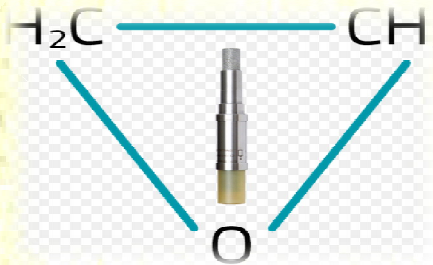


Seri Perlakuan Karantina Tumbuhan

Standar Teknis Perlakuan Fumigasi Ethylene Oxide



Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati
Badan Karantina Pertanian
Kementerian Pertanian
Tahun 2014

STANDAR TEKNIS PERLAKUAN FUMIGASI *ETHYLENE OXIDE*

Edisi 1.2014



**PUSAT KARANTINA TUMBUHAN DAN KEAMANAN HAYATI NABATI
BADAN KARANTINA PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA
2014**

KATA PENGANTAR

Perlakuan karantina (*quarantine treatment*) merupakan salah satu opsi dalam pengelolaan risiko (*management risk*) dalam proses analisis risiko Organisme Pengganggu Tumbuhan (*pest risk analysis*). Sejauh ini, perlakuan karantina yang sering digunakan dalam penerapan dan pemenuhan persyaratan fitosanitari adalah dengan perlakuan fumigasi Metil Bromida.

Kebijakan internasional dan nasional bahwa setiap negara harus mengembangkan dan mendorong penggunaan alternatif perlakuan untuk mengurangi konsumsi Metil Bromida dalam perlakuan karantina dan pra-pengapalan. Sejalan dengan itu, kebijakan Badan Karantina Pertanian di bidang perlakuan karantina diarahkan dengan mendorong penggunaan perlakuan yang efektif, mudah, murah, dan ramah lingkungan dengan melibatkan semua *stake-holder* dalam pengembangan teknik dan metode perlakuan yang dapat diterima oleh dunia internasional.

Untuk keperluan tersebut, maka Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, Badan Karantina Pertanian melakukan pengkajian potensi perlakuan fumigasi dengan *Ethylene Oxide* (ETO). Selama ini, perlakuan fumigasi dengan menggunakan ETO telah digunakan untuk pemenuhan persyaratan negara Australia terhadap komoditas berupa produk furniture dan hasil tanaman mati. Untuk itu, Badan Karantina Pertanian merekomendasikan perlakuan fumigasi dengan ETO sebagai salah satu perlakuan karantina tumbuhan dan pemenuhan persyaratan fitosanitari negara tujuan ekspor (pra-pengapalan).

Kami mengucapkan terimakasih kepada PT. ETO International dan Tim Badan Karantina Pertanian yang telah menyiapkan segala sesuatunya sehingga Standar Teknis Perlakuan Fumigasi *Ethylene Oxide* ini dapat diselesaikan. Harapan kami, standar teknis ini dapat bermanfaat dalam mendukung program pengembangan perlakuan karantina.

Jakarta, Mei 2014
Kepala Badan Karantina Pertanian

BANUN HARPINI

DAFTAR ISI

	Halaman
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Lampiran	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Dasar Hukum	2
1.5. Pengertian Umum	3
BAB II. INFORMASI UMUM <i>ETHYLENE OXIDE</i>	5
2.1. Sifat Fisik dan Kimia ETO	5
2.2. ETO Sebagai Fumigan	6
2.3. Cara Kerja ETO (<i>Mode of Action</i>)	8
2.4. Efikasi ETO Terhadap OPT Sasaran	8
2.5. Pengaruh ETO Terhadap Komoditas	9
2.6. Jenis Komoditas yang Direkomendasikan untuk Difumigasi ETO	10
BAB III. KESELAMATAN KERJA	12
3.1. Pengaruh ETO Terhadap Manusia	12
3.2. Keselamatan Kerja Fumigator	12
3.3. Keselamatan Kerja Area Fumigasi	13
3.4. Penyimpanan dan Pengangkutan	14
BAB IV. PERSYARATAN PERLAKUAN <i>ETHYLENE OXIDE</i>	16
4.1. Gedung/Bangunan dan Peralatan	16
4.2. Fumigator yang Terlatih	18
4.3. Standar Prosedur Operasional	19
BAB V. PELAKSANAAN FUMIGASI <i>ETHYLENE OXIDE</i>	20
5.1. Pra-Fumigasi	20
5.2. Pelaksanaan Pelepasan Gas (<i>Gassing</i>)	22
5.3. Aerasi	23
5.4. Pengeluaran Komoditas dari Ruang Vakum	25
5.5. Pencegahan Re-Infestasi dan Kontaminasi OPT	25
5.6. Dokumentasi	26
BAB VI. PERAWATAN FASILITAS	29
6.1. Pemeliharaan Peralatan	29
6.2. Pemeliharaan Sanitasi	29
6.3. Kalibrasi Peralatan	29
BAB VII. SERTIFIKASI KARANTINA TUMBUHAN	30
7.1. Pengawasan Perlakuan	30
7.2. Penerbitan Sertifikat	30
BAB VIII. PENUTUP	31
Daftar Pustaka	32
Lampiran	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Rumus bangun ETO	6
2. Peralatan keselamatan kerja fumigator	13
3. Tanda-tanda peringatan bahaya	13
4. <i>Gas Leak Detector</i> /TLV	14
5. Penyimpanan tabung ETO	15
6. Contoh fasilitas dalam ruang perlakuan ETO	17
7. Pemeriksaan dan <i>stuffing</i> komoditas	20
8. Penutupan <i>chamber</i>	20
9. Proses vakum	21
10. Alat ukur tekanan	21
11. Pelepasan gas ETO	22
12. Deteksi kebocoran gas	23
13. Pembukaan katup udara segar	24
14. Tekanan 0 setelah pembukaan saluran udara	24
15. Pembukaan katup saluran pompa vakum	24
16. Pengukuran TLV	25
17. Penyimpanan komoditas pasca perlakuan	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS)	35
2. Daftar Peralatan Fumigasi ETO.....	40
3. Contoh Catatan Pelaksanaan Fumigasi	41
4. Contoh Sertifikat Fumigasi	42
5. Contoh Tanda-Tanda Peringatan Bahaya (<i>Warning Signs</i>)	43

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perlakuan karantina merupakan tindakan untuk membebaskan media pembawa dari Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK). Selain itu, perlakuan karantina juga digunakan untuk memenuhi persyaratan karantina tumbuhan (fitosanitari) negara tujuan ekspor.

Selama ini, perlakuan fumigasi banyak digunakan sebagai perlakuan karantina tumbuhan termasuk pra-pengapalan mengingat perlakuan fumigasi sangat sesuai (applicable) untuk komoditas dalam volume besar, teknologi yang digunakan sederhana, dan waktu yang diperlukan relatif lebih cepat. Fumigan yang banyak digunakan dalam fumigasi untuk keperluan perlakuan karantina tumbuhan tersebut adalah metil bromida.

Kebijakan Badan Karantina Pertanian dalam perlakuan karantina tumbuhan diarahkan untuk pengembangan alternatif perlakuan guna mengganti atau mengurangi pemakaian metil bromida, mengingat fumigan tersebut merupakan salah satu bahan perusak ozon. Pengembangan alternatif perlakuan tersebut ditujukan untuk mencari metode perlakuan yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan, serta dapat diterima oleh dunia internasional dan dilakukan dengan melibatkan semua pemangku kepentingan (*stake-holder*).

Salah satu alternatif perlakuan yang potensial sebagai pengganti metil bromida adalah *Ethylene Oxide* (ETO). Selama ini, ETO telah banyak digunakan sebagai sterilan dan fumigan. Sebagai sterilan, ETO digunakan untuk sterilisasi dingin (*cold sterilization*) peralatan dan instrumen medis dari cemaran mikroorganisme, serta untuk mencegah pembusukan dalam bahan makanan dan rempah-rempah. Sebagai fumigan, ETO telah terbukti efektif mematikan berbagai jenis organisme pengganggu tumbuhan (OPT), seperti serangga, cendawan, bakteri, nematoda, virus, maupun mikroorganisme lainnya. Penggunaan ETO sebagai sterilan atau fumigan pada umumnya digunakan dalam ruang vakum yang bertujuan untuk meningkatkan efikasi ETO terhadap mikroorganisme yang menjadi target.

ETO bersifat sangat beracun, mudah terbakar (*flammable*), serta dapat menimbulkan dampak karsinogen apabila terpapar terus menerus oleh ETO. Oleh karena itu, Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati menyusun standar teknis perlakuan fumigasi ETO sebagai perlakuan karantina tumbuhan agar pelaksanaannya dapat berlangsung aman, efektif, dan efisien.

1.2. Tujuan

Standar teknis ini disusun sebagai acuan bagi Petugas Karantina Tumbuhan dan Pihak Ketiga pelaksana perlakuan fumigasi yang diberikan kewenangan oleh Badan Karantina Pertanian dalam melaksanakan perlakuan fumigasi ETO untuk keperluan karantina tumbuhan.

1.3. Ruang Lingkup

Standar teknis ini mencakup fumigasi ETO sebagai perlakuan karantina tumbuhan yang dilaksanakan dalam ruang vakum (*vacuum chamber*) yang berisi informasi umum tentang ETO, persyaratan fasilitas perlakuan, pelaksanaan kegiatan perlakuan, perawatan fasilitas, dan sertifikasi karantina tumbuhan.

1.4. Dasar Hukum

Karantina Tumbuhan adalah upaya pencegahan masuk dan tersebarnya Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) dari luar negeri dan dari suatu area ke area lain di dalam negeri atau keluarnya dari dalam wilayah negara Republik Indonesia berdasarkan peraturan perundang-undangan. Undang - Undang Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan dan Peraturan Pemerintah Nomor 14 tahun 2002 tentang Karantina Tumbuhan menyebutkan bahwa tindakan karantina dilakukan oleh Petugas Karantina Tumbuhan berupa pemeriksaan, pengasingan, pengamatan, perlakuan, penahanan, penolakan, pemusnahan, dan pembebasan.

Tindakan perlakuan untuk komoditas ekspor ditujukan sebagai upaya pemenuhan persyaratan karantina tumbuhan (fitosanitari) negara tujuan ekspor. Perlakuan ini bersifat wajib apabila dipersyaratkan oleh negara tujuan (*optionally mandatory*) agar komoditas ekspor dapat diterima di negara pengimpor.

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 09/Permentan/OT.140/2/2009 tentang Persyaratan dan Tatacara Tindakan Karantina Tumbuhan terhadap Pemasukan

Media Pembawa OPTK ke Dalam Wilayah Negara Republik Indonesia menyebutkan bahwa pelaksanaan perlakuan karantina tumbuhan harus sesuai dengan teknik dan metode yang ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian.

Sesuai dengan ketentuan Pasal 72 Peraturan Pemerintah Nomor 14 tahun 2002, tindakan karantina tumbuhan, termasuk perlakuan, dapat dilaksanakan oleh Pihak Ketiga di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan. Persyaratan dan tatacara pelaksanaan tindakan karantina tumbuhan oleh Pihak Ketiga diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 271/Kpts/HK.310/4/2006. Sesuai dengan Permentan tersebut, Badan Karantina Pertanian dapat menunjuk Pihak Ketiga sebagai pelaksana tindakan perlakuan setelah terlebih dahulu dilakukan penilaian atas persyaratan yang ditetapkan.

Berdasarkan ketentuan - ketentuan tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa (i) tindakan perlakuan karantina tumbuhan, termasuk fumigasi harus dilakukan sesuai dengan teknik yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian; (ii) pelaksanaan tindakan perlakuan dapat dilakukan oleh Pihak Ketiga; (iii) Pihak Ketiga tersebut memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian; dan (iv) pelaksanaannya dilakukan di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan.

1.5. Pengertian Umum

Dalam Standar teknis ini, yang dimaksud dengan:

- Karantina Tumbuhan adalah tindakan sebagai upaya pencegahan masuk dan tersebarnya Organisme Pengganggu Tumbuhan dari luar negeri dan dari suatu area ke area lain di dalam negeri atau keluarnya dari dalam wilayah negara Republik Indonesia.
- Organisme Pengganggu Tumbuhan yang selanjutnya disebut OPT adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan dan/atau menyebabkan kematian tumbuhan.
- Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina yang selanjutnya disebut OPTK adalah semua OPT yang ditetapkan oleh Menteri untuk dicegah masuknya ke dalam dan tersebarnya di dalam wilayah negara Republik Indonesia.

- Perlakuan karantina tumbuhan selanjutnya disebut perlakuan adalah tindakan yang dilakukan secara fisik, kimiawi atau mekanis dengan maksud untuk membebaskan media pembawa OPT/OPTK, peralatan, pembungkus, alat angkut, dan media pembawa lain dari OPT/OPTK.
- Perlakuan pra-pengapalan adalah perlakuan karantina tumbuhan untuk memenuhi persyaratan negara tujuan ekspor.
- Fumigasi adalah tindakan perlakuan dengan menggunakan fumigan di dalam ruang yang kedap udara pada suhu dan tekanan tertentu.
- Fumigan adalah pestisida yang dalam suhu dan tekanan tertentu berbentuk gas dan dalam konsentrasi dan waktu tertentu dapat membunuh OPT.
- *Ethylene oxide* (ETO) adalah senyawa kimia dengan rumus $(CH_2)_2O$ sebagai bahan aktif suatu fumigan.
- Fumigator adalah Personel yang melaksanakan fumigasi yang telah diregistrasi oleh Badan Karantina Pertanian.
- Registrasi perusahaan fumigasi adalah proses pemberian nomor pengenal yang bersifat spesifik kepada perusahaan fumigasi sebagai bukti bahwa perusahaan tersebut telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan fumigasi sesuai dengan standar Badan Karantina Pertanian.
- Petugas Karantina Tumbuhan adalah pejabat fungsional pengendali OPT yang bekerja pada instansi karantina tumbuhan.
- Pihak Ketiga adalah perusahaan fumigasi yang telah diregistrasi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perlakuan fumigasi dalam rangka perlakuan karantina tumbuhan.

BAB II. INFORMASI UMUM ETHYLENE OXIDE

2.1 Sifat Fisik dan Kimia ETO

Ethylene oxide disebut juga ETO atau EtO atau EO atau 1,2-epoxyethane atau *oxirane* (NOHSC, 1992). ETO berupa gas tidak berwarna pada suhu ruang dan berupa cairan tidak berwarna pada suhu di bawah 10,5 °C. ETO bersifat mudah terbakar dan meledak, baik dalam bentuk gas maupun cairan, serta sangat reaktif terhadap asam, basa, oksida logam dan klorida logam.

ETO bersifat larut dalam air dan reaksinya dengan air menghasilkan *etilena glikol*. ETO juga bersifat larut dalam pelarut organik (lemak, minyak) serta mudah berikatan dengan semua senyawa yang memiliki atom hidrogen (Cotton & Roark, 1928). Pada suhu 22 – 23 °C, ETO dapat larut dalam berbagai bahan seperti air, alkohol, hidrokarbon, minyak, *chlorocompounds*, ester dan lilin. Sementara itu, kemampuan larut berbagai gas (nitrogen, argon, metana, dan etana) dalam ETO cair akan meningkat sejalan dengan peningkatan suhu.

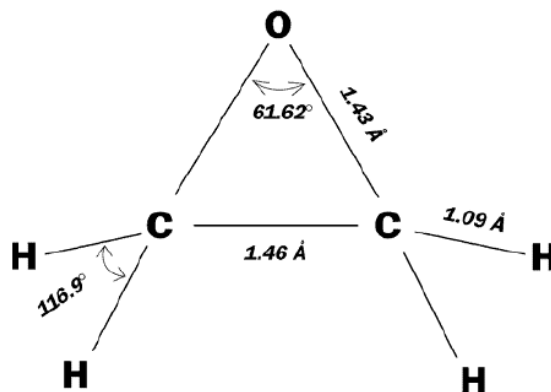
Gas ETO lebih berat dari udara, memiliki aroma berbau manis seperti mustard. Namun demikian, deteksi ETO berdasarkan indera penciuman tidak direkomendasikan (NOHSC, 1992).

Tabel 1 Sifat fisik dan kimia ETO

Rumus kimia	(CH ₂) ₂ O
Titik didih	10.7 °C
Titik beku	-111.3 °C
Berat molekul	44.05
Berat Jenis	a. gas (udara = 1) 1.521 b. cair (air pada 4°C = 1) 0.887 at 7 °C
Panas laten penguapan	139 cal/g
Batas mudah terbakar di udara	3 sampai 8 % by volume
Kemampuan larut dalam air	Tidak terbatas pada suhu 0 °C
Bau	Berbau manis seperti mustard, dan sulit untuk dideteksi dalam konsentrasi rendah
Sifat kimia	Mudah terbakar dan meledak, sangat reaktif terhadap asam, basa, oksida logam dan klorida logam
Metode evolusi sebagai fumigan	Dengan melepaskannya pada tekanan alami dari tabung gas. Karena sifatnya sangat mudah terbakar, biasanya dicampur dengan karbondioksida dalam perbandingan 1:9
Kemurnian skala komersial	99.5%

Sumber: <http://www.fao.org/docrep/x5042e/x5042e0d.htm>

ETO terbentuk dari *ethylene chlorohydrin* ($\text{CH}_2\text{-OHCH}_2\text{Cl}$) dan larutan *potassium hydroxide*. Ikatan atom C – C yang membentuk ETO pendek sehingga mudah terbuka, sangat reaktif, dan mudah terbakar (*flammable*). Rumus empiris ETO adalah $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ dengan rumus bangun sebagaimana pada Gambar 1 (Cotton & Roark, 1928).



Gambar 1. Rumus bangun ETO (Cotton & Roark 1928)

2.2 ETO Sebagai Fumigan

ETO memiliki sifat mudah terbakar, sehingga dalam aplikasinya secara komersial perlu dicampur dengan bahan yang tidak mudah terbakar. Pada umumnya, ETO dicampur dengan karbondioksida atau gas-gas refrigerant hidrokarbon terhalogenasi yang tidak mudah terbakar (*chlorofluorocarbon*), misalnya Freon. Untuk keperluan sterilisasi di rumah sakit, ETO dicampur dengan Freon dengan perbandingan 12 : 88. Untuk keperluan fumigasi, ETO dicampur dengan karbondioksida (CO_2) dengan perbandingan 1 : 9 atau 9 : 1 dalam ukuran berat atau liter.

Sebagai fumigan, biasanya ETO diperdagangkan dalam bentuk gas cair (*liquid gas*) yang dikemas dalam tabung silinder baja dengan ukuran yang bervariasi tergantung merk dagang dengan perbandingan 9 : 1 (ETO : CO_2). Pada pelaksanaan fumigasi dalam ruang vakum, ETO dalam tabung akan dilepaskan melalui evaporizer menuju *chamber* yang sudah dalam keadaan vakum. Hal ini dilakukan untuk mempercepat perubahan bentuk ETO dari cair menjadi gas.

Penggunaan ETO dalam pelaksanaan fumigasi harus sesuai dengan sifat fisik dan kimianya. Kelebihan ETO dibandingkan dengan fumigan lainnya yaitu dapat

menembus plastik dan senyawa yang dapat menghambat penetrasi gas (cat atau *veneer*). Oleh karena itu, fumigasi dengan ETO tidak diperkenankan dilakukan di bawah plastik fumigasi (*under tarpauline sheet*) sehingga harus dilakukan dalam ruang vakum. Perbandingan ETO dengan fumigan lainnya dapat dilihat dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Perbandingan ETO dengan fumigan lainnya

Karakteristik	Fumigan				
	<i>Ethylene Oxide</i> (ETO)	Metil Bromida	Fosfin padat	Fosfin cair	<i>Ethyl Formate</i> (EtF)
1	2	3	4	5	6
Komoditas yang dapat difumigasi	<ul style="list-style-type: none"> Dapat digunakan untuk devitalisasi biji gulma Dapat menembus plastik, cat, <i>veneer</i> Dapat digunakan untuk fumigasi produk non pangan 	<ul style="list-style-type: none"> Spektrum luas, dapat digunakan untuk hampir seluruh komoditas Tidak direkomendasikan untuk fumigasi beberapa produk seperti benih, produk makanan, produk olahan, biji-bijian yang mengandung lemak dan protein tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat digunakan untuk fumigasi seperti benih, produk makanan, produk olahan, biji-bijian yang mengandung lemak dan protein tinggi Tidak mematenkan titik tumbuh 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat digunakan untuk fumigasi produk makanan, olahan, biji-bijian, dan sereal yang sensitif terhadap Metil Bromida atau komoditas yang kadar airnya tinggi yang berisiko tinggi apabila difumigasi dengan fosfin formulasi padat 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat digunakan untuk fumigasi komoditas <i>perishable</i> (produk hortikultura segar), produk olahan, bahan makanan olahan/kering dan bahan makanan non olahan (kacang-kacangan dan sereal)
Flammability	<ul style="list-style-type: none"> <i>Flammable</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Non <i>flammable</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Flammable</i> (pada temperatur di atas 100 °C (212 °F) mudah terbakar dengan sendirinya) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Flammable</i> sehingga perlu dicampur dengan CO₂ (pada temperatur di atas 51,7 °C tabung silinder bagian outlet dapat meledak akibat tekanan tinggi) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Flammable</i> sehingga perlu dicampur dengan CO₂

1	2	3	4	5	6
Sifat karsinogenik	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat karsinogenik 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada informasi 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada informasi 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak mengakibatkan terjadinya mutasi gen (mutagenik), embrio toksisitas (keracunan pada organ reproduksi), dan karsinogenik (pembentukan kelainan jaringan/kanker) 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada informasi
Lama waktu fumigasi	Cepat (5-24 jam)	Cepat (2-24 jam)	Lambat (≥ 72 jam)	Lambat (24 jam – 12 hari)	Cepat (1-4 jam)
TLV	1 ppm	5 ppm	0,3 ppm	0,3 ppm	100 ppm

2.3 Cara Kerja ETO (*Mode of Action*)

ETO merupakan *alkylating agents* dengan spektrum yang luas yang mempengaruhi proses metabolisme organisme. Namun, aktivitasnya tergantung pada konsentrasi, suhu, waktu papar, dan kelembaban. Sebagai agen pengalkilasi (*alkylating agents*), ETO menyerang protein, asam nukleat, dan komponen organik lainnya (McDonnell G. dan Russell AD., 1999). ETO bekerja dengan mengalkilasi kelompok *sulfydryl-, amino-, carboxyl- dan hydroxyl- groups* (Medical Microbiology 2007). Selain itu, ETO membunuh mikroorganisme dengan mendenaturasi protein dengan memindahkan hidrogen labil seperti pada gugus *sulfydryl* dengan *hydroxyl ethyl radical*.

2.4 Efikasi ETO Terhadap OPT sasaran

Pada umumnya, ETO digunakan sebagai insektisida untuk pengendalian hama di perpustakaan, herbarium, dan museum, serta untuk keperluan sterilisasi alat-alat medis yang sensitif terhadap panas karena ETO mampu menembus materi pembungkus yang sesuai (NOHSC, 1992). ETO juga dapat digunakan untuk mematikan serangga, cendawan, bakteri, dan virus (Ryan R. dan Nicolson J. 2014).

Penggunaan ETO untuk keperluan karantina, telah diterapkan oleh Australia untuk perlakuan terhadap berbagai jenis OPT dengan dosis 1200 g/m³ selama 5 jam pada suhu 50 °C atau 1500 g/m³ selama 24 jam pada suhu 21 °C, di dalam ruang

vakum yang bertekanan 50 kPa (DAFF, 2013). Australia menerapkan fumigasi ETO untuk keperluan karantina untuk mematikan OPT sasaran jenis serangga dan invertebrata lainnya, cendawan, bakteri, dan virus, serta untuk keperluan devitalisasi terhadap berbagai jenis benih (*true seed*) yang berpotensi terbawa pada komoditas.

2.5 Pengaruh ETO Terhadap Komoditas

2.5.1 Benih/tanaman hidup

ETO bereaksi kuat dengan bahan tanaman hidup dan dapat menyebabkan kematian atau kerusakan. Oleh karena itu, ETO tidak dianjurkan untuk digunakan pada benih, bahan pembibitan atau tanaman apapun untuk ditumbuhkan.

2.5.2 Produk tanaman

ETO dilaporkan dapat digunakan untuk perlakuan terhadap beberapa produk tanaman, antara lain:

a. Biji-bijian dan makanan giling

Pada tekanan atmosfer, ETO tidak dapat menembus kantong maupun komoditas yang dikemas. Oleh karena itu, fumigasi ETO untuk komoditas tersebut harus dengan cara fumigasi vakum. Sementara, perlakuan terhadap biji-bijian bentuk curah adalah dengan sistem re-sirkulasi dalam silo.

b. Buah kering

ETO digunakan dalam industri buah kering untuk menghentikan pembusukan oleh mikroba pada buah plum dan juga sebagai insektisida.

2.5.3 Bahan makanan

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa ETO akan menyebabkan modifikasi warna, rasa, bau dan tekstur bahan pangan, tetapi banyak juga bahan makanan dapat difumigasi tanpa perubahan berarti dalam sifat ini. Hampir semua rempah-rempah dapat difumigasi dengan ETO dengan sedikit atau tanpa perubahan, kecuali kunyit.

Residu kimia pada bahan makanan yang diberi perlakuan ETO dapat terjadi karena hal-hal sebagai berikut: (i) ETO tidak berubah dan dapat bertahan selama beberapa waktu setelah perlakuan; (ii) akibat adanya interaksi ETO dengan konstituen senyawa anorganik pada komoditas yang menghasilkan senyawa dengan berat molekul rendah (*etilena klorohidrin*, *etilena bromohidrin* dan *etilena glikol*); (iii) akibat adanya interaksi ETO dengan komoditas yang menghasilkan derivatif teralkilasi dan *hydroxyethylated* dari konstituen makanan seperti gula, asam amino, vitamin dan protein. Apabila komoditas yang telah diberi perlakuan disimpan pada suhu 25 °C, baik dalam kondisi penyimpanan tertutup maupun terbuka, maka efek residu akan berkurang di bawah 1 mg/kg dalam waktu 14 hari (Scudamore dan Heuser, 1971). Pada suhu yang lebih rendah, ETO hilang lebih lambat.

2.5.4 Bahan pakan dan produk hewan

ETO dilaporkan dapat digunakan untuk inaktivasi spora *Bacillus anthracis* penyebab penyakit anthrax (EPA 2012). IARC (1992) dalam National Toxicology Program, Department of Health and Human Services (US), melaporkan bahwa ETO juga dapat digunakan untuk sterilisasi produk dan pakan hewan.

Import Condition (ICON) Australia menyatakan bahwa ETO dapat digunakan untuk perlakuan terhadap komoditas bulu (*feathers*) sebagai media pembawa virus penyebab penyakit Avian Influenza dengan dosis 1200 g/m³ selama 5 jam pada suhu tidak kurang dari 50 °C atau 1500 g/m³ selama 24 jam pada suhu tidak kurang dari 21 °C pada tekanan tidak kurang dari 50 kPa.

2.6 Jenis Komoditas yang Direkomendasikan untuk Difumigasi ETO

Hingga saat ini, Australia menerapkan fumigasi ETO sebagai persyaratan karantina terhadap beberapa jenis komoditas yang berasal dari Indonesia dan Malaysia, yaitu: jerami dan produk rumput jerami, furniture dan produk lainnya yang mengandung fiber/serat pisang, serat eceng gondok (*water hyacinth*), serat sisal, bulu, bambu (kering dan sudah diolah), rotan, *willow*, tebu, produk anyaman,

bunga rampai, kapuk, rami/goni/jute, dan daun jagung. Selain itu, perlakuan fumigasi ETO juga diterapkan terhadap komoditas kayu dan produk kayu termasuk artefak, tanaman buatan yang dibuat pada batang kayu, produk panel, kayu bulat, kayu cetakan dan kayu artikel, tetapi tidak termasuk log kayu, *eucalyptus*, produk serbuk gergaji, kemasan kayu, atau *dunnage*. Hanya kayu dengan profil ketebalan maksimum 200 mm dan kayu harus bebas dari kulit kayu.

BAB III. KESELAMATAN KERJA

3.1 Pengaruh ETO Terhadap Manusia

ETO merupakan gas beracun dan berbahaya bagi manusia dengan sifat fisik yang tidak berbau dan tidak berwarna sehingga sulit untuk deteksi. ETO tidak langsung mematikan dalam konsentrasi yang relatif rendah seperti halnya pada beberapa fumigan. Gas ETO yang terpapar langsung melalui pernapasan manusia dan dalam jumlah besar dapat menimbulkan efek jangka pendek, yaitu otot lemas, pencernaan tidak nyaman, mual, muntah, diare, sesak napas, sakit kepala dan disfungsi neurologis. Namun, paparan langsung gas ETO dalam jumlah kecil tetapi masih diatas ambang batas aman dapat mengakibatkan iritasi saluran pernapasan bagian atas dan kerusakan pada paru-paru. Paparan ETO juga dapat memiliki efek kronis, antara lain dapat menyebabkan penyakit kanker darah (leukemia), efek pada reproduksi, perubahan *mutagenic*, neurotoksisitas, sindrom saluran napas akut, dan menurunnya sensitifitas.

ETO dalam bentuk cair, apabila terkena kulit dapat menyebabkan kulit terbakar, radang pada kulit, bibir dan mulut menjadi kering, gatal, alergi, infeksi kulit dan menyebabkan kulit menjadi sensitif. Apabila sepatu dan/atau pakaian yang terkontaminasi tidak segera dilepas, maka secara perlahan kulit akan terbakar (melepuh). Kontak ETO cair dengan mata dapat menyebabkan mata seperti terbakar hebat, diikuti pandangan mata kabur dan katarak.

3.2 Keselamatan Kerja Fumigator

Untuk menghindari dampak buruk dari paparan gas ETO, maka dalam pelaksanaan fumigasi harus memperhatikan aspek keselamatan kerja bagi fumigator dan lingkungan sekitar. Fumigator harus menggunakan peralatan keselamatan kerja (*Personal Protective Equipment*, PPE) yang terdiri dari:

alat pelindung pernapasan, berupa : *self-contained breathing apparatus* (SCBA);

a. alat pelindung mata, berupa: *fullface masker* ;

b. alat pelindung kulit, berupa: sarung tangan, pakaian kerja (*wear-pack*) lengan panjang, dan sepatu.



Gambar 2. Peralatan keselamatan kerja fumigator

Selama berlangsungnya kegiatan fumigasi, fumigator tidak diperkenankan untuk:

- merokok atau menyalakan api pada saat menangani, menggunakan, atau menyimpan ETO, serta pada saat kemungkinan adanya paparan gas ETO di area tersebut.
- menggunakan alat-alat yang dapat memicu kebakaran atau ledakan ETO pada saat membuka atau menutup tabung silinder ETO.

3.3 Keselamatan Kerja Area Fumigasi

Di dalam fasilitas perlakuan ETO harus memperhatikan aspek keselamatan lingkungan sekitar, antara lain dengan melakukan hal-hal sebagai berikut:

3.3.1 Area yang memungkinkan terjadi paparan ETO harus ditetapkan dan diberi tanda-tanda khusus untuk diketahui oleh semua orang (area berbahaya).



Gambar 3. Tanda-tanda peringatan bahaya

3.3.2 Deteksi keberadaan ETO harus dilakukan di area tempat kerja sebelum, pada saat, dan setelah pelaksanaan kegiatan. Pemantauan keberadaan ETO dilakukan dengan alat pendeteksi kebocoran gas (*gas leak detector*). Gas ETO yang terdeteksi di area tempat kerja harus kurang dari 1 ppm.



Gambar 4. Gas Leak detector/TLV

Apabila hasil deteksi menunjukkan konsentrasi ETO lebih dari 1 ppm, harus dilakukan evakuasi terhadap orang yang berada di area tersebut ke tempat yang aman, kemudian dicari penyebab terjadinya kelebihan TLV ETO untuk segera diperbaiki. Kegiatan deteksi di atas sangat penting karena bau gas ETO sangat sulit dideteksi, namun akan sangat menyengat apabila konsentrasi gas melebihi 265 ppm.

3.3.3 Pemilik fasilitas perlakuan ETO harus membuat prosedur keselamatan kerja untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

Pemerintah Amerika menetapkan batas ambang terpapar ETO sehari-hari dan secara terus menerus adalah 5 ppm (ACGIH 1981 dalam FAO 1984), sementara batas ambang yang ditentukan Pemerintah Australia adalah tidak lebih dari 1 ppm (NOHSC:3008 (1992)).

3.4 Penyimpanan dan Pengangkutan

ETO harus disimpan dalam tabung yang tertutup rapat, di tempat yang sejuk, tidak terkena sinar matahari langsung, berventilasi baik, jauh dari panas, api, oksidan kuat, alkaline, asam, basa kuat, dan logam pembentuk *acetylide* (pembentuk basa kuat) seperti tembaga, perak, merkuri atau perpaduan dari logam-logam tersebut (ChemDAQ 2014). Penyimpanan tabung fumigan harus pada posisi tegak dan terhindar dari guncangan, hentakan atau terguling sehingga harus diikat atau ditempatkan pada palet khusus. Bila tabung dalam keadaan kosong, harus dipastikan baut penutup pengeluaran gas dalam posisi menutup dan tutup pengaman berada pada posisinya.



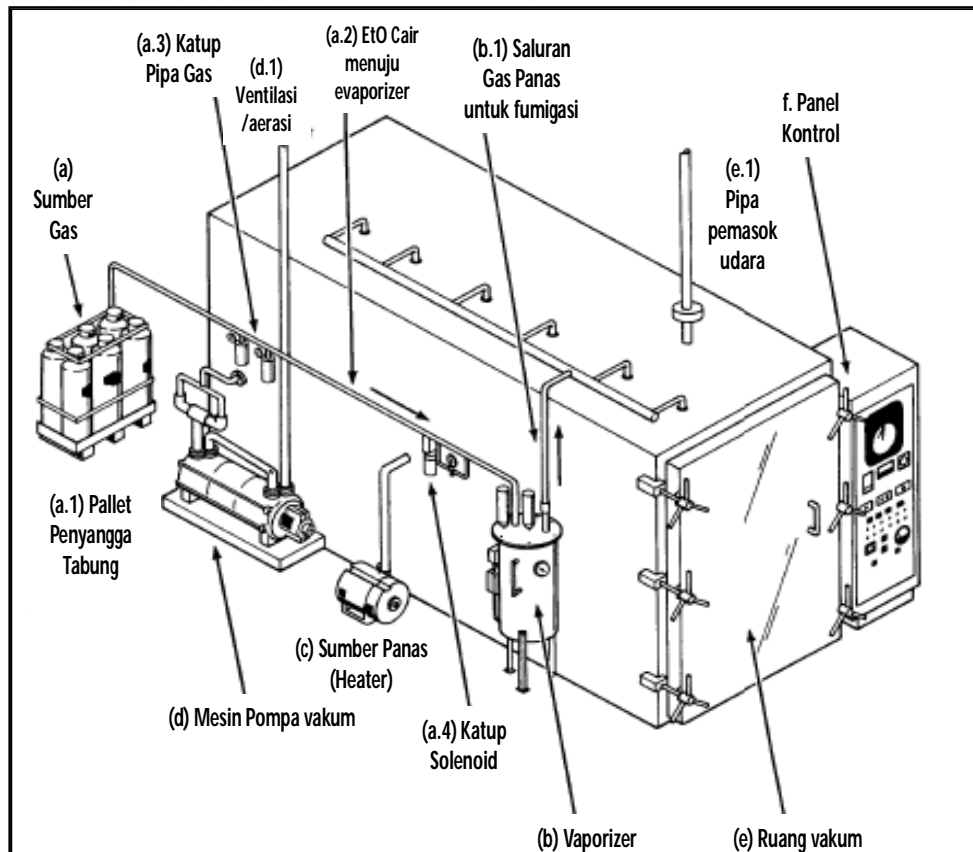
Gambar 5 Penyimpanan tabung ETO

Dalam pengangkutan, tabung silinder fumigan harus diletakkan pada ruang terpisah dari pengemudi. Tabung silinder harus diletakkan pada posisi tegak dan harus diikat atau ditempatkan pada palet khusus serta tutup silinder dalam posisi menutup dan tidak bocor. Selama proses penggunaan, pengangkutan, dan penyimpanan ETO harus memperhatikan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) yang disediakan oleh produsen ETO. Contoh MSDS dapat dilihat pada Lampiran 1.

BAB IV. PERSYARATAN PERLAKUAN *ETHYLENE OXIDE*

4.1 Gedung/Bangunan dan Peralatan

- 4.1.1 Gedung/bangunan untuk perlakuan fumigasi ETO harus berlokasi di area bebas banjir, aman, mudah diakses, memiliki sumber air, dan listrik, serta dilengkapi peralatan yang memadai. Gedung/bangunan, terdiri dari:
- a. tempat untuk penyiapan komoditas sebelum perlakuan,
 - b. ruangan untuk fasilitas perlakuan,
 - c. ruangan penyimpanan komoditas setelah perlakuan, dan
 - d. tempat untuk kegiatan administrasi.
- 4.1.2 Fasilitas perlakuan ETO tidak boleh digunakan untuk aktivitas kegiatan lainnya. Seluruh bangunan dan struktur bangunan harus dikelola dan dipelihara dengan baik. Seluruh lantai dan dinding harus dijaga sedemikian rupa agar tidak terdapat retakan, memiliki ventilasi dan penerangan yang baik. Fasilitas perlakuan harus memiliki tata letak yang baik yang dapat menggambarkan tahapan kegiatan mulai dari kegiatan pra-perlakuan sampai dengan pasca perlakuan.
- 4.1.3 Sanitasi gedung/bangunan harus dikelola dengan baik dan dilakukan pengendalian OPT untuk memastikan tidak terjadinya kontaminasi dan re-infestasi OPT terhadap produk yang telah diberi perlakuan.
- 4.1.4 Tempat untuk penyiapan komoditas sebelum perlakuan, berfungsi untuk memeriksa komoditas sebelum masuk ke dalam ruangan perlakuan. Ruang penyiapan komoditas harus memiliki batas yang jelas dengan ruangan perlakuan.
- 4.1.5 Ruangan perlakuan harus terbebas dari lalulintas orang-orang yang tidak berkepentingan dan diberi tanda-tanda peringatan bahaya. Di dalam ruangan perlakuan harus tersedia peralatan untuk proses perlakuan. Contoh fasilitas ruangan perlakuan fumigasi ETO seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Contoh fasilitas dalam ruangan perlakuan ETO

Keterangan gambar:

- a. Sumber gas yang dilengkapi dengan palet penyangga tabung (a.1) untuk menopang tabung ETO agar tetap dalam posisi tegak lurus, kuat (tidak mudah roboh). Sumber gas terhubung dengan pipa penyalur ETO cair (*liquid*) menuju ke vaporiser (a.2) yang dilengkapi dengan filter/katup untuk mengatur keluarannya gas (a.3 dan a.4).
- b. Vaporiser, berfungsi untuk mengubah fumigan dalam bentuk cair menjadi gas sebelum dialirkan melalui pipa distribusi gas ke dalam ruang vakum (b.1).
- c. Sumber panas (*heater*), berfungsi untuk meningkatkan suhu dalam ruang vakum.
- d. Mesin/pompa vakum, berfungsi untuk mengisap udara dari dalam ruang perlakuan agar ruangan perlakuan menjadi vakum dan menghisap sisa gas dari ruang vakum pada saat aerasi (d.1). Saluran pipa pembuangan gas harus langsung terhubung ke udara bebas.

- e. Ruang vakum, berfungsi sebagai ruangan perlakuan. Ruang vakum harus kedap gas (*fully gas-tight*) dan memiliki kekuatan untuk menahan tekanan udara pada tingkat tertentu sesuai dengan spesifikasi tekanan yang dipersyaratkan. Ukuran dan volume ruang vakum disesuaikan dengan kebutuhan perlakuan. Ruang vakum dilengkapi pipa penyaluran gas dari vaporiser, pipa penyaluran panas dari sumber panas, dan pipa pemasok udara segar.
 - f. Panel kontrol, berfungsi untuk mengontrol tekanan dan suhu dalam ruang vakum.
- 4.1.6 Ruang penyimpanan komoditas pasca perlakuan, berfungsi untuk menyimpan komoditas pasca perlakuan sebelum dikirim. Lokasi harus berdekatan dengan ruangan perlakuan, tetapi harus terpisah dengan ruangan perlakuan. Kondisi ruang penyimpanan harus bersih, memiliki penerangan dan ventilasi yang baik, serta bebas dari re-infestasi atau kontaminasi OPT dan masuknya orang-orang yang tidak berkepentingan.
- 4.1.7 Tempat untuk kegiatan administrasi, berfungsi sebagai tempat pengelolaan administrasi untuk mendukung pelaksanaan kegiatan perlakuan dan harus dilengkapi dengan sarana yang memadai.
- 4.1.8 Peralatan penunjang lainnya, yaitu peralatan yang diperlukan untuk menunjang kegiatan, antara lain alat angkut komoditas, alat pendeteksi kebocoran gas, tanda-tanda bahaya, timbangan dan alat keselamatan kerja (alat pemadam kebakaran) sebagaimana tercantum pada Lampiran 2.

4.2 Fumigator yang Terlatih

Fumigasi ETO harus dilakukan oleh operator terlatih yang memiliki kompetensi untuk melaksanakan fumigasi ETO.

4.3 Standar Prosedur Operasional

Untuk memastikan pelaksanaan kegiatan berlangsung dengan baik, terkendali, dan mudah tertelusur, maka proses kegiatan perlakuan harus sesuai dengan standar prosedur yang ditetapkan. Standar prosedur yang harus tersedia antara lain:

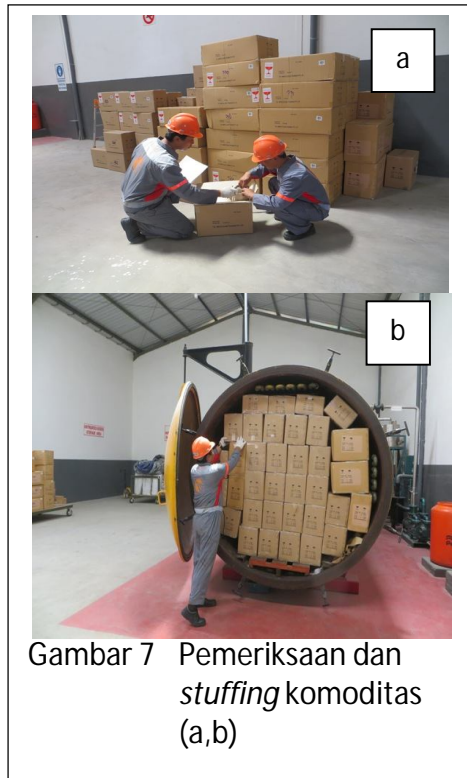
- Prosedur penanganan ETO (penyimpanan dan pengangkutan);
- Prosedur keselamatan kerja;
- Prosedur pelaksanaan fumigasi;
- Prosedur penanganan produk sebelum dan setelah fumigasi;
- Prosedur pencegahan re-infestasi OPT;
- Prosedur perawatan fasilitas, termasuk kalibrasi peralatan;
- Prosedur pengelolaan rekaman/catatan.

BAB V. PELAKSANAAN FUMIGASI *ETHYLENE OXIDE*

Tahapan pelaksanaan fumigasi ETO terdiri dari: (1) kegiatan pra-fumigasi, (2) pelaksanaan pelepasan gas (*gassing*), (3) aerasi, dan (4) kegiatan pasca fumigasi.

5.1 Pra-Fumigasi

5.1.1 Kegiatan pra-fumigasi, meliputi kegiatan penyiapan komoditas dan penyiapan bahan dan peralatan untuk fumigasi serta penyiapan ruang vakum.



Gambar 7 Pemeriksaan dan *stuffing* komoditas (a,b)

5.1.2 Komoditas yang akan difumigasi harus diperiksa jenis dan kemasannya untuk memastikan komoditas tersebut sesuai untuk perlakuan fumigasi ETO. Terhadap komoditas yang sesuai dan akan difumigasi harus diberikan identifikasi untuk memudahkan penelusuran. Pemeriksaan kemasan harus dilakukan untuk memudahkan pengaturan penempatan komoditas ke dalam ruangan fumigasi.

5.1.3 Proses vakum, sebagai berikut:



Gambar 8 Penutupan *chamber*

- a. Setelah komoditas dimuat ke dalam *chamber*, pintu *chamber* ditutup dan dikunci.
- b. Katup pipa pemasok udara harus ditutup, sementara katup penghisap udara dibuka.
- c. Pompa vakum dihidupkan dan dibiarkan selama waktu tertentu sampai tercapai tekanan yang dipersyaratkan.

- d. Apabila tekanan yang diinginkan tercapai, maka proses vakum selesai dan dibiarkan selama 10 - 15 menit untuk memastikan kedekatan ruang vakum.



Gambar 9 Proses vakum

- e. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan tekanan tabung untuk memastikan tekanan tabung tidak berubah. Jika tekanan tidak berubah maka proses vakum berhasil.



Gambar 10 Alat ukur tekanan

Catatan

Jika tekanan vakum menurun, maka proses vakum tidak berhasil dan ruangan fumigasi tidak kedap gas sehingga proses vakum harus diulangi kembali. Sebelum proses vakum diulang, lakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Buka katup saluran udara;
2. Buka pintu depan setelah tekanan pada alat pengukur mencapai angka nol;
3. Periksa segel dan kebersihan sekitar pintu atau bagian lain yang memungkinkan terjadinya kebocoran udara.

5.1.4 Pemanasan ruang vakum

Setelah ruangan dianggap vakum, alat pemanas (*heater*) dan pompa pendorong dihidupkan dan dibiarkan sampai suhu di dalam ruang vakum mencapai suhu yang dipersyaratkan.

Catatan

Pemanasan ruang vakum dilakukan apabila suhu ruang vakum lebih rendah dari suhu yang dipersyaratkan.

5.2 Pelaksanaan Pelepasan Gas (*gassing*)

5.2.1 Setelah suhu yang dipersyaratkan dalam ruang vakum tercapai, dilakukan persiapan proses pelepasan gas ETO ke dalam *chamber* sebagai berikut:

- Fumigator menggunakan alat keselamatan kerja;
- Pemeriksaan berat silinder ETO;
- Perhitungan jumlah ETO yang diperlukan, dengan menghitung dosis (x) volume dalam *chamber*. Dosis yang digunakan adalah berat murni ETO, misalnya fumigan yang digunakan mengandung 90% ETO dan 10 % CO₂, maka perhitungan jumlah fumigan sebagai berikut:

$$D = \frac{V \times C}{0,9}$$

- D : jumlah (kebutuhan) ETO
V : volume ruang fumigasi
C : konsentrasi (tingkat dosis) fumigan
0,9 : kandungan bahan aktif ETO dalam fumigan

- Peletakan tabung ETO di atas timbangan untuk mengetahui berat awal dan jumlah ETO yang akan digunakan.
- Katup pengeluaran gas pada tabung dihubungkan dengan pipa distribusi gas.
- Pelaksanaan pencatatan jumlah ETO yang diperlukan.



Gambar 11 Pelepasan gas ETO

5.2.2 Setelah persiapan selesai, katup distribusi gas dibuka, dilanjutkan dengan pelepasan gas dengan membuka kran pada tabung ETO sehingga seluruh ETO yang dibutuhkan dapat didistribusikan ke dalam ruang vakum.



5.2.3 Selama proses pelepasan gas dilakukan deteksi kebocoran gas pada setiap sambungan selang distribusi dan vaporiser.

- 5.2.4 Setelah pelepasan gas selesai, kran pada tabung ETO dan katup distribusi ditutup. Waktu selesainya pelepasan gas dicatat.
- 5.2.5 Penghitungan waktu pemaparan dimulai pada saat suhu dan tekanan yang dipersyaratkan tercapai (t_0) dan tetap dipertahankan hingga waktu papar yang dipersyaratkan tercapai.
- 5.2.6 Fumigasi dinyatakan berhasil apabila tidak terjadi penurunan suhu dan tekanan selama waktu papar.
- 5.2.7 Fumigasi dinyatakan tidak berhasil apabila suhu dan tekanan yang dipersyaratkan tidak dapat dipertahankan selama waktu papar.

Persyaratan DAFF Australia

- Inisial vakum untuk pemenuhan persyaratan Australia adalah 88 kPa.
- Fumigasi ETO harus dilakukan dalam ruang vakum bertekanan 50 kPa dengan dosis 1200 g/m³ selama 5 jam pada suhu 50 °C atau dengan dosis 1500 g/m³ selama 24 jam pada suhu di atas 20 °C. Ini berarti, selama 5 jam dengan suhu dalam *chamber* tidak boleh kurang dari 50 °C atau selama 24 jam dengan suhu dalam *chamber* tidak boleh kurang dari 21 °C dengan tekanan tidak kurang dari 50kPa.

5.3 Aerasi

- 5.3.1 Aerasi dimaksudkan untuk mengeluarkan sisa gas dari ruang vakum sampai konsentrasinya mencapai ambang batas aman (*Threshold Limit Value, TLV*), yaitu 1 ppm.

5.3.2 Tahapan pelaksanaan aerasi sebagai berikut :



Gambar 13 Pembukaan katup udara segar



Gambar 14 Tekanan 0 setelah pembukaan saluran udara



Gambar 15 Pembukaan katup saluran pompa vakum

- a. Setelah waktu papar tercapai, katup saluran udara (inlet) dibuka dan dibiarkan beberapa saat sampai tekanan pada alat pengukur menunjukkan angka nol kemudian inlet ditutup kembali.
- b. Katup saluran pompa vakum (outlet) dibuka dan mesin pompa vakum dihidupkan untuk membuang gas dalam *chamber* sampai tekanan negatif 50 kPa.
- c. Selanjutnya katup saluran pompa vakum (outlet) ditutup dan mesin vakum dimatikan.
- d. Proses pengeluaran gas dengan pompa vakum dilakukan beberapa kali sampai konsentrasi gas diperkirakan mencapai 1 ppm.
- e. Selanjutnya pintu *chamber* dibuka dan dilakukan pengukuran TLV. Apabila konsentrasi belum mencapai TLV dilakukan aerasi kembali.



Gambar 16 Pengukuran TLV

- f. Selanjutnya pintu *chamber* dibuka dan dilakukan pengukuran TLV. Apabila konsentrasi belum mencapai TLV dilakukan aerasi kembali.

5.4 Pengeluaran Komoditas dari Ruang Vakum

Setelah TLV tercapai, komoditas dikeluarkan dari ruang vakum dan dipindahkan ke ruang penyimpanan komoditas pasca perlakuan sambil menunggu proses selanjutnya.

5.5 Pencegahan Re-infestasi dan Kontaminasi OPT

5.5.1 Komoditas yang telah difumigasi dan dikeluarkan dari *chamber* fumigasi berpotensi terkontaminasi OPT maupun re-infestasi OPT.

5.5.2 Fumigator, pemilik komoditas, jasa transportasi dan semua pihak yang terlibat dengan komoditas yang telah difumigasi harus menjaga komoditas yang telah difumigasi dari kemungkinan re-infestasi dan kontaminasi OPT dengan upaya-upaya sebagai berikut :

- a. Komoditas ekspor yang dimuat dalam peti kemas, maka peti kemas hendaknya tidak lagi dibuka setelah difumigasi (hingga selesainya proses aerasi).
- b. Penempatan komoditas yang telah difumigasi harus di dalam gudang penyimpanan yang memiliki kondisi bersih dan sanitasi baik. Gudang harus dipastikan bebas dari masuknya OPT.
- c. Pemuatan komoditas yang telah difumigasi tidak boleh dicampur dengan muatan lainnya yang belum difumigasi.

- d. Untuk komoditas yang akan diekspor disarankan untuk diangkut dengan menggunakan peti kemas untuk mengurangi risiko re-infestasi dan kontaminasi OPT selama dalam perjalanan. Bila perlu, pintu peti kemas dapat diberi segel yang hanya boleh dibuka oleh instansi karantina tumbuhan di negara tujuan. Hal ini bertujuan untuk menghindari dibukanya peti kemas tersebut oleh orang-orang yang tidak berkepentingan.
- e. Pemilik komoditas harus memastikan bahwa penanggung jawab alat angkut memahami hal-hal yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya re-infestasi dan kontaminasi OPT terhadap komoditas yang telah difumigasi selama pengangkutan serta akibat-akibat yang dapat ditimbulkannya. Bila perlu, hal-hal tersebut dicantumkan dalam kontrak pengangkutan.



Gambar 17 Penyimpanan komoditas pasca perlakuan

5.6 Dokumentasi

5.6.1 Pencatatan Hasil Kegiatan

Pencatatan kegiatan perlakuan harus dilakukan untuk keperluan penelusuran bila sewaktu-waktu diperlukan. Semua tahapan kegiatan perlakuan harus dicatat dengan jelas dan mudah dibaca. Apabila terjadi koreksi, maka dalam catatan tersebut harus dapat diketahui hasil sebelum dilakukan tindakan koreksi berikut hasil koreksinya, dan harus diparaf oleh petugas pencatat. Catatan disimpan sebagai lampiran salinan dokumen perlakuan. Contoh catatan pelaksanaan kegiatan fumigasi (*fumigation record*

sheet) dapat dilihat pada Lampiran 3. Catatan pelaksanaan kegiatan perlakuan harus disimpan dan dipelihara minimal selama 2 (dua) tahun dan harus mudah diperoleh kembali apabila sewaktu-waktu diperlukan.

5.6.2 Penerbitan Sertifikat

Sertifikat perlakuan fumigasi (*Fumigation Certificate*) diterbitkan setelah perlakuan selesai dilaksanakan. Sertifikat perlakuan menjelaskan bahwa komoditas telah mendapat perlakuan fumigasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, dan memuat informasi sebagai berikut:

- Kepala (kop) surat dari perusahaan (*provider*) perlakuan fumigasi ETO (apabila dilakukan oleh Pihak Ketiga);
- Nomor dan tanggal penerbitan sertifikat;
- Nomor registrasi *provider* fumigasi ETO (apabila dilakukan oleh Pihak Ketiga);
- Pernyataan yang menyebutkan bahwa komoditas yang tercantum di dalamnya telah diberi fumigasi ETO sesuai dengan standar yang telah ditetapkan;
- Identitas komoditas (nama, asal, jumlah dan tanda-tanda khusus dari komoditas);
- Nomor peti kemas (bila menggunakan peti kemas);
- Nama dan nomor alat angkut (bila memungkinkan);
- Negara/area asal dan tujuan;
- Nama dan alamat eksportir/pengirim;
- Nama dan alamat importir/penerima;
- Dosis perlakuan;
- Tanggal pelaksanaan perlakuan;
- Nama dan tanda tangan pelaksana perlakuan.

Sertifikat perlakuan dapat disertai dengan dokumen lainnya yang dianggap perlu. Contoh Sertifikat Fumigasi dapat dilihat pada Lampiran 4.

5.6.3 Pengelolaan Rekaman

Rekaman yang terkait dengan perlakuan harus disimpan dan dikelola dengan baik serta mudah ditelusur (*traceable*). Validasi rekaman harus ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Rekaman yang tidak digunakan dan dinyatakan tidak valid lagi harus dimusnahkan. Untuk memudahkan penelusuran kembali, maka setiap rekaman harus dibuat identifikasinya dan dikelola oleh personil khusus.

BAB VI. PERAWATAN FASILITAS

6.1 Pemeliharaan Peralatan

Peralatan yang digunakan harus selalu dipelihara secara rutin untuk memastikan peralatan tersebut dapat digunakan dengan baik saat perlakuan. Peralatan yang perlu penyimpanan secara khusus, harus disimpan pada tempat yang memenuhi persyaratan sesuai dengan jenis peralatannya.

6.2 Pemeliharaan Sanitasi

Fasilitas perlakuan harus dipelihara sanitasinya secara rutin untuk menghindari terjadinya reinfestasi dan kontaminasi OPT atau penurunan kualitas komoditas selama pelaksanaan perlakuan ETO. Lokasi disekitar tempat perlakuan harus selalu bersih dari kotoran atau vegetasi yang dapat menjadi sumber reinfestasi dan kontaminasi OPT pada komoditas yang telah diberi perlakuan ETO.

6.3 Kalibrasi Peralatan

Semua alat ukur dan monitor yang digunakan untuk membaca pengukuran harus selalu dikalibrasi secara berkala, yaitu minimal 1 (satu) kali dalam setahun atau sesuai dengan katalog yang dikeluarkan oleh pabrikasi. Peralatan yang sudah dikalibrasi tetapi mengalami keadaan yang dapat mempengaruhi akurasi, maka harus dilakukan kalibrasi ulang.

Kalibrasi harus dilakukan oleh lembaga yang terbukti memiliki kompetensi teknis sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Bukti hasil kalibrasi harus disimpan dengan baik. Peralatan yang telah dikalibrasi harus dijaga dari perubahan yang dapat mengakibatkan kalibrasi menjadi tidak sah.

BAB VII. SERTIFIKASI KARANTINA TUMBUHAN

7.1 Pengawasan perlakuan

Perlakuan fumigasi ETO oleh Pihak Ketiga harus di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan. Tahapan proses pengawasan oleh Petugas Karantina Tumbuhan terhadap kegiatan fumigasi ETO yang dilakukan oleh Pihak Ketiga adalah sebagai berikut:

- 1) Pihak ketiga pelaksana fumigasi ETO harus menyampaikan surat pemberitahuan terhadap rencana pelaksanaan perlakuan fumigasi ETO kepada Kepala UPT Karantina Pertanian setempat;
- 2) Surat pemberitahuan berisi informasi, antara lain jenis/nama dan jumlah komoditas, negara asal/tujuan, tanggal dan tempat pelaksanaan, dan informasi lain yang relevan;
- 3) Berdasarkan surat pemberitahuan tersebut, Kepala UPT Karantina Pertanian setempat menugaskan Petugas Karantina Tumbuhan untuk melakukan pengawasan perlakuan, mulai dari pra-perlakuan sampai dengan pasca perlakuan;
- 4) Berdasarkan pertimbangan teknis Petugas Karantina Tumbuhan dapat melakukan pemeriksaan kembali komoditas yang telah diberi perlakuan untuk memastikan keberhasilan pelaksanaan perlakuan;
- 5) Petugas Karantina Tumbuhan yang ditugaskan untuk melakukan pengawasan harus membuat Laporan Hasil Pelaksanaan Pengawasan Perlakuan;
- 6) Laporan harus melampirkan copy catatan hasil pelaksanaan fumigasi yang dibuat oleh fumigator dan copy Sertifikat Fumigasi yang diterbitkan oleh Pihak Ketiga.

7.2 Penerbitan Sertifikat

Penerbitan Sertifikat dilakukan berdasarkan verifikasi Laporan Hasil Pengawasan Pelaksanaan Perlakuan. Untuk komoditas impor apabila fumigasi efektif membunuh OPTK maka diterbitkan Sertifikat Pelepasan. Sedangkan, untuk komoditas ekspor apabila fumigasi efektif membunuh OPT sasaran maka diterbitkan *Phytosanitary Certificate* (PC) dengan mencantumkan informasi perlakuan fumigasi ETO pada kolom perlakuan. Komoditas yang telah dilengkapi PC harus segera dikirim ke negara tujuan.

BAB VIII. PENUTUP

Dengan diterbitkannya Standar Teknis ini, maka pelaksanaan fumigasi *Ethylene Oxide* sebagai perlakuan karantina tumbuhan harus sesuai dengan persyaratan dan tatacara yang tercantum di dalamnya.

Isi Standar Teknis ini akan selalu disesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi, khususnya peraturan dan standar nasional dan internasional yang mempengaruhi isi Standar Teknis ini. Setiap penyesuaian atau perubahan yang dilakukan atas isi Standar Teknis ini akan diberitahukan dan disampaikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Dengan demikian, semua pihak yang berkepentingan akan selalu memiliki versi yang mutakhir.

Penting juga untuk diketahui oleh para Petugas Karantina Tumbuhan dan pelaksana fumigasi lainnya, bahwa Standar Teknis ini diperuntukkan bagi mereka yang telah memiliki dasar-dasar pengetahuan dan keterampilan dalam melaksanakan fumigasi. Oleh karena itu, dalam Standar Teknis ini tidak lagi dijelaskan dasar-dasar pengetahuan tersebut dan diharuskan untuk mempelajarinya terlebih dahulu melalui pelatihan yang sesuai guna menghindari kesalahan dalam penerapannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen Sterilizers, Inc. 2014. Material Safety Data Sheet: Ethylene Oxide. Diunduh pada Februari 24, 2014. Tersedia pada: http://www.sfm.state.or.us/CR2K_SubDB/MSDS/ANPROLENE.PDF
- ChemDAQ. 2014. Ethylene Oxide Regulations. Diunduh pada Januari 10, 2014. Tersedia pada: <http://www.chemdaq.com/files/EO%20General%20Regs,%20Storage%20&%20Record%20Keeping.pdf>
- Cotton RT. and Roark RC. 1928. Ethylene Oxide as a Fumigant. *Ind. Eng. Chem.* 20 (8): 805.
- Patriot Murni. 2014. *Fumigation Treatment Provider. Workshop ETO*. CV. Patriot Murni, Surabaya.
- DAFF. 2013. Contamination Treatment Guide 3rd Edition. Air and Sea Cargo Program, Cargo and Shipping Branch, Border Compliance Division. Department of Agriculture, Fisheries, and Forestry. Australian Government. 22 hal.
- EOSTG. 2007. Ethylene Oxide: Third Edition. Product Stewardship Guidance Manual. American Chemistry Council's Ethylene Oxide/Ethylene Glycols Panel.
- EPA. 2004. *Ethylene Oxide Commercial Sterilization And Fumigation Operations Neshap Implementation Document*. U. S. Environmental Protection Agency.
- EPA. 2012. Anthrax spore decontamination using ethylene oxide [internet]. Diunduh pada Maret 4, 2014. Tersedia pada: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/chemicals/etofactsheet.htm>
- ETO International Fumigation dan Karya Mandiri. 2006. *Prosedur Manual Fumigasi*. ETO International Fumigation and CV. Karya Mandiri. Bali.
- FAO. 1984. Manual of fumigation for insect control: Ethylene Oxide [internet]. Diunduh pada Januari 2014. Tersedia pada: <http://www.fao.org/docrep/x5042e/x5042e0d.htm>
- McDonnell G. dan Russell AD. 1999. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clin Microbiol Rev* [internet]. Diunduh pada Maret 4, 2014. Tersedia pada: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC88911/>
- McMahon J.B, Bishop S.R.; dan R. F. Ryan. 2004. Ethylene Oxide: New Recommended Quarantine Fumigation Dosage. Diunduh pada Januari 10, 2014. Tersedia pada: <http://ftic.co.il/2004gold-coastPDF/3.3.pdf>
- Medical Microbiology. 1997. Chemical methods of disinfection [internet]. Diunduh pada Maret 4, 2014. Tersedia pada: <http://medimicro.blogspot.com/2007/12/chemical-methods-of-disinfection.html>
- NOHSC. 1992. Safe Use Of Ethylene Oxide In Sterilisation/Fumigation Processes. National Occupational Health and Safety Commission (NOHSC). Australian Government Publishing Service Canberra.

- [NTP] National Toxicology Program. 2011. *Report on Carcinogens, Twelfth Edition (2011): Ethylene Oxide CAS No.75-21-8* [internet]. Diunduh pada Maret 5, 2014. tersedia pada: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/twelfth/profiles/ethyleneoxide.pdf>
- Ryan R. dan Nicolson J. 2014. Ethoxofume© 1000 [Ethylene Oxide] — A Niche Methyl Bromide Alternative [internet]. Diunduh pada Februari 10, 2014. Tersedia pada: <http://mbao.org/2009/Proceedings/087RyanRETHOXOFUME1000ETHYLENE%20OXIDEANICHEMETHYLBROMIDEALTERNATIVEFinal.pdf>
- Scudamore KA. and Heuser SG. 1971. Ethylene oxide and its persistent reaction products in wheat flour and other commodities: residues from fumigation or sterilization, and effects of processing. *Pesticide Sci.* 2: 80-91

LAMPIRAN

Lampiran 1. Material Safety Data Sheet ETO

MATERIAL SAFETY DATA SHEET ETHYLENE OXIDE

Section 1 Chemical Product and Company Information

Product: ANPROLENE® / EOGas™

Manufactured by:

Andersen Sterilizers, Inc.
Health Science Park
3154 Caroline Drive
Haw River, NC 27258 USA

Information Telephone Number: (336) 376-8622

Emergency Telephone Number
(24 HRS, 7 DAYS PER WEEK)
CHEM-TEL (800)-255-3924

Section 2 Composition / Information on Ingredients

Chemical Name: Ethylene Oxide
Weight By %: 84 to 97%
Chemical Family: Epoxide
Formula: (CH₂)₂O
Molecular Weight: 44.06 gms/mole
CAS Number: 75-21-8
CAS Name: Oxirane
Synonyms: EO, EtO, Dihydroxirene, 1-2 Epoxyethane, Dimethylene Oxide, Oxane, Oxirane, Alkene Oxide, Alpha/Beta-Oxidoethane, Oxacyclopropane.
Product Uses: Chemical intermediate for production of anti-freeze, polyester resins, non-ionic surfactants and specialty solvents; sterilizing agent for controlling microorganisms in health care applications; fumigant for controlling insect infestation in whole and ground spices and cosmetics.

Section 3 Hazard Identification

EMERGENCY OVERVIEW

Colorless liquid or heavier-than-air gas with a sweet, ether-like odor. Extremely flammable liquefied gas which burns in the absence of oxygen and can explode when exposed to elevated temperatures. Toxic when inhaled. Causes severe skin and eye irritation or burns and respiratory tract irritation; effects may be delayed. Harmful if swallowed or absorbed through the skin. Contact with liquid may cause frostbite.

Statement of Hazards:

DANGER!

Extremely flammable liquid and gas under pressure. May form explosive mixtures with air. Highly reactive. May be harmful if inhaled and may cause delayed lung injury, respiratory system and nervous system damage. Inhalation may cause dizziness or drowsiness. Liquid contact may cause frostbite. May cause allergic skin reaction. Harmful if swallowed. May cause adverse blood effects, liver and kidney damage based on animal data. Cancer and reproductive hazard.

HAZARD RATINGS: (0 = minimum; 4 = maximum)

HMS RATING: Health = 3
Flammability = 4
Reactivity = 3
Personal Protection Code = x (Consult your supervisor or standard operating procedures for special handling directions.)

NFPA RATING: Health = 3
Flammability = 4
Reactivity = 3

Exposure Limits:

	TWA (8 hr)	STEL (15-min)
OSHA	1 ppm	5 ppm
ACGIH	1 ppm	n/a

PRIMARY ROUTES OF EXPOSURE: Inhalation; eye contact, skin contact/absorption

SIGNS AND SYMPTOMS OF OVEREXPOSURE: Effects include skin, eye and respiratory tract irritation or burns. Central nervous system effects initially cause headache, dizziness and nausea and in extreme cases, unconsciousness and death. Peripheral nerve damage may result in muscular weakness, giddiness, irrational behavior and loss of sensation in the extremities. Dulling of the sense of smell may occur.

ACUTE HEALTH EFFECTS:

INHALATION: Inhaling concentrated vapor may cause serious health effects. Inhalation may progressively cause mucous membrane and respiratory irritation, headache, vomiting, cyanosis, drowsiness, weakness, incoordination, CNS depression, lachrymation, nasal discharge and salivation, gasping, and labored breathing. Delayed effects may include nausea, diarrhea, edema of the lungs, paralysis and convulsions. NOTE: Ethylene oxide has a high odor threshold (>250 ppm) and the sense of smell does not provide adequate protection against its toxic effects.

EYE CONTACT: Liquid ethylene oxide is severely irritating and corrosive to the eyes and contact can cause swelling of the conjunctive and irreversible corneal injury. Contact with liquid ethylene oxide can cause frostbite. Vapors may cause eye irritation, tearing, redness and swelling of the conjunctive.

SKIN CONTACT: Prolonged contact with liquid ethylene oxide can cause a local erythema, edema, and formation of blisters. Response is more severe on damp skin. There may be a latency period of several hours prior to the onset of symptoms. Ethylene oxide may be absorbed by the skin, and sustained contact may produce adverse effects such as headache, dizziness, nausea, and vomiting. Ethylene Oxide is a skin sensitizer and some individuals may suffer an allergic skin reaction. Skin contact may also cause allergic contact dermatitis in some exposed individuals. Liquid Ethylene oxide evaporates rapidly and may chill the skin causing frostbite.

INGESTION: This relatively unlikely route of exposure is expected to cause severe irritation and burns of the mouth and throat, abdominal pain, nausea, vomiting, collapse and coma. Aspiration may occur during swallowing or vomiting, resulting in lung damage.

CHRONIC HEALTH EFFECTS:

SKIN CONTACT: Long term effects are unknown but are expected to be similar to acute effects of skin exposure.

EYE CONTACT: Some cases of cataract formation have been reported.

INHALATION: Respiratory irritation which can result in permanent, lung injury, chromosomal aberrations and peripheral neurotoxic effects with a numbing of the sense of smell. Cognitive and CNS impairment may result from long term exposures.

INGESTION: May cause anemia, gastrointestinal irritation, effects on liver, kidneys, and adrenal glands.

CARCINOGENICITY:

OSHA classifies ethylene oxide as a cancer/ reproductive hazard and considers that, at excessive levels, ethylene oxide may present reproductive, mutagenic, genotoxic, neurologic and skin sensitization hazards.

ACGIH classifies ethylene oxide as "A2" - suspected human carcinogen.

NTP classifies ethylene oxide as a known human carcinogen.

IARC classifies ethylene oxide in Group 1 (carcinogenic to humans).

NIOSH classifies ethylene oxide as a potential human carcinogen.

Section 4 First Aid Measures

EYE CONTACT: Immediately flush eyes, including the entire surface of the eyes and under the eyelids, gently but thoroughly with plenty of running water for at least 15 minutes. Obtain medical attention immediately. **NOTE: Never wear contact lenses when working with ethylene oxide.**

SKIN CONTACT: Immediately flush skin thoroughly with water for at least 15 minutes while removing contaminated clothing and shoes. Obtain medical attention immediately. Wash clothing before reuse and discard contaminated leather articles such as shoes and belts.

INHALATION: Remove exposed person to fresh air. If breathing has stopped, give artificial respiration then have qualified personnel administer oxygen, if needed. Get immediate medical attention.

INGESTION: If patient is conscious give plenty of water (minimum of two glasses) but **DO NOT INDUCE VOMITTING**. This material is corrosive. Keep head lower than hips to avoid aspiration, should vomiting occur. Get medical attention immediately.

MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY EXPOSURE:

Preexisting skin, eye and respiratory disorders; lung, blood, nervous system and peripheral nerve disorders.

NOTE TO PHYSICIANS: Respiratory symptoms include nausea, vomiting and irritation of the nose and throat. Pulmonary edema may occur. Respiratory effects may be delayed. Consider oxygen administration. If a chemical burn is present decontaminate skin and treat as any thermal burn. No specific antidote is known, however consider gastric lavage and administration of a charcoal slurry.

Section 5 Fire Fighting Measures

FLASH POINT (TEST METHOD):

Tag Closed Cup: -4F (-20C)

FLAMMABLE LIMITS IN AIR (% BY VOLUME):

Upper flammable limit: 100%

Lower flammable limit: 3.0% (30,000 ppm)

NEFA HAZARD RATING:

Health: 3 Flammability: 4 Reactivity: 3

AUTOIGNITION TEMPERATURE:

804 F (429C); burns in the absence of air

EXTINGUISHING MEDIA: Carbon dioxide, dry chemical or water spray for small fires. Water spray, polymer or alcohol resistant foams for large fires. Dilution of liquid ethylene oxide with 23 volumes of water should render it non-flammable. Dilution with 100 parts water to one part of ethylene oxide vapor may be required to control build up of flammable vapors in closed systems. Water spray can be used to reduce intensity of flames to cool fire-exposed containers and to dilute spills to render non-flammable.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Carbon monoxide and carbon dioxide.

UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: Ethylene oxide is dangerously explosive under fire condition; it is flammable over an extremely large range of concentrations in air and burns in the absence of oxygen. Liquid ethylene oxide is lighter than water (floats) and vapors are heavier than air and may travel along ground long distances to sources of ignition and then flash back. Containers should not be subject to temperatures hotter than 127F (52 C). Vapors are extremely flammable and are readily ignited by static charge, sparks and flames at concentrations above 3%.

Section 6 Accidental Release Measures

PRECAUTIONS: Treat any ethylene oxide leak as an emergency. Evacuate all personnel from the area except those directly engaged in stopping the leak or in cleaning up. If an Anprolene ampoule is inadvertently dropped and activated before it is sealed inside of the sterilization liner bag, it will still take time for the ethylene oxide to

to diffuse out of the gas release bag and into the room. At one full minute after activation there is less than 1ppm measured at a distance of 18 inches from the gas release bag. In the case of a premature activation the operator should immediately:

- Place the Anprolene ampoule inside the sterilizer
- Close the sterilizer door
- Turn the power on; and
- Press the button to the right of PURGE.

This will cause the purge and ventilation pumps to turn on and evacuate the ethylene oxide from the sterilizer and exhaust it from the workspace. Allow a full 14 hour cycle before you open the door and remove the used Anprolene ampoule and dispose of it.

Section 7 Handling and Storage

HANDLING AND STORAGE PRECAUTIONS: Have established handling and emergency response procedures in place prior to use. Make sure that the sterilizer is properly grounded. Protect containers from physical damage and regularly inspect them for cracks or leaks.

ENGINEERING CONTROLS: Ethylene oxide, a major fire hazard, can burn in the absence of oxygen. All electrical devices used in areas processing or handling ethylene oxide must be engineered and designed to the applicable local electrical/fire codes. Safeguards can include designing electrical devices as explosion proof and/or intrinsically safe. **ATTENTION:** Ethylene oxide vapors are colorless and odorless above OSHA'S permissible exposure level. An air monitoring system and/or AirScan® badges are recommended to determine airborne exposure levels.

STORAGE SEGREGATION: Store ethylene oxide in a cool, dry, well-ventilated area away from incompatible chemicals and sources of ignition. Store Anprolene® refill kits upright; do not drop and move in a carefully supervised manner. **DO NOT STORE IN DIRECT SUNLIGHT.**

SHIPPING AND STORAGE CONTAINERS: (See 49 CFR 173.4) All Anprolene® refill kits containing ethylene oxide are packaged and shipped in accordance with the small quantities exemption under 49 CFR 173.4(c) and DOT approval CA 9803005 issued April 9, 1998.

Section 8 Exposure Controls / Personal Protection

**EX-
POSURE LIMITS:**

OSHA ACTION LEVEL (8 HR. TWA)	0.5 ppm
OSHA PEL (8 HR TWA)	1 ppm
OSHA 15 MINUTE EXCURSION LIMIT	5 ppm; 9 mg/m3
ACGIH TLV/TWA	1 ppm; 1.8 mg/m3
IDLH:	800 ppm

EYE PROTECTION: NEVER WEAR CONTACT LENSES when working with ethylene oxide.

VENTILATION: Install and operate general and local exhaust ventilation systems powerful enough to maintain airborne levels of ethylene oxide below the OSHA PEL in the worker's breathing area. AAMI / ANSI ST41 Good Hospital Practice: Ethylene Oxide Sterilization and Sterility Assurance Guidelines, Section 3.4 recommends a minimum of 10 room makeup air changes per hour. Emission controls must be in compliance with Federal State and local regulations.

OTHER PROTECTION: Sterilizer must be electrically grounded/bonded. Practice good personal hygiene; always wash thoroughly after using this material. Do not eat drink or smoke in work area.

Section 9 Stability and Reactivity

Boiling Point:	50.9°F (10.5°C)
Freezing Point	-169° F (-111.7°C)
Specific Gravity:	0.871 at 20°C
Vapor Pressure:	1094 mm Hg @ 20°C
Vapor Density (Air =1)	1.5
Solubility in Water:	100%
Molecular Weight:	44.06 gms/mole
Percent Volatile by Volume	100%
Evaporation rate (Butyl Acetate = 1)	Not applicable
PH:	7, neutral (100 grams/liter in water)
Appearance and Odor:	Colorless liquid or gas with sweet ether-like odor. Odor threshold: 261 ppm (detectable); 600-700 ppm recognizable).
Log Octanol/Water	
Partition Coefficient (log Kow):	-0.3

STABILITY: Material is stable for extended periods in closed airtight, pressurized containers at room temperature, under normal storage and handling conditions. Vapors may explode when exposed to common ignition sources.

CONDITIONS TO AVOID: Storage at warm temperatures or any exposure of storage or shipping containers to hot temperatures. Prevent exposure to all sources of ignition such as heat, flame, lighted tobacco products, or electrical or mechanical sparks.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Ethylene oxide undergoes thermal decomposition to form carbon dioxide and carbon monoxide gases.

Section 10 Toxicological Information

TOXICOLOGICAL- ACUTE INHALATION: LC₅₀ (1 hr. exposure)

5748 ppm (male rat)
4439 ppm (female rat)
5029 ppm (rat – combined sexes)

Various mammalian species exposed to lethal concentrations of ethylene oxide had symptoms of mucous membrane irritation, central nervous system depression, lacrimation, nasal discharge, salivation, nausea, vomiting, diarrhea, respiratory irritation, incoordination, and convulsions.

TOXICOLOGICAL-CHRONIC INHALATION: Symptoms of chronic exposure are similar to those observed in acute studies, including lung, kidney and liver damage and testicular tubule degeneration in some species. Studies demonstrated neuromuscular effects as the most sensitive indicator of ethylene oxide over exposure.

TOXICOLOGICAL-ACUTE DERMAL: No dermal LD₅₀ information is available on this product. It is expected to be corrosive to rabbit skin.

TOXICOLOGICAL - CHRONIC DERMAL: No chronic dermal toxicity data are available on this product.

TOXICOLOGICAL-EYE: No eye irritation animal data are available on this product; however, it is expected to be extremely irritating to rabbit eyes.

TOXICOLOGICAL-ACUTE INGESTION: The acute oral LD₅₀ for This product is; 72 mg/kg, rat

TOXICOLOGICAL-CHRONIC INGESTION: The effects of chronic ingestion of this product are unknown

CARCINOGENICITY: A recent assessment of available epidemiology studies related to ethylene oxide concluded that the evidence indicates that ethylene oxide does not cause heart disease, an excess of cancers overall, or brain, stomach or pancreatic cancers which were seen in some animal and isolated human studies. The findings with respect to leukemia and non-Hodgkins lymphoma are less definitive. While the majority of the evidence does not indicate that ethylene oxide causes these cancers, there are some suggestive trends. Longer follow-up of ethylene oxide workers is needed to better clarify these relationships. Two inhalation studies with rats demonstrated carcinogenic responses consisting of increased incidences of mono-nuclear cell leukemia, peritoneal mesotheliomas, and primary brain tumors. In 2-year inhalation studies with mice there was evidence of carcinogenic activity as indicated by dose-related incidences of benign or malignant neoplasms of the uterus, mammary gland, and hematopoietic system (lymphoma).

MUTAGENICITY: While ethylene oxide has demonstrated, in epidemiological studies with exposed workers, an increased incidence of chromosomal aberrations and sister chromatid exchanges, the relevance of such effects to human health hazard evaluation is currently uncertain. In rodent studies, dose related exposure to ethylene oxide induces increases in numbers of adducts in DNA and hemoglobin. Laboratory studies with mice have shown that acute exposure to ethylene oxide at 300 ppm and above caused testicular injury as evidenced by concentration-related increased embryonic deaths following mating of exposed males to non-exposed females (Dominant-Lethal Test).

NEUROTOXICITY: Effects are similar to those of acute (short term) exposure, namely headaches, nausea, diarrhea, lethargy, and irrational behavior. Muscle weakness, loss of sensation in the extremities and a reduction in the sense of smell and/or taste may also result. Studies on workers indicate that CNS and cognitive impairment may result from chronic exposures to ethylene oxide.

REPRODUCTIVE EFFECTS: Some limited epidemiological data suggests that women exposed to ethylene oxide have a greater incidence of miscarriages. A one-generation reproduction study in rats showed decreased number of pups at 100 ppm, but not at 33 ppm. In a two-generation reproduction study involving exposure of rats to ethylene oxide vapor for 5 hrs/day, 5 days/week, there was parental toxicity at 33 ppm and 100 ppm. The no-observable effect concentration for adult toxicity, offspring effect and reproductive effect was 10 ppm.

TERATOLOGY: Inhalation development toxicity studies with rats exposed to ethylene oxide vapor at concentrations of 50 ppm, 125 ppm and 225 ppm showed that maternal toxicity occurred at 125 and 225 ppm. Fetotoxicity, evidenced by reduced fetal body weight, occurred at all concentrations. At 225 ppm and to a lesser extent at 125 ppm an increased incidence of skeletal variants was found. There was no evidence of embryotoxicity or malformations.

TARGET ORGANS: Overexposure to this product may affect the skin, eyes, respiratory system, liver, kidneys, brain, blood, reproductive system, and central nervous system.

Section 11 Ecological Information

ECOTOXICOLOGICAL DATA: Ethylene oxide hydrolyzes to ethylene glycol. Biodegradation of ethylene oxide occurs at a moderate rate after acclimation (3-5% degradation after 5 days; 52% after 20 days). Biodegradation is expected in a wastewater treatment plant. Ethylene oxide has an estimated half-life in the atmosphere of 211 days. A high adsorptivity in soil is expected.

Section 12 Disposal Considerations

WASTE MANAGEMENT/DISPOSAL: Dispose used Anprolene ampoules, sterilization liner bags, indicators and accessories as you would ordinary trash.

However, **unused** Anprolene ampoules containing ethylene oxide are a RCRA hazardous waste with waste code U115 (Commercial chemical product - listed for toxicity and ignitability). **Unused** Anprolene ampoules containing ethylene oxide may be incinerated in an approved hazardous waste incinerator or can be biologically treated in an approved facility. **Unused** Anprolene ampoules containing ethylene oxide are banned from land disposal.

Dispose of waste materials in accordance with all applicable Federal, State and local laws and regulations.

Section 13 Transportation Information

TRANSPORTATION DATA:

DOT Proper shipping Name:	Ethylene Oxide
DOT Class or Division:	2.3 (Poison Gas)
Identification Number	UN 1040
Packing Group:	n/a
DOT Label:	*This package conforms to 49 CFR 173.4*
DOT Packaging	See section 7, "Handling and storage"
DOT Approval:	CA-9803005

**Section 14
Regulatory Information**

U.S. REGULATIONS:

TSCA status: Listed
CERCLA Section 103 (40 CFR 302.4): listed
10 lb. Reportable Quantity
SARA Section 304 (40 CFR 356.40): Listed
1 lb Reportable Quantity
SARA Section 311/312 (40 CFR 370.21) Hazard categories met:
Acute, Chronic, Fire, Reactive, Sudden Release
SARA Section 313 (40 CFR 372.65): Listed
OSHA (29 CFR 1910. 1200): Meets criteria as a hazardous material
OSHA (29 CFR 1910. 1047): Ethylene Oxide Standard
EPA list of Hazardous Air Contaminants: Listed
EPA Organic Hazardous Air Pollutant (HAP) list: Listed
EPA list of Pesticide Chemicals (40 CFR 180.151): Listed
EPA NESHAPS (40 CFR 63.360)
VOC Rule: 100% VOC

STATE RIGHT-TO-KNOW REGULATIONS:

California Proposition 65: Listed; cancer hazard; reproductive hazard
California Director's List: Listed
Florida Hazardous Substance List: Listed
Massachusetts Extraordinarily Hazardous Substance List: Listed
Minnesota Hazardous Substance List: Listed
New Jersey Hazardous Substance List: Listed on 0882
(Special Hazardous Substance: Environmental
Hazardous Substance)
Pennsylvania Right-to-know List: Listed

**Section 15
Other Information**

GLOSSARY OF TERMS AND ABBREVIATIONS:

ACGIH- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
CERCLA- Comprehensive Environmental Response, Compensation
and Liability Act.
CAS- Chemical Abstract Service
CFR- Code of Federal Regulations
CNS- Central Nervous System
DOT- U.S. Department of Transportation
EPA- U. S. Environmental Protection Agency
HMIS- Hazardous Materials information Sheet
IARC- International Agency for Research on Cancer
IDL- ingredient Disclosure List
IDLH- Immediately dangerous to life and health
HAP- Hazardous Air Pollutant
LC₅₀ - Median lethal dose that kills 50% of an exposed population by
the inhalation route
LD₅₀- Median lethal dose that kills 50% of an exposed population by
the oral (or dermal) route
NESHAPS- National Emission Standards for Hazardous Air Pollut-
ants
NFPA- National Fire Protection Association
NIOSH- National Institute of Occupational Safety and Health
NTP- National Toxicology Program

OSHA- Occupational Safety and Health Administration
p/p- parts per part
PEL- Permissible exposure Limit
PVC- Polyvinyl chloride
ppm- Parts per million
p.s.i.g- Pounds per square inch (gauge pressure)
RCRA- Resource, Conservation and Recovery Act
SARA- Superfund Amendment and Reauthorization Act of 1990
STEL- Short-term exposure Limit
TDG-Transportation of Dangerous Goods
TLV- Threshold Limit Value
TSCA- Toxic Substance Control Act
TWA- Time Weighted Average
VOC- Volatile organic compound
WHMIS-Workplace Hazardous Material Information System

MSDS Revision Date: 10/23/02

Disclaimer

It is imperative that the user/reader be familiar with and adhere to OSHA regulations which are specific to ethylene oxide (29CFR1910.1047) as well as any other applicable Federal, State, or local government regulations. Regulations listed in Section 14 of this document may not be all inclusive and are subject to change. The data in this MSDS is furnished gratuitously independent of any sale of the product only for your investigation and independent verification. While the information is believed to be correct, Andersen makes no representation as to the accuracy of the information contained herein. Andersen shall in no event be responsible for any damages of whatsoever nature directly or indirectly resulting from publication or use of, or negligence upon data contained herein. No Warranty (either expressed or implied) of merchantability or of fitness for any purpose with respect to the product or to the data herein is made hereunder

PIN 2970 031403

Lampiran 2. Daftar Peralatan Fumigasi ETO

No.	Peralatan Fumigasi ETO
A. Peralatan Keselamatan Kerja Fumigator (<i>Personal Protective Equipment, PPE</i>)	
1.	Alat pelindung pernapasan: <i>self-contained breathing apparatus</i> (SCBA)
2.	Alat pelindung mata: <i>fullface masker</i>
3.	Alat pelindung kulit: sarung tangan, pakaian kerja (<i>wear-pack</i>) lengan panjang, dan sepatu.
B. Peralatan Keselamatan Kerja Area Fumigasi	
1.	Tanda-tanda peringatan bahaya (<i>warning signs</i>)
2.	Alat pendeteksi gas (<i>gas leak detector/TLV</i>)
3.	Alat pemadam kebakaran
C. Peralatan dalam ruang perlakuan	
1.	Sumber gas (tabung berisi ETO)
2.	Vaporiser
3.	Sumber panas (<i>heater</i>)
4.	Mesin/pompa vakum
5.	Ruang vakum, yang dilengkapi dengan pipa penyaluran gas dari vaporiser, pipa penyaluran panas dari sumber panas, dan pipa pemasok udara segar
6.	Panel kontrol
7.	Timbangan
D. Peralatan pendukung	
1.	Alat angkut
2.	Sumber listrik
3.	Sumber air
4.	Kalkulator

Lampiran 4. Contoh Sertifikat Fumigasi

Provider's Letterhead

Include details address

ETHYLENE OXIDE FUMIGATION CERTIFICATE

Registration Number:

Detail of Commodity / Target Fumigation

1. Name of Commodity / Target of Fumigation :		2. Quantity :
3. Consignment Link :		
4. Country of Origin :	5. Port of Loading :	6. Country of Destination :
7. Name & Address of Exporter :		8. Name & Address of Consignee :

Detail of Fumigation

9. Date fumigation completed : / /	10. Duration of fumigation :
11. Dose rate (g/m ³) :	12. Vacuum fumigation (pKa) :
13. Minimum Temperature (°C) :	14. Volume of fumigation :
15. Total fumigant Applied :	16. Container number/s (where applicable) :
17. Container number/s (where applicable):	18. Final Concentration after Ventilation : ... ppm

I declare that these details are true and correct and that the ETO treatment has been carried out in accordance with the Indonesian Agricultural Quarantine Agency (IAQA) Fumigation Standard.

Additional Declaration

Company Stamp / Seal	Place & Date of Issued :	
	Signature :	
	Name of Fumigator in Charge :	

Lampiran 5. Contoh tanda-tanda peringatan bahaya (*warning signs*)



Tanda bahaya pada pintu chamber



Tanda peringatan di ruang fumigasi



Tanda bahaya di ruang fumigasi