litbang Kesehatan, Depkes RI
email: mariana_raini@litbang.depkes.go.id

Abstract

A chemical weapon is defined as a substance that is intended for use in military and non-military operations to kill, seriously injure or otherwise incapacitate people, or to harm or destroy their habitat or economy. Chemical weapons can be made by toxic chemicals reaction. Chemical weapons misused may lead to terror, injury, death and environmental damage. The Chemical Weapons Convention (CWC) is an arms control agreement which outlaws the production, stockpiling and use of chemical weapons. CWC is the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction. This article describe how to identify chemical weapons, sign and symptom of their toxicity, impact and the chemical weapons convention, in order to handle and control chemical weapons release.

Key words : *chemical weapons, precursor, Chemical Weapons Convention*

Pendahuluan

Senjata kimia merupakan senjata yang memanfaatkan sifat racun senyawa kimia untuk membunuh, melukai, atau melumpuhkan musuh. Penggunaan senjata kimia berbeda dengan senjata konvensional dan senjata nuklir karena efek merusak senjata kimia terutama bukan disebabkan daya ledaknya tetapi karena proses kimia-wi yang ditimbulkannya. Efek merusak senjata kimia dapat menyebabkan kematian, ketidakmampuan sementara atau bahaya permanen bagi manusia dan binatang^{1,2,3}.

Bahan kimia yang digunakan untuk senjata biasanya bahan kimia beracun dan sejenisnya yang bertujuan untuk menumpas lawan secara massal, membuat lawan tidak berdaya, dan dapat digunakan sebagai penyerangan musuh secara psikologis^{2,3,4}.

Penggunaan senjata kimia sangat berbahaya karena selain dapat menimbulkan banyak korban dalam waktu yang sa-

ngat singkat, juga mengakibatkan kerusakan lingkungan yang parah. Di samping itu, penanganan akibat pelepasan senjata kimia sangat sulit dan melibatkan banyak personal terlatih, alat pendeteksi khusus, alat pelindung diri, dekontaminan dan antidot untuk menyelamatkan korban, pemulihan korban dan pemulihan lingkungan, dan lain-lain⁶.

Pencegahan proliferasi senjata kimia beserta teknologi dan material sensitif yang terkait dengan senjata tersebut, perlu diterapkan melalui kerja sama regional maupun global, sehingga tidak disalahgunakan oleh para teroris. Segala upaya untuk memiliki, mengembangkan dan menggunakan senjata kimia dipandang sebagai tindakan yang tidak dapat diterima oleh komunitas internasional⁷.

Masyarakat internasional melalui negaranya masing-masing sepakat membentuk suatu perjanjian yang disebut KSK (*konvensi senjata kimia*). Konvensi ini merupakan perjanjian internasional di bidang perlucutan senjata yang melarang pengem-

bangun, produksi, penyimpanan, pengalihan dan penggunaan senjata kimia serta pemusnahannya.

Indonesia banyak memiliki industri khususnya industri kimia dan farmasi yang melibatkan bahan kimia berbahaya dalam proses produksinya. Selain untuk ikut menjaga ketertiban dunia, Indonesia meratifikasi KSK terutama bertujuan untuk menjaga kelancaran perdagangan impor-ekspor bahan kimia berbahaya yang juga berfungsi sebagai bahan baku dan/atau bahan penolong proses produksi di industri kimia.

Senjata kimia berdasarkan toksisitasnya diklasifikasikan ke dalam 5 kelompok. Masing-masing kelompok memberikan gejala dan tanda keracunan yang berbeda, juga terdapat senjata kimia yang memberikan karakteristik spesifik, seperti bau dan warna yang khas sehingga dapat diidentifikasi dengan cepat. Berdasarkan pengetahuan tentang senjata kimia baik mengenai sifat dan karakteristik senjata kimia, gejala dan tanda keracunan maka aspek kerusakan dapat dicegah atau dihindari dan dapat dilakukan upaya penyelamatan yang efektif melalui kerja sama semua pihak.

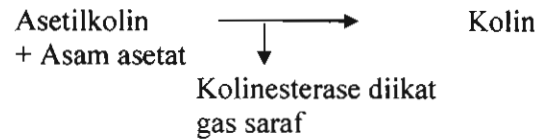
Klasifikasi senjata kimia

Bahan kimia beracun yang telah diidentifikasi untuk kebutuhan verifikasi oleh organisasi yang berwenang yaitu *Organization Prohibition Chemical Weapon* (OPCW) tercatat dalam daftar *Annex on Chemicals* pada Konvensi Senjata Kimia^{8,9}. Klasifikasi senjata kimia berdasarkan keputusan konvensi senjata kimia dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan klasifikasi senjata kimia berdasarkan toksisitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Racun Saraf (*Nerve agents*)

Racun ini masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, mulut, atau melalui kulit. Secara kimia, racun ini termasuk golongan organofosfat. Racun ini bekerja dengan menghambat penyaluran impuls saraf dengan cara mengikat kolinesterase, sehingga tidak terjadi hidrolisis asetilkolin. Ase-

tilkolin adalah suatu neurotransmitter yang terdapat di antara ujung-ujung saraf dan otot serta berfungsi meneruskan rangsangan saraf^{10,11}.



Gambar 1. Reaksi Pengikatan Kolinesterase dengan Gas Saraf

Gas saraf akan mengikat kolinesterase, sehingga terjadi penimbunan asetilkolin. Akumulasi racun asetilkolin terjadi pada reseptor muskarinik, nikotinik dan sinapsis sistem saraf pusat¹¹. Daya ikat racun ini dengan kolinesterase sangat kuat, permanen (tidak dapat diperbaiki dengan terapi) dan berlangsung sangat cepat. Dalam bentuk gas, racun saraf dapat membunuh korban hanya dalam beberapa detik^{10,11}. Racun saraf dalam bentuk cairan tergantung dari kepekatannya dan derajat keracunan dapat menimbulkan kematian dalam beberapa menit sampai jam.

Racun darah (*Blood Agent*)

Pada umumnya berbentuk gas dan masuk dalam tubuh melalui pernafasan. Racun ini mempengaruhi fungsi tubuh melalui kerjanya *eurymeocytochromeoxidase* yang membawa oksigen melalui darah ke seluruh jaringan tubuh¹². Racun ini seperti hidrogen sianida dalam tubuh akan mengikat protein darah, dan *myoglobin*. Sianida akan menggantikan kedudukan ikatan ion besi (Fe^{3+}) dengan metmyoglobin. Afinitas ikatan sianida ini sangat kuat sehingga dapat mengusir ion besi (Fe^{3+}) secara permanen dan dalam beberapa detik dapat menimbulkan kematian. Racun darah hidrogen sianida dan sianogen klorida, jika terurai akan menghasilkan gas sianida dan akan menimbulkan bau seperti kacang almond. Hidrogen sianida lebih toksik dari pada sianogen klorida. Paparan melalui kulit mempunyai efek yang sama dengan melalui inhalasi.

Tabel 1. Klasifikasi Senjata Kimia Berdasarkan Konvensi Senjata Kimia⁹

| Daftar 1 | Daftar 2 | Daftar 3 |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| <p>A. Bahan kimia beracun</p> <p>1. O-Alkil (C<10, termasuk sikloalkil) alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosfonofloridat Contoh : Sarin : O-Isopropil metilfosfonofloridat Soman: O-Pinakolil metilfosfonofloridat</p> <p>2. O-Alkil (C<10, termasuk sikloalkil) N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosforamidosisianidat contoh : Tabun : O-Etil N,N-dimetil fosforamidosisianidat</p> <p>3. O-Alkil (H atau C<10, termasuk sikloalkil) S-2 dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) -aminoetil alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosfonotiolat dan bentuk garam teralkilasi atau protonasi Contoh : VX : O-Etil S-2-diisopropilaminoetil metal fosfonotiolat</p> <p>4. Sulfur mustard 2-kloroetilklorometilsulfida Mustard gas: Bis(2-kloroetil)sulfide Bis(2-kloroetil)metana Sesquimustard : 1,2-Bis(2-kloroetil)etana 1,3-Bis(2-kloroetil)-n-propana 1,4-Bis(2-kloroetil)-n-butana 1,5-Bis(2-kloroetil)-n-pentana Bis(2-kloroetil)metil eter O-Mustard : Bis(2-kloroetil)eter</p> <p>5. Lewisit Lewisit 1: 2-klorovinildikloroarsina Lewisit 2: Bis(2 klorovinil) kloroarsina Lewisit 3: Tris(2-klorovinil) arsina</p> <p>6. Nitrogen mustard HN1: Bis(2-kloroetil)etilamina HN2: Bis(2-kloroetil)metilamina HN3: Tris(2-kloroetil)amina</p> <p>7. Saksitoksin</p> <p>8. Ricin</p> <p>B. Prekursor</p> <p>9. Alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosfonidifloridat Contoh : DF: Metilfosfonidiflorida</p> <p>10. O-Alkil (H atau C<10, termasuk sikloalkil) O-2-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr)-aminoetil alkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosfonit dan bentuk garam teralkilasi atau terprotonasi contoh : QL: O-Etil O-2-diisopropil aminoetil metilfosfonit</p> <p>11. Klorosarin: O-Isopropil metilfosfonokloridat</p> <p>12. Klorosoman: O-Pinakolil metilfosfonoklorida</p> | <p>A. Bahan kimia beracun</p> <p>1. Amiton: O,O-Dietil S-[2-(dietilamino)etil] fosforotiolat dan bentuk garam teralkilasi atau terprotonasi</p> <p>2. PFIB: 1,1,3,3,3-Pentafloro-2-(triflorometil)-1-propana</p> <p>3. BZ: 3-Kinoklidinil benzilat</p> <p>B. Prekursor</p> <p>4. Semua bahan kimia kecuali yang masuk daftar 1, mengandung atom fosfor yang terikat pada 1 metil, etil atau profil (normal atau iso) tapi tidak terikat sebagai atom</p> <p>5. Karbon, contoh Metilfosfonil diklorida, Dimetil metilfosfonat, kecuali Fonofos (O-etil S-fenil etilfosfonotiolat)</p> <p>6. N,N-Dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosforamidik dihalida</p> <p>7. Dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) fosforamida</p> <p>8. Arsen triklorida</p> <p>9. Asam 2,2-Difenil-2-hidroksiasetat</p> <p>10. Kinuklidin-3-ol</p> <p>11. N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) aminoetil-2-klorida dan bentuk garamnya</p> <p>12. N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) aminietana-2-ol dan bentuk garamnya kecuali N,N-dimetilaminoetanol dan bentuk garamnya N,N-dietilaminietanol dan bentuk garamnya</p> <p>13. N,N-dialkil (Me, Et, n-Pr atau i-Pr) aminoetana-2-tiol dan bentuk garamnya</p> <p>14. Thiodiglikol : Bis(2-hidroksietil)sulfida</p> <p>15. Pinacolil alkohol : 3,3-Dimetilbutan-2-ol</p> | <p>A. Bahan kimia beracun</p> <p>1. Fosgen : Karbonil diklorida</p> <p>2. Sianogen klorida</p> <p>3. Hidrogen sianida</p> <p>4. Klorpikrin : Trikloronitrometan</p> <p>B. Prekursor</p> <p>5. Fosfor oksiklorida</p> <p>6. Fosfor triklorida</p> <p>7. Fosfor pentaklorida</p> <p>8. Trimetil fosfit</p> <p>9. Dietil fosfit</p> <p>10. Dimetil fosfit</p> <p>11. Dietil fosfit</p> <p>12. Sulfur monoklorida</p> <p>13. Sulfur diklorida</p> <p>14. Tionil klorida</p> <p>15. Etildietanolamin</p> <p>16. Metildietanolamin</p> <p>17. Trietanolamin</p> |

Tabel 2. Jenis, Karakteristik, Mekanisme Kerja, Gejala dan Tanda Keracunan, Serta Pertolongan Pertama Akibat Keracunan Senjata Kimia

| Jenis | Karakteristik | Mekanisme kerja | Gejala dan tanda | Dekontaminasi | Perlakuan/pertolongan pertama |
|---|--|---|--|---|--|
| Racun saraf (Nerve agents) Tabun (GA) Sarin (GB) Siklosarin (GF) Soman (GD) VAgents (VX) : VE, VG, VM | - Gas tidak berwarna - Cairan tidak berwarna atau kuning pucat | Menghambat penyaluran impuls saraf dengan cara mengikat kolinesterase, sehingga tidak terjadi hidrolisis asetilkolin. | Salivasi Lakrimasi Urinasi Defekasi Gangguan pencernaan Muntah Miosis Kelumpuhan pernafasan | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan banyak air dan jika ter sedia dengan air sabun atau larutan pemutih (bleach) 0,5% | Atropin Biperidin Pralidoksim Obidoksin Diazepam (sebagai anti kejang) Reactive Skin Decontamination Lotion (RSDL) |
| Racun darah (Blood agents) Hidrogen Sianida (AC) Sianogen Klorida (CK) Arsin (SA) | Gas tidak berwarna Bau sengit seperti almonds | Mempengaruhi fungsi tubuh melalui kerjanya <i>eurymecytochromeoxidase</i> yg membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Racun ini akan mengikat proteindarah, myoglobin. Sianida akan menggantikan kedudukan ikatan ion besi (Fe^{3+}) dengan metmyoglobin. | Hilang kesadaran Kejang-kejang Kelumpuhan pernafasan sementara | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan air sabun dan air | Amil Nitrit Natrium Nitrit Natrium Tiosulfat |
| Racun Lepuh (Blister agents/ Vesicants) Sulfur Mustard (H) Distilled Sulfur mustard (HD) Lewisit (L) Fosgen Oksim (CX) | Gas tidak berwarna atau gas berwarna kuning hingga kuning coklat Bau seperti bau bawang putih atau bunga Geranium | Mekanisme kerja racun lepuh mustard tidak diketahui, tidak ada antidot. | Kulit kemerahan Melepuh Iritasi pada mata batuk atau nafas pendek | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan larutan pemutih (bleach) 0,5% diikuti dengan air sabun dan air | Antibiotik dan anestesi lokal Perlakukan kulit yang melepuh seperti luka bakar Oksigen Ventilasi Morfin Gunakan steroid inhaler, Salbutamol |
| Racun cekik (Choking agents/ pulmonary) Fosgen Sulfur dioksida Klorin Difosgen nitrogen oksida Klorpikrin | - Gas tidak berwarna berwarnadapat berbentuk awan putih - Bau seperti rumput atau rumput kering | Klorin terurai menjadi asam klorida (HCl) dan oksigen dalam bentuk radikal bebas. HCl akan bereaksi dg jaringan-jaringan pd saluran pernafasan bagian atas shg mengakibatkan kerusakan dan pengelupasan jaringan. | Nafas pendek Batuk Paparan dalam jumlah besar Keluar air mata Hidung kemerahan Batuk ringan | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan banyak air jika tersedia air sabun | Ventilasi Oksigen Ventolin Lasix Terapi IV Istirahat Hangatkan |
| Racun Huru-hara (Riot agents) Ortoklorobenzilidin malononitril (CS) Kloroasetofenon (CN), dibenzosazefin (CR) | Berbentuk padat biasanya terdispersi dalam bentuk Cairan | Bekerja pada enzim-enzim yg mgd sulfhidril spt laktat dehidrogenase. CS bereaksi cepat dg bentuk disulfhidril dari asam lemak, suatu koenzim dalam sistem piruvat dekarboksilase. | Rasa terbakar Rasa pedih di mata, hidung, saluran nafas dan kulit Lakrimasi | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan banyak air jika tersedia air sabun atau larutan soda 0,5% | Cuci mata dengan air Oksigen Ventolin |
| Racun Inkapasitas (Incapacitating agents) BZ, Agen 15 <i>Psilosibin</i> , <i>Andreno-krom</i> , <i>Meskalin</i> | Berbentuk padat tidak berbau biasanya terdispersi dalam bentuk cairan, stabil dalam kebanyakan pelarut | Berkompetisi dengan asetilkolin pada reseptor muskarinik pada otot polos dan kelenjar eksokrin, ganglia otonom, pada otak, BZ mengurangi kadar asetilkolin yang terlihat pada reseptor. | Mulut kering Rasa panas Kulit kering Penglihatan kabur Perubahan mental Disorientasi Ataksia Agrafia Halusinasi | Lepaskan pakaian korban, cuci kulit/mandikan dengan banyak air dan air sabun | Infus cairan tubuh Fisostigmin |

Pada umumnya produksi hidrogen sianida dilakukan di tempat yang menggunakan langsung bahan kimia tersebut sebagai bahan baku karena menghindari bahaya pengapalan. Hidrogen sianida pada industri kadang-kadang digunakan dalam fumigasi, untuk mengurangi tikus dan serangga. Hidrogen sianida terutama digunakan sebagai prekursor untuk produksi garam-garam sianida (contoh sepuhan emas), aseton, adiponitril (contoh pembuatan nilon sintesis), "*chelating agent*" (pada water treatment), dan berbagai jenis material lain¹⁴.

Racun Cekik (*Choking Agents*)

Racun cekik mempunyai titik leleh yang rendah, sehingga dalam bentuk uap mudah terdispersi pada suhu kamar. Pada ruang terbuka keberadaan racun ini sangat bergantung dari kondisi udara. Racun ini akan cepat menghilang karena hujan dan angin. Sebaliknya jika racun ini dilepas pada ruang tertutup seperti gedung atau stasiun kereta bawah tanah dapat meningkatkan derajat keracunan dan racun dapat bertahan lebih lama¹⁵.

Klorin dan fosgen merupakan racun cekik yang paling banyak digunakan. Racun ini dalam tubuh mempunyai mekanisme kerja yang sama dengan racun saraf. Racun ini masuk melalui pernafasan dan bereaksi dengan uap air yang ada pada saluran pernafasan. Klorin ini akan terurai menjadi asam klorida (HCl) dan oksigen dalam bentuk radikal bebas. Asam klorida akan bereaksi dengan jaringan-jaringan pada saluran pernafasan bagian atas sehingga mengakibatkan kerusakan dan pengelupasan jaringan¹⁵. Racun ini memberikan tanda dan gejala seperti batuk dan bersin terus menerus, rasa tercekik, nyeri hebat pada dada dan ketika menelan, sesak, sulit bernafas. Kematian terjadi karena edema paru (*Adult Respiratory Distress Syndrome/ ARDS*) atau spasme pada jalan nafas. Korban mungkin tidak menampilkan gejala dalam beberapa jam

atau beberapa hari setelah serangan sebelum edema paru terjadi. Paparan dengan dosis tinggi biasanya menimbulkan spasme pada jalan nafas dan biasanya diikuti dengan kematian, sedangkan edema paru pada jalan nafas mengindikasikan kematian telah dekat. Paparan dengan dosis rendah dapat memperberat gejala penyakit pada korban yang telah mengidap penyakit paru sebelumnya misalnya emfisema¹⁵.

Klorin digunakan sebagai pembersih kolam renang. Fosgen digunakan pada proses pewarnaan bahan pakaian dan plastik, untuk membuat insektisida dan mengekstraksi logam dari batu-batuan, juga dapat dihasilkan dari reaksi kimia (misalnya dalam pengelasan dan pembakaran teflon). Penyimpanan fosgen dapat menimbulkan masalah jika tumpah, atau terpapar panas atau api. Fosgen mudah terbakar dan menimbulkan asap yang akan menjadi racun cekik pada orang yang menghirupnya¹⁶.

Racun Lepuh (*Blister Agents*)

Racun lepuh dapat masuk melalui mata, paru-paru dan kulit sehingga mengakibatkan kulit melepuh. Dalam tubuh, mekanisme kerja racun lepuh jenis mustard tidak diketahui, akibatnya tidak ada antidot jika terjadi keracunan. Racun lepuh mustard merupakan racun menetap bila terkena mata, paru-paru dan kulit sehingga akan menimbulkan nyeri, rasa terbakar dan melepuh. Di samping itu, sulfur mustard juga dapat mempunyai efek patologik dalam beberapa jaringan tubuh, luka pada mata dan saluran pernafasan, dapat menimbulkan batuk, sakit tenggorokan, sesak, nyeri hidung dan susah bernafas. Racun ini dapat menyebabkan keracunan sistemik dan kerusakan genetik. Beratnya dampak yang ditimbulkan bergantung pada luas permukaan kulit yang terkontaminasi dan lama paparan. Mustard dapat bertahan lama di kulit karena lambat menguap. Mustard menghasilkan bau seperti bawang putih dan tidak terdeteksi segera oleh tubuh karena dapat menyebabkan syaraf

penciuman menjadi tidak sensitif. Hal lain yang membahayakan dari racun mustard adalah hilangnya rasa nyeri beberapa jam setelah kontak dengan kulit dan beberapa menit setelah cairan kontak dengan mata^{17,18}.

Paparan gas mustard melalui inhalasi mempunyai periode laten selama 2-6 jam, sedangkan paparan melalui kulit mempunyai periode laten selama 2-48 jam. Paparan gas mustard lain jenis lewisit pada kulit dapat menimbulkan rasa nyeri yang hebat. Lewisit bila terhisap dapat mengakibatkan keracunan sistemik dan dalam kadar tinggi, dapat berakibat fatal dalam waktu kurang dari 10 menit. Korban paparan racun lepuh diperlakukan sama dengan korban luka bakar. Korban diberi cairan pengganti untuk mengatasi dehidrasi, analgesik dan antibiotik untuk mencegah infeksi^{17,18}.

Racun Psikokimia (*Incapacitating Agent*)

Racun ini bersifat tidak mematikan (nonlethal), mempunyai efek psikologis terhadap orang yang terkena, masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, mulut dan kulit²⁰. Racun ini mempunyai periode laten selama 30 menit sampai 24 jam sebelum tanda dan gejala muncul. Racun ini bersifat sebagai antikolinergik, bekerja berkompetisi dengan asetilkolin pada reseptor muskarinik pada otot polos dan kelenjar eksokrin, ganglia otonom, pada otak, BZ mengurangi kadar asetilkolin yang terlihat pada reseptor. Racun ini mengakibatkan efek *peripheral nervous system* dan secara umum merupakan lawan dari racun saraf (*peripheral effects 1, peripheral effects 2*). Pada sistem saraf pusat menimbulkan efek pingsan, bingung, ilusi hingga halusinasi. Sifat antikolinergik ini muncul tergantung dari banyaknya racun yang diabsorpsi. Setelah periode laten berlalu muncul efek perifer dan mental korban mulai berfluktuasi mulai dari tetap sadar, mengantuk hingga delirium, koma.

Racun ini dapat dengan mudah menyeberang melalui *the blood-bran barrier* dan merusak susunan saraf pusat sehingga menyebabkan perubahan mental dan delirium. Dalam sistem saraf perifer, hambatan terjadi pada otot halus, ganglia otonom dan kelenjar-kelenjar eksokrin. Sebagai antikolinergik glikolat, BZ dan agen 15 sangat stabil, mempunyai waktu paruh 3-4 minggu dalam udara yang lembab dan dapat lebih lama dalam permukaan atau tanah²¹.

Racun Huru Hara (*Riot Control*)

Racun ini digunakan selama bertahun-tahun untuk mengatasi demonstran. Racun ini dapat menimbulkan rasa pedih di mata, hidung dan saluran pernafasan. Racun ini mempunyai toksisitas akut dan kronik yang sangat rendah, bekerja dalam waktu yang singkat dan tidak mempunyai periode laten setelah terjadi paparan. Selain lakrimasi, racun ini juga dapat menimbulkan bronkospasme, mual dan kadang-kadang muntah. Racun huru hara yang paling banyak digunakan adalah air cabai (*pepper spray*) dan gas air mata seperti *klorasetofenon* (CN), *ortokloro benzolite malononitril* (CS) dan *dibenzodiazepin* (CR) yang terbaru, sedangkan dahulu pada perang lapangan banyak digunakan *arsenical smokes (stenutators)*²². CS dan CN dan CR termasuk agen alkilasi SN₂ dan dengan mudah bereaksi pada bagian nukleofilik. Bekerja pada enzim-enzim yang mengandung sulfhidril seperti laktat dehidrogenase. Secara khusus, CS bereaksi cepat dengan bentuk disulfhidril dari asam lemak, suatu koenzim dalam sistem piruvat dekarboksilase. Adanya luka pada jaringan mungkin dihubungkan dengan inaktivasi enzim tertentu pada sistem ini. Rasa nyeri dapat terjadi tanpa luka jaringan dan mungkin dengan mediasi bradikinin. CS dapat menyebabkan pelepasan bradikinin secara *in vivo* dan *in vitro*, eliminasi bradikinin secara *in vivo* mengakhiri sistem respon. Efek racun gas

air mata muncul setelah 15 menit dan air cabai muncul sampai 2 jam dari paparan²².

Konvensi Senjata Kimia

Masing-masing negara pihak untuk menjalankan KSK ini membentuk suatu Badan yang mengatur, mengawasi, mengendalikan senjata kimia dan prekursornya. Badan ini merupakan suatu Organisasi Pelarangan Senjata Kimia (*Organization for Prohibition of Chemical Weapons/OPCW*) yang berpusat di Den Haag^{26,27,28}.

Banyak industri seperti industri kimia, pertanian, medis, farmasi atau badan penelitian yang kegiatannya melibatkan Bahan Kimia Daftar 2 dan/atau Bahan Kimia Daftar 3. Industri-industri ini, tergantung dari jumlah bahan kimia seperti tersebut di atas yang digunakan, wajib melaporkan setiap tahun pada otoritas nasional (Departemen Luar Negeri). Otoritas nasional akan meneruskan laporan tersebut ke OPCW. Jika dianggap perlu maka OPCW akan melakukan inspeksi ke industri tersebut¹. Sampai awal tahun 2008, Indonesia sudah menerima 7 kali inspeksi dari Tim Inspeksi Internasional dengan kesimpulan tidak ditemukan aktivitas dan fasilitas produksi senjata kimia pada industri yang diinspeksi tersebut⁽²⁸⁾.

Kesimpulan

Akibat pelepasan senjata kimia dapat menimbulkan banyak korban dalam waktu yang sangat singkat, dan mengakibatkan kerusakan lingkungan yang parah. Namun kejadian pelepasan senjata kimia telah diminimalkan dengan adanya Konvensi Senjata Kimia. Di Indonesia kemungkinan pelepasan senjata kimia dapat ditekan dengan melakukan monitoring oleh instansi yang terkait pada industri pengguna, importir, pemasok, dll. Meskipun demikian pemerintah dan masyarakat tetap harus waspada akan kemungkinan kejadian pelepasan senjata kimia oleh pihak yang tidak

bertanggung jawab. Untuk penanganan akibat senjata kimia petugas kesehatan dan aparat terkait perlu dibekali dengan pengetahuan tentang senjata kimia, cara identifikasi, dampak yang ditimbulkan, mengenali gejala dan tanda keracunan serta cara penyelamatannya.

Daftar Rujukan

1. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, "Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of, Chemical Weapons and on Their Destruction", 2005, 51-54.
2. Senjata kimia, Wikipedia, diperoleh dari "http://id.wikipedia.org/wiki/Senjata_kimia", 15 September 2008
3. WHO, Preparedness for Chemical Emergencies, Health Aspects of Chemical Weapons, didapat dari <http://www.searo.who.int/EN/Section23/Section1001/Section1051>, 15 September 2008
4. Direktur Jenderal Peraturan Perundang-undangan, Undang-undang RI No, 9 tahun 2008 tentang Penggunaan Bahan Kimia dan Larangan Penggunaan Bahan Kimia Sebagai Senjata Kimia.
5. Musni Ahyani, "Teknologi Senjata Kimia dan Penanggulangannya", diperoleh dari buletin litbang@dephan.go.id, 15 September 2008
6. Detection for Chemical Weapons, diperoleh dari Chemical Warfare, http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_warfare, 19 September 2008
7. Michael Kourteff, "CWC and the International Non-Proliferation Framework", disampaikan pada Indonesia-Australia-Japan, Industry Workshop on Implementing the Chemical Weapons Convention, 26-27 February 2007.
8. Chemical Warfare, didapat dari http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_warfare, 19 September 2008
9. Canadian Emergency Preparedness College, Incident indicators and Dissemination Devices, dalam CBRNE Incident Response, Oktober 2004, hal. 4: 2-34
10. Nerve Agent, didapat dari, http://en.wikipedia.org/wiki/Nerve_agent, 16 September 2008
11. Nerve Agent GA GB GD GF VX didapat dari <http://www.fas.org/nuke/guide/usa/doctrine/army/mmcch/NervAgnt.htm>, 16 September 2008
12. Blood Agent, diperoleh dari, <http://www.cbwinfo.com/Chemical/Blood/AC.shtml>, 16 September 2008
13. Common Chemicals threats, didapat dari. http://www.medscape.com/viewarticle/431312_4, 16 September 2008

14. Godber A.. "Terrorist Used of Chemical Weapons", <http://www.uberhip.com /people /godber/research/cwpaper.html>, 16 September 2008
15. Choking Agent Poisoning, didapat dari http://www.healthtouch.com/bin/EContent_HT/cno teShowLfts.asp?fname=07117&title=CHOKI NG+AGENT+POISONING+&cid=HTHLTH, 16 September 2008
16. Choking Agent, didapat dari, <http://www. drugs.com/cg/chocking-agent-poisoning.html>, 16 September 2008
17. Blister Agent, didapat dari http://en. wikipedia. org/wiki/Blister_agent, 16 September 2008
18. US Departement of Labor, Blister Agent, didapat dari <http://www.bt.cdc.gov/agent/ vesic ants/ tsd.asp>, 16 September 2008
19. Virginia Departement of Health, Blister Agent, didapat dari, <http://www.bt.cdc.gov/agent /vesicants/tsd.asp>, 16 September 2008
20. Incapacitating Agent, didapat dari, http:// en.wikipedia.org/wiki/List_of_chemical_warfa re_agents, 16 September 2008
21. CBRN- Incapacitating Agent, Agent 15, didapat dari <http://www.emedicine.com/ emerg/topic913.htm>, 16 September 2008
22. Riot Control Agent, didapat dari, http:// en.wikipedia.org/wiki/Tear_gas#video_Game_ Usage, 16 September 2008.
23. Facts About Riot Control Agents Interim document, didapat dari http://209.85.175.104/ search?q=cache:eZNydUy0VTIJ:www.bt.cdc. gov/agent/riotcontrol/pdf/riotcontrol_factsheet. pdf+riot+control+agent&hl=id&ct=clnk&cd=4 &gl=id, 16 September 2008
24. Bhopal Disaster, didapat dari http://en. Wiki- pedia.org/wiki/Bhopal_Disaster, 17 Septem- ber 2008
25. Chemcare Asia Indonesia, Ketika Terjadi Ledakan di Industri Kimia, didapat dari <http:// www.kompas.com/kompas-cetak /0401/24/ humaniora/819383.htm>, 19 September 2008
26. Chemical Weapons Convention, didapat dari, http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_Weapo ns_Convention, 17 September 2008
27. Chemical Weapons and Chemical Weapons Convention, diperoleh dari, <http://cns.mii. edu/research/cbw/possess.htm>, 17 September 2008
28. Penggunaan dan Larangan Bahan Kimia Sebagai Senjata Kimia, didapat dari, <http:// www.bakohumas.depkominfo.go.id/index.php ?nid=249> 18 September 2008
29. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, Scheduled Chemicals, Oktober 2005.
30. US Departement of State, "Chemical Weapons Convention" didapat dari, <http://www.state. gov/t/isn/cwc/>, 18 September 2008
31. Guidelines for Responding to a Chemical Weapons Incident , diperoleh dari <http://trans itsafety.volpe.dot.gov/training/Archived/EPSSe minarReg/CD/ocuments/weapons /cwirp.pdf>, 15 September 2008
32. Canadian Emergency Preparedness College, Decontamination, dalam CBRNE Incident Response, Oktober 2004, hal. 10: 2-17
33. Lampalzer A., Chemical Weapons Agents (CWA) emergency Response, disampaikan pada *National Course on Development of Response System Against Chemical Weapons Agents*, Jakarta, Jakarta 11-13 Januari 2004