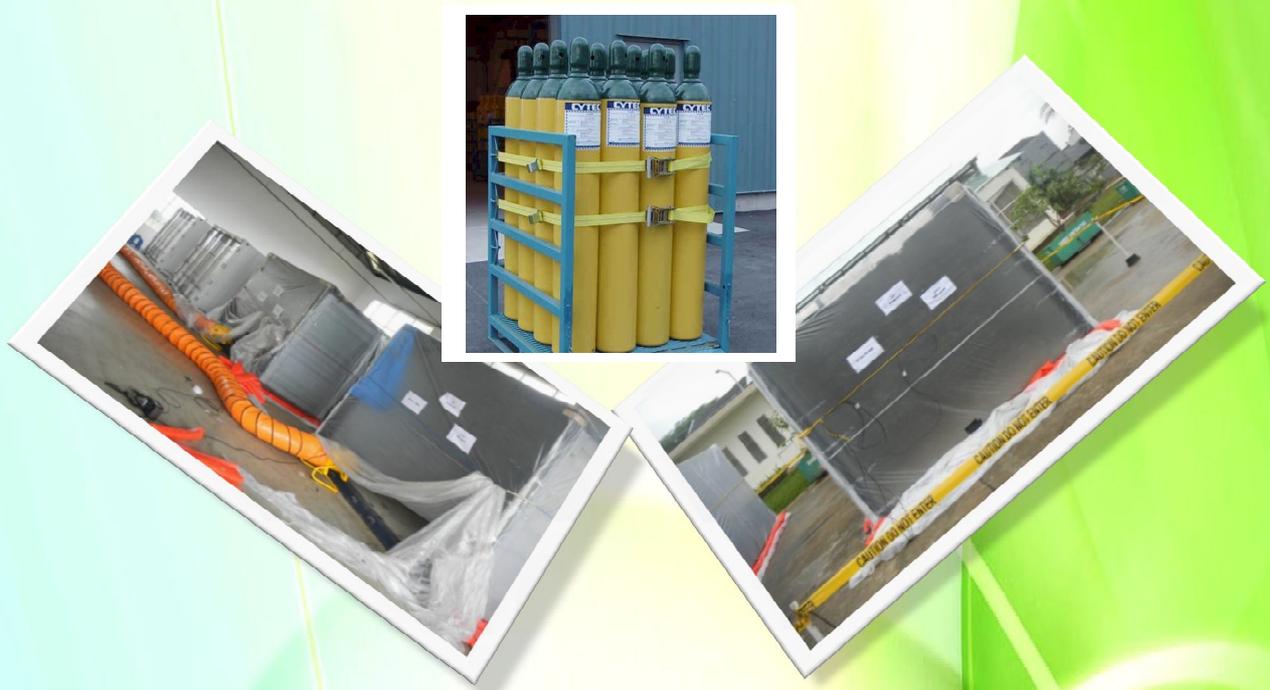


*Seri Perlakuan Karantina Tumbuhan*

# **STANDAR TEKNIS PERLAKUAN FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR (LIQUID PHOSPHINE)**



**PUSAT KARANTINA TUMBUHAN DAN KEAMANAN HAYATI NABATI  
BADAN KARANTINA PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA  
2013**

# **STANDAR TEKNIS PERLAKUAN FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR**



**PUSAT KARANTINA TUMBUHAN DAN KEAMANAN HAYATI NABATI  
BADAN KARANTINA PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN REPUBLIK INDONESIA  
2012**

## 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 telah melakukan pengkajian potensi perlakuan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair. Pengkajian dilakukan di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian (BUTTMKP) terhadap fumigan Eco2Fum sebagai salah satu merk dagang Fosfin cair yang telah diregistrasi di Indonesia. Uji terap Eco2Fum terhadap beberapa komoditas yang *perishable* seperti buah dan tanaman hias menunjukkan bahwa Eco2Fum secara efektif dapat mengeradikasi beberapa jenis serangga dengan tingkat fitotoksisitas yang cukup rendah. Berdasarkan hasil kajian tersebut, Badan Karantina Pertanian merekomendasikan perlakuan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair dapat digunakan sebagai salah satu perlakuan karantina tumbuhan dan pemenuhan persyaratan fitosanitari negara lain (pra-pengapalan).

Kami mengucapkan terimakasih kepada PT. Sterix Indonesia selaku pemegang Merk Pendaftaran Eco2Fum di Indonesia, BUTTMKP, dan Tim Badan Karantina Pertanian yang telah menyiapkan segala sesuatunya sehingga Standar Teknis Perlakuan Fumigasi Fosfin Formulasi Cair (*Liquid Phosphine*) ini dapat diselesaikan. Harapan kami, standar teknis ini dapat bermanfaat dalam mendukung program pengembangan perlakuan karantina.

Jakarta, April 2013  
Kepala Badan Karantina Pertanian

**BANUN HARPINI**

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
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 FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR .....	6
2.1 Fosfin formulasi cair sebagai fumigan .....	6
2.2 Karakteristik fosfin formulasi cair .....	6
2.2.1. Tidak mudah terbakar .....	7
2.2.2. Reaksi sinergis .....	7
2.2.3. Stabilitas gas .....	7
2.2.4. Akurasi dan konsentrasi dalam aplikasi .....	8
2.2.5. Penggunaan jumlah fosfin (PH <sub>3</sub> ) lebih efisien .....	8
2.2.6. Tidak ada residu .....	8
2.3 Toksisitas fosfin formulasi cair .....	9
2.4 Pengaruh fosfin formulasi cair terhadap manusia .....	10
2.5 Pengaruh fosfin formulasi cair terhadap komoditas .....	11
2.6 Keselamatan kerja .....	11
2.6.1. Personil fumigasi .....	11
2.6.2. Alat pelindung personil .....	12
2.6.3. Keselamatan lingkungan kerja .....	14
BAB III PELAKSANAAN FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR .....	16
3.1 Pra Perlakuan .....	16
3.1.1. Penilaian risiko ( <i>risk assessment</i> ) .....	16
3.1.2. Pemberitahuan kepada pihak terkait .....	20
3.1.3. Persiapan pengamanan dan keselamatan .....	21
3.1.4. Persiapan alat dan bahan fumigasi .....	21
3.1.5. Pengukuran volume tumpukan komoditas .....	22
3.1.6. Penentuan jumlah fumigan .....	22
3.1.7. Pemasangan selang monitor dan distribusi .....	23
3.1.8. Pipa dispenser .....	24
3.1.9. Selang distribusi gas .....	24
3.1.10. Selang distribusi ganda .....	25
3.1.11. Pemasangan lembar penutup .....	26
3.1.12. Pemasangan <i>sand snake</i> .....	28
3.1.13. Penyaluran fumigan .....	29
3.2 Pelaksanaan Fumigasi .....	29
3.2.1. Proses penyaluran gas .....	29
3.2.2. Deteksi kebocoran gas .....	30
3.2.3. Monitoring/pemantauan konsentrasi gas .....	30

3.3	Pasca Perlakuan .....	31
3.3.1.	Pembebasan ruang fumigasi dari fumigasi (aerasi) .	31
3.3.2.	Pengemasan alat dan bahan .....	32
3.3.3.	Pencatatan laporan pelaksanaan fumigasi .....	32
3.3.4.	Pemberitahuan kembali kepada pihak terkait .....	32
3.3.5.	Penerbitan sertifikat .....	32
3.3.6.	Pencegahan re-infestasi serangga .....	34
3.3.7.	Pendokumentasian kegiatan .....	35
3.3.8.	Pemeliharaan bahan .....	35
3.3.9.	Pemeliharaan peralatan .....	36
BAB IV	PIHAK-PIHAK YANG BERTANGGUNGJAWAB .....	38
4.1	Pelanggan ( <i>Customers</i> ) .....	38
4.2	Perusahaan fumigasi .....	39
4.3	Perusahaan transportasi .....	40
4.4	Instansi karantina tumbuhan .....	40
4.5	Pemilik tempat pelaksanaan fumigasi (Depo) .....	41
4.6	Pihak-pihak lainnya .....	42
BAB V	SERTIFIKASI KARANTINA TUMBUHAN .....	43
5.1	Pengawasan perlakuan .....	43
5.2	Penerbitan sertifikat karantina tumbuhan .....	43
BAB VI	P E N U T U P .....	44
	DAFTAR PUSTAKA .....	45
	LAMPIRAN .....	46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Grafik perbandingan fosfin formulasi cair dengan fosfin padat .....	7
2 Bentuk tabung silinder untuk penyimpanan fosfin formulasi cair .....	8
3 Pakaian kerja fumigator .....	13
4 <i>Self-Contained Breathing Apparatus/SCBA</i> .....	13
5 Penggunaan selang distribusi .....	26
6 Pemasangan lembar penutup .....	27
7 Penempatan lembar penutup .....	27
8 Pemasangan <i>sand snake</i> .....	28
9 Pemasangan <i>sand snake</i> tampak atas .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Tanda peringatan medis ( <i>Medical Warning Badges</i> ) .....	47
2 Formulir pemberitahuan untuk melaksanakan fumigasi .....	48
3 Contoh tanda peringatan bahaya .....	49
4 Daftar bahan dan peralatan fumigasi fosfin formulasi cair .....	50
5 Rekomendasi dosis fosfin formulasi cair dengan Eco2Fum .....	51
6 Cara penyambungan dan pelipatan <i>sheet</i> .....	52
7 Sertifikat bebas gas .....	57
8 Sertifikat fumigasi .....	58
9 <i>Fumigation record sheet</i> .....	59
10 <i>Short list</i> pelaksanaan fumigasi fosfin formulasi cair .....	62

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Fumigasi sebagai perlakuan karantina tumbuhan bertujuan untuk membebaskan media pembawa dari organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Sesuai dengan maksud dan tujuan penyelenggaraan kegiatan karantina tumbuhan yaitu mencegah masuk dan tersebarnya OPT maka fumigasi sebagai perlakuan karantina harus dapat membunuh OPT keseluruhan. Pemilihan jenis fumigan dalam pelaksanaan fumigasi untuk keperluan tindakan karantina tumbuhan tergantung kepada OPT sasaran, jumlah waktu yang tersedia, jenis komoditas yang akan difumigasi, biaya dan tingkat kesulitan aplikasi, kemungkinan reaksi dengan material lain, dan persyaratan negara tujuan.

Jenis fumigan yang umum digunakan dalam pelaksanaan perlakuan karantina tumbuhan dan pra-pengapalan adalah Metil Bromida dan Fosfin dengan formulasi padat. Fumigasi Fosfin dengan formulasi padat memerlukan waktu papar yang cukup panjang dan sangat berisiko apabila diaplikasikan terhadap komoditas yang kadar airnya cukup tinggi.

Keberadaan fumigan fosfin dalam bentuk cair dapat memecahkan permasalahan dalam aplikasi Fosfin bentuk padat, mengingat Fosfin formulasi cair dapat langsung diaplikasikan menjadi gas Fosfin dan sifat fisik dan kimia fumigan dalam bentuk cair berbeda dengan Fosfin dalam formulasi padat. Di beberapa negara antara lain Thailand, Australia, Amerika Serikat, Fosfin formulasi cair sudah digunakan untuk perlakuan fumigasi dalam mengendalikan OPT pada berbagai jenis komoditas antara lain kopi, kakao, tembakau, buah-buahan dan bunga.

Berdasarkan hasil kajian secara komprehensif, Fosfin formulasi cair dapat dijadikan salah satu alternatif perlakuan karantina tumbuhan karena efikasi, tingkat fito-toksisitas, visibel untuk diaplikasikan dalam perdagangan sesuai ketentuan dalam ISPM No. 28. Untuk dapat dilaksanakan sebagai perlakuan karantina sesuai dengan prinsip fumigasi yang benar dan aman, maka diperlukan standar teknis perlakuan fumigasi Fosfin formulasi cair untuk memudahkan Petugas Karantina Tumbuhan atau pihak ketiga sebagai pelaksana fumigasi.

## 1.2 Tujuan

Standar teknis ini sebagai acuan bagi Petugas Karantina Tumbuhan dan pihak ketiga pelaksana perlakuan fumigasi yang diberikan kewenangan oleh Badan Karantina Pertanian untuk melaksanakan perlakuan fumigasi fosfin formulasi cair untuk keperluan tindakan karantina tumbuhan dan pra pengapalan.

## 1.3 Ruang Lingkup

Standar teknis ini memuat petunjuk tentang informasi umum mengenai Fosfin formulasi cair, pelaksanaan fumigasi dengan menggunakan Fosfin formulasi cair untuk keperluan perlakuan karantina tumbuhan dan sertifikasi karantina tumbuhan terhadap komoditas yang telah mendapat perlakuan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair. Standar teknis ini juga dapat dipergunakan untuk keperluan fumigasi di luar kepentingan karantina tumbuhan.

## 1.4 Dasar Hukum

Karantina tumbuhan adalah 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 melalui serangkaian tindakan karantina tumbuhan. 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 berupa pemeriksaan, pengasingan, pengamatan, perlakuan, penahanan, penolakan, pemusnahan, dan pembebasan. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 09/Permentan/OT.140/2/2009 menyebutkan bahwa pelaksanaan perlakuan karantina tumbuhan harus sesuai dengan teknik dan metode yang ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian.

Pelaksanaan tindakan karantina tumbuhan tertentu termasuk perlakuan karantina tumbuhan dapat dilakukan oleh pihak ketiga di bawah pengawasan petugas karantina tumbuhan sebagaimana dimaksud dalam diatur dalam Pasal 72 PP No.14/2002. 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 maka

Badan Karantina Pertanian dapat menunjuk pihak ketiga sebagai pelaksana tindakan perlakuan setelah terlebih dahulu dilakukan penilaian atas kelengkapan persyaratan yang dibutuhkan untuk dapat melaksanakan tindakan perlakuan.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa tindakan perlakuan karantina tumbuhan termasuk fumigasi harus dilakukan sesuai dengan teknik yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian yang dalam pelaksanaannya dapat dilakukan oleh pihak ketiga sejauh pihak tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian dan pelaksanaannya dilakukan di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan.

- Jenis dan tatacara perlakuan karantina tumbuhan harus ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian yang pelaksanaannya dapat dilakukan oleh petugas karantina tumbuhan atau pihak ketiga (perusahaan fumigasi).
- Dalam hal fumigasi dilaksanakan oleh perusahaan fumigasi maka perusahaan fumigasi harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Kepala Badan Karantina Pertanian.
- Pelaksanaan fumigasi oleh perusahaan fumigasi harus dilakukan di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan.

## 1.5 Pengertian Umum

Dalam standar teknis ini yang dimaksud dengan:

- 1.5.1 Absorpsi adalah penyerapan fumigan hingga ke bagian dalam bahan yang difumigasi.
- 1.5.2 Aerasi adalah kegiatan mengangin-anginkan ruangan dan komoditas yang telah difumigasi dengan tujuan menghilangkan sisa fumigan sampai dengan batas ambang aman (*Threshold Limit Value*).
- 1.5.3 *Threshold Limit Value (TLV)* adalah ambang batas aman suatu konsentrasi fumigan untuk dapat dihirup oleh manusia tanpa menggunakan alat keselamatan kerja.
- 1.5.4 Area Berbahaya (*Hazard/Risk Area*) adalah daerah yang berdekatan dengan tempat/ruangan fumigasi di mana fumigan (gas yang digunakan untuk fumigasi) dapat menembus ke luar dalam konsentrasi yang membahayakan.
- 1.5.5 Dosis adalah jumlah fumigan yang digunakan untuk melakukan

fumigasi.

- 1.5.6 Fitotoksisitas adalah pengaruh negatif (buruk) fumigan terhadap tanaman atau hasil tanaman atau komoditas yang difumigasi.
- 1.5.7 Fosfin formulasi cair adalah fumigan yang mengandung bahan aktif Fosfin 2 % yang dicampur dengan karbon dioksida sebanyak 98 % yang dikemas dalam silinder bertekanan.
- 1.5.8 Gassing adalah pelepasan gas fumigan dari tabung ke ruang fumigasi.
- 1.5.9 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.
- 1.5.10 Organisme Pengganggu Tumbuhan yang selanjutnya disebut OPT adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan dan/atau menyebabkan kematian tumbuhan.
- 1.5.11 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.
- 1.5.12 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/K.
- 1.5.13 Perlakuan pra pengapalan adalah perlakuan di luar perlakuan karantina tumbuhan untuk memenuhi persyaratan negara tujuan ekspor.
- 1.5.14 Fumigasi adalah tindakan perlakuan dengan menggunakan fumigan di dalam ruang yang kedap udara pada suhu dan tekanan tertentu.
- 1.5.15 Fumigator adalah orang yang memiliki kompetensi melaksanakan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair.
- 1.5.16 Fumigan adalah pestisida yang dalam suhu dan tekanan tertentu berbentuk gas dan dalam konsentrasi serta waktu tertentu dapat membunuh organisme pengganggu tumbuhan.
- 1.5.17 Konsentrasi adalah kadar fumigan dalam ruang fumigasi (*enclosure*) pada waktu tertentu. Biasanya dinyatakan dalam *part per million* (ppm).

- 1.5.18 Monitoring adalah pengukuran konsentrasi fumigan pada ruang fumigasi secara berkala.
- 1.5.19 Registrasi perusahaan fumigasi adalah 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.
- 1.5.20 Petugas Karantina Tumbuhan adalah pejabat fungsional pengendali OPT yang bekerja pada instansi karantina tumbuhan.
- 1.5.21 Pihak ketiga adalah perusahaan fumigasi yang diberi kewenangan untuk melaksanakan perlakuan fumigasi dalam rangka perlakuan karantina tumbuhan.
- 1.5.22 Ruang fumigasi (*fumigation enclosure*) adalah ruang di mana fumigan dilepas selama fumigasi. Contoh: peti kemas dan ruang tertutup *tarpauline sheet*.
- 1.5.23 Toksisitas adalah daya racun fumigan terhadap benda selama waktu papar.
- 1.5.24 *Topping up* adalah penambahan fumigan untuk mencapai konsentrasi yang diinginkan.

## BAB II FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR

### 2.1 Fosfin Formulasi Cair sebagai Fumigan

Penggunaan Fosfin formulasi cair sebagai alternatif dalam pelaksanaan fumigasi dapat dipergunakan terhadap berbagai komoditas yang bermasalah apabila difumigasi dengan fosfin formulasi padat. Fosfin formulasi cair yang diperdagangkan dalam silinder tabung bertekanan yang dicampur dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Kandungan gas Fosfin sebagai bahan aktif dalam suatu formulasi dalam tabung silinder tidak lebih dari 5 %. Pada umumnya senyawa Fosfin formulasi cair yang diperdagangkan mengandung 2 % gas Fosfin dan 98 % gas CO<sub>2</sub>. Hal ini karena sifat Fosfin yang sangat mudah terbakar (*flammable*).

Aplikasi fumigasi dengan menggunakan Fosfin formulasi cair harus memperhatikan sifat-sifat fisik dan kimia yang dimilikinya. Faktor lain yang harus diperhatikan adalah keamanan selama berlangsungnya kegiatan fumigasi. Gas Fosfin sangat beracun dan berbahaya terhadap manusia sehingga operator harus senantiasa memperhatikan *Material Safety and Data Sheet* (MSDS) yang direkomendasikan oleh produsen.

Formulasi Fosfin formulasi cair umumnya berasal dari senyawa PH<sub>3</sub> sebanyak 2% dan CO<sub>2</sub> sebanyak 98% dengan reaksi kimia sebagai berikut:



**Fosfin formulasi cair yang digunakan di Indonesia merupakan produk yang telah mendapatkan nomor registrasi dan ijin penggunaan dari Kementerian Pertanian.**

### 2.2. Karakteristik Fosfin Formulasi Cair

Fosfin memiliki nama kimia Hidrogen Fosfida dengan formulasi kimia PH<sub>3</sub>. Pemilihan Fosfin formulasi cair sebagai fumigan dalam pelaksanaan fumigasi pada 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. Hal ini karena Fosfin formulasi cair

yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

### 2.2.1 Tidak mudah terbakar

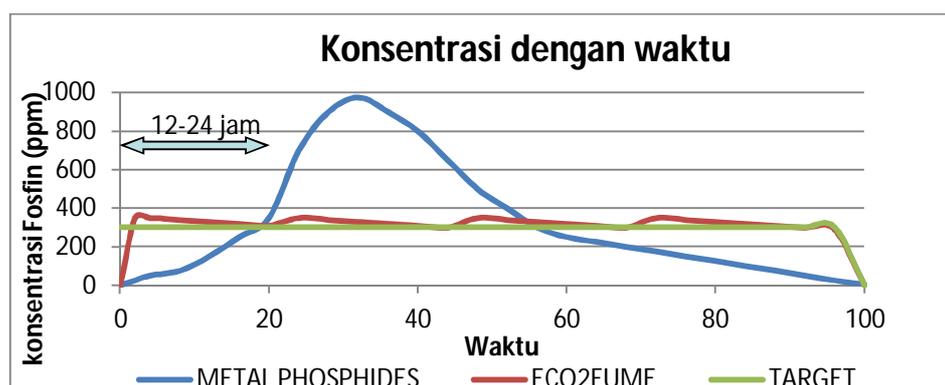
Gas fumigan Fosfin formulasi cair adalah campuran gas dari 2 % Fosfin dalam 98 % karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida adalah gas pembawa (*carrier*) yang sangat baik untuk Fosfin dan menjamin Fosfin formulasi cair tidak mudah terbakar dengan udara.

### 2.2.2 Reaksi sinergis

Penelitian telah menunjukkan efek sinergis bila CO<sub>2</sub> digunakan dengan Fosfin formulasi cair. Meskipun studi ini dilakukan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi, namun terjadi efek sinergis ketika CO<sub>2</sub> digunakan bersama dengan Fosfin. CO<sub>2</sub> memiliki kecenderungan untuk meningkatkan pernapasan serangga dan spirakel akan terbuka ketika bernapas yang akan mempercepat serangga mengambil dosis mematikan dari Fosfin formulasi cair. Hal ini menyebabkan penggunaan Fosfin formulasi cair lebih efisien untuk mencapai hasil yang diinginkan dan waktu fumigasi akan sedikit dipersingkat karena reaksi sinergis tersebut.

### 2.2.3 Stabilitas gas

Konsentrasi gas Fosfin formulasi cair dapat lebih mudah dipertahankan selama fumigasi. Jika menggunakan fosfin padat, grafik kurva Fosfin akan dimulai dari rendah dan mencapai puncaknya sekitar 20 jam setelah peletakkan fumigan. Selanjutnya kurva akan turun perlahan-lahan ke tingkat yang lebih rendah sebelum aerasi (72 jam kemudian). Dosis mematikan Fosfin formulasi cair, akan konstan selama berlangsungnya fumigasi sehingga fumigator tidak akan mengalami masalah konsentrasi sebelum 20 jam pertama (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik perbandingan Fosfin formulasi cair dengan fosfin padat ( CYTEC, 2011)

#### 2.2.4 Akurasi dan konsentrasi dalam aplikasi

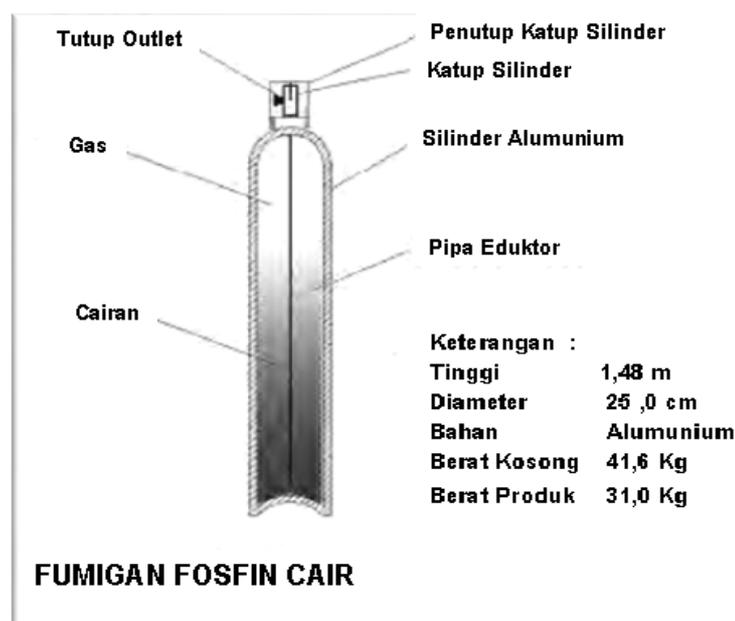
Penggunaan Fosfin formulasi cair terhadap berbagai komoditas telah banyak dilakukan di beberapa negara, antara lain Amerika Serikat, Australia, Kanada, New Zealand, dan Thailand. Hal ini karena Fosfin formulasi cair mudah dalam aplikasi, efektif terhadap OPT sasaran dan fitotoksitasnya rendah. Selain itu, dosis aplikasi Fosfin formulasi cair lebih mudah dikontrol konsentrasi dan waktu paparnya (*CT product*) sehingga dapat mencegah terjadinya resistensi serangga.

#### 2.2.5 Penggunaan jumlah Fosfin (PH<sub>3</sub>) lebih efisien

Aplikasi Fosfin formulasi cair merupakan sinergisme antara PH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> sehingga penggunaan PH<sub>3</sub> dalam Fosfin formulasi cair yang dilepas akan lebih efisien.

#### 2.2.6 Tidak ada residu

Fumigan Fosfin formulasi cair tidak meninggalkan residu berupa serbuk atau bentuk lain yang dapat mencemari komoditas yang difumigasi.



Gambar 2. Bentuk tabung silinder untuk penyimpanan Fosfin formulasi cair

Di dalam aplikasinya, fumigator selain harus memperhatikan sifat-sifat fisik dan kimia Fosfin di atas, juga harus diperhatikan juga sifat Fosfin formulasi cair sebagai berikut :

a. Pada temperatur di atas 51,7 °C tabung silinder bagian outlet meledak akibat tekanan tinggi (Gambar 2).

b. Korosi logam

Sifat Fosfin korosif terhadap logam tembaga/logam mulia atau campuran logam tembaga/logam mulia pada temperatur dan kelembaban yang relatif tinggi. Pada umumnya, korosif logam terjadi apabila paparan Fosfin formulasi cair terjadi ketika konsentrasi Fosfin dalam konsentrasi tinggi (lebih dari 500 ppm). Untuk itu, logam tembaga atau campuran logam tembaga harus dilindungi dari paparan langsung Fosfin selama berlangsungnya fumigasi dengan konsentrasi Fosfin yang tinggi.

### 2.3 Toksisitas Fosfin Formulasi Cair

Toksisitas Fosfin formulasi cair terhadap serangga tergantung kepada jenis dan stadia perkembangannya. Selain itu, toksisitas Fosfin formulasi cair juga tergantung pada lamanya waktu paparan (*exposure time*), temperatur dan konsentrasi (Tabel 1).

Tabel 1. Rekomendasi dosis umum fumigasi Fosfin formulasi cair pada beberapa waktu paparan (*exposure time*)

Temperatur	Konsentrasi	Waktu Paparan
0° C (di bawah 32°F)	Tidak dilakukan fumigasi	Tidak dilakukan fumigasi
0-4° C (32-39° F)	200-1,000 ppm	6 hari
5-12° C (40-53° F)	200-1,000 ppm	4 hari
12-15° C (54-59° F)	200-1,000 ppm	3 hari
16-25° C (60-79° F)	200-1,000 ppm	2 hari
≥26° C (≥80° F)	200-1,000 ppm	36 hari
≥26° C (≥80° F)	500-1,000 ppm	24 hari

Sumber: Cytec, 2013

## 2.4 Pengaruh Fosfin Formulasi Cair terhadap Manusia

Penggunaan Fosfin formulasi cair harus memperhatikan aspek keselamatan kerja karena Fosfin formulasi cair adalah fumigan yang sangat beracun terhadap manusia. Keracunan Fosfin formulasi cair dapat berakibat fatal (kematian) bagi manusia. Pengaruh dari paparan (*exposure*) gas tergantung pada konsentrasi gas jangka waktu dan seringnya terkena paparan. Pengaruh yang buruk dapat terjadi tidak hanya oleh paparan pada konsentrasi yang tinggi, tapi juga paparan yang terus menerus atau berulang-ulang walaupun dalam konsentrasi rendah.

Efek yang langsung membahayakan terhadap manusia terjadi apabila terpapar Fosfin formulasi cair dengan konsentrasi 2.8 ppm karena dapat mematikan manusia dalam beberapa menit. Batas toleransi paparan Fosfin formulasi cair terhadap manusia adalah sebesar 0.3 ppm dan karbon dioksida tidak melebihi dari 5000 ppm (0.5 % volume) setiap saat, baik selama atau setelah aplikasi.

Gejala umum yang dapat dirasakan oleh manusia sebagai berikut:

- a. Apabila Fosfin formulasi cair terhirup dalam dosis yang rendah mengakibatkan pusing, mual, lemas, telinga berdengung, dan sakit pada bagian dada.
- b. Apabila Fosfin formulasi cair terhirup dalam dosis yang tinggi mengakibatkan mual, muntah-muntah, lemas, mengigil, sakit perut, diare, sakit dada, dan sulit bernafas.
- c. Apabila Fosfin formulasi cair terhirup dalam dosis yang sangat tinggi mengakibatkan gelisah sulit berjalan, sulit bernafas, warna kulit kebiru-biruan, kekurangan oksigen pada darah, pingsan, kegagalan fungsi otak dan paru-paru, sistem syaraf rusak berat, dan kematian.

Pengaruh Fosfin formulasi cair pada manusia tidak mengakibatkan terjadinya mutasi gen (mutagenik), embrio toksisitas (keracunan pada organ reproduksi), dan karsinogenik (pembentukan kelainan jaringan/kanker).

**Fosfin formulasi cair adalah fumigan yang sangat beracun terhadap manusia. Oleh karena itu, fumigasi dengan menggunakan Fosfin formulasi cair hanya boleh dilakukan oleh tenaga yang terlatih (kompeten) dengan menggunakan peralatan pelindung yang sesuai.**

## 2.5 Pengaruh Fosfin Formulasi Cair terhadap Komoditas

Fosfin formulasi cair hanya diserap sedikit oleh bahan makanan sehingga pengaruh buruk akibat residu yang ditinggalkan pada komoditas yang difumigasi relatif kecil (tidak berbahaya). Pada umumnya, sisa gas Fosfin formulasi cair dalam komoditas akan mudah dibuang pada saat dilakukan aerasi setelah fumigasi. Sesuai dengan ketentuan *Codex Alimentarius*, batas residu untuk *inorganic Fosfin* yang diperbolehkan pada biji-bijian yang belum diolah adalah 0.1 mg/kg dan 0.01 mg/kg pada biji-bijian yang telah diolah.

CO<sub>2</sub> berpengaruh terhadap sintesa etilen yang dibutuhkan dalam proses pematangan buah terutama buah yang tergolong klimaterik. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi pada Fosfin formulasi cair dapat menghambat proses biokimia yaitu terhambatnya sintesa etilen sehingga dapat berfungsi sebagai penghambat laju pematangan.

Fosfin formulasi cair sangat reaktif terhadap beberapa logam atau bahan-bahan yang mengandung:

- a. Tembaga yang mengandung logam campuran, seperti kuningan, dan dengan komponen - komponen lainnya yang mengandung tembaga seperti kabel, kawat listrik, komputer, motor listrik, peralatan komunikasi, dan peralatan elektronik;
- b. Perak;
- c. Emas;
- d. Bahan-bahan yang terbuat dari tembaga, perak, atau emas;
- e. Beberapa jenis kertas film yang mengandung komponen perak;
- f. Sutera;
- g. Garam logam;
- h. Seng pada kelembaban relatif di atas 90%.

## 2.6 Keselamatan Kerja

### 2.6.1 Personil Fumigasi

- a. Persyaratan Personil

Pelaksanaan fumigasi merupakan pekerjaan yang memiliki risiko yang tinggi terhadap keselamatan pekerjanya. Fumigator harus dilakukan oleh personil yang memiliki pengetahuan dan keterampilan

yang dinilai cakap (kompeten). Persyaratan sebagai fumigator adalah:

- Pendidikan serendah-rendahnya SLTA;
- Berbadan sehat;
- Memiliki sertifikat kompetensi sebagai fumigator dari Badan Karantina Pertanian.

b. Jumlah Personil

Fumigasi harus dilakukan oleh fumigator yang kompeten dan jumlah personil yang terlibat paling sedikit oleh 2 (dua) orang. Anggota tim lainnya, paling tidak, harus memiliki pengetahuan yang cukup tentang pelaksanaan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair dan telah dilatih sebelumnya oleh perusahaan fumigasi yang bersangkutan. Pelaksana fumigasi harus benar-benar memahami risiko bahaya yang mungkin terjadi dalam melakukan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair, prosedur keamanan yang harus dijalankan, serta tindakan pertolongan pertama apabila terjadi kecelakaan/keracunan. Jumlah personil yang terlibat dapat disesuaikan dengan volume kegiatan fumigasi.

c. Pemeriksaan Kesehatan Personil

Pelaksana fumigasi harus secara rutin dilakukan pemeriksaan kesehatan (*medical check-up*). Pemeriksaan perlu dilakukan secara rutin (6 bulan sekali) bagi setiap personil (operator) fumigasi. Hasil pemeriksaan tersebut harus dilaporkan kepada pimpinan perusahaan sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil tindakan-tindakan yang diperlukan guna menjamin keselamatan dan kesehatan personil fumigasi.

## 2.6.2 Alat Pelindung Personil

a. Pakaian Kerja

Fumigator dan personil fumigasi harus menggunakan pakaian kerja sebagai berikut:

- *Wear pack* berlempang panjang yang terkancing sampai leher pada waktu melaksanakan fumigasi. Pakaian harus berwarna terang dan sebaiknya diberi pita pendar (*fluorescence*) pada bagian punggung dan dada;
- Perlengkapan untuk pakaian kerja termasuk juga helmet, sepatu

dan sarung tangan (Gambar 3).



Gambar 3. Pakaian kerja fumigator

b. Alat Pelindung Pernafasan

Fumigator harus menggunakan alat pelindung pernafasan yang memadai, berupa masker dengan kanister yang sesuai untuk Fosfin atau tabung udara (*Self-contained Breathing Apparatus/SCBA*) (Gambar 4). Kanister yang telah terpakai harus diganti setelah masa berlakunya habis. Masa pakai kanister supaya mengikuti spesifikasi yang dikeluarkan oleh produsen. Kanister yang telah terpapar terhadap fumigan dalam konsentrasi yang tinggi juga harus diganti dengan segera. Kanister yang telah basah isinya harus dibuang.



Gambar 4. *Self-contained Breathing Apparatus/SCBA*

Dalam praktek, kanister dapat digunakan beberapa kali asalkan selalu dilepas dari masker setiap habis digunakan dan ditutup pada

waktu tidak digunakan sepanjang masa berlakunya belum habis. Waktu dan tanggal pemakaian harus selalu dituliskan pada kanister tersebut. Untuk keperluan kesehatan dan keamanan bagi pemakai, masker dan kanister tidak diperbolehkan untuk dipinjam-pakaikan kepada orang lain. Penyimpanan masker berikut kanister harus dilakukan di tempat yang terpisah dengan fumigan.

Semua peralatan keamanan personil harus dipelihara agar selalu berada dalam keadaan baik dan siap pakai. Tabung SCBA harus diuji secara rutin kemampuannya untuk menahan tekanan hidrostatik dan untuk menghindarkan timbulnya kecelakaan akibat pecahnya tabung tersebut. Pengujian ini biasanya dilakukan 5 tahun sekali untuk tabung yang terbuat dari logam dan 2.5 tahun sekali untuk tabung yang terbuat dari serat karbon. Tabung SCBA yang digunakan oleh personil fumigasi setidaknya-tidaknya harus mampu menahan tekanan hingga sebesar 450 atm. Pada waktu digunakan, tekanan udara pada tabung harus diusahakan tidak melebihi 300 atm.

- Kanister hanya dapat digunakan sebagai pelindung pernafasan untuk konsentrasi gas Fosfin < 15 ppm.
- Jangan sekali-kali memasuki ruangan fumigasi apabila Anda hanya menggunakan masker dengan kanister.
- Karena alasan-alasan keamanan dan ekonomi, disarankan untuk menggunakan SCBA sebagai alat proteksi pernafasan.
- Fumigator harus mempelajari dan memahami *Material Safety Data Sheet* (MSDS).

c. Tanda Peringatan Medis (*Medical Warning Badge*)

Personil fumigasi harus menggunakan Tanda Peringatan Medis (*Medical Warning Badge*) yang dikalungkan di leher dengan bentuk seperti contoh pada Lampiran 1. *Medical Warning Badge* ini dimaksudkan untuk memberikan informasi kepada dokter bahwa pasien adalah korban keracunan Fosfin, sehingga dokter dapat segera menentukan tindakan medis yang sesuai untuk menolong korban.

### 2.6.3 Keselamatan Lingkungan Kerja

Pelaksanaan fumigasi harus aman, baik terhadap pelaksana

fumigasi maupun terhadap lingkungan. Untuk keamanan dan keselamatan lingkungan, sebelum pelaksanaan fumigasi maka perusahaan fumigasi dan fumigator harus memastikan lingkungan disekitar kegiatan fumigasi akan berlangsung sudah bebas dari orang-orang yang tidak berkepentingan. Setelah dinyatakan aman, perusahaan fumigasi harus membuat garis batas dan tanda-tanda peringatan kepada masyarakat umum bahwa di lokasi tersebut sedang berlangsung kegiatan fumigasi dan mengawasinya terus-menerus sampai fumigasi dinyatakan berakhir.

Hal penting yang harus diperhatikan dalam mengamankan lingkungan kerja adalah ketika pelaksanaan kegiatan pembuangan sisa-sisa fumigan (aerasi). Fumigator harus memastikan bahwa lingkungan kerja sudah aman dan sisa fumigan yang akan dibuang tidak membahayakan lingkungan sekitarnya.

## **BAB III**

### **PELAKSANAAN FUMIGASI FOSFIN FORMULASI CAIR**

#### **3.1 Pra Perlakuan**

##### **3.1.1 Penilaian Risiko (*risk assessment*)**

Sebelum melaksanakan perlakuan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair, fumigator wajib melakukan penilaian risiko (*risk assessment*). Hal ini dimaksudkan untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja fumigator, keselamatan lingkungan sekitar, menghindari terjadinya dampak negatif terhadap komoditas yang diberi perlakuan fumigasi, serta untuk memastikan bahwa perlakuan dilakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam penilaian risiko, antara lain:

a. Waktu

Waktu harus tersedia untuk melaksanakan kegiatan fumigasi yang efektif sesuai standar. Waktu yang diperlukan mencakup waktu untuk persiapan, pelaksanaan dan pasca pelaksanaan fumigasi.

b. Tempat

Tempat pelaksanaan fumigasi harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1) Ketersedian sumber/daya listrik dan air;
- 2) Terlindung dari angin kencang dan hujan;
- 3) Ventilasi dan pencahayaan yang cukup;
- 4) Kondisi keamanan lingkungan;
- 5) Bebas genangan air atau banjir;
- 6) Kondisi lantai:
  - Lantai fumigasi harus kedap, tidak dapat ditembus gas sehingga mampu mempertahankan konsentrasi fumigan pada tingkat minimal selama masa perlakuan. Beton yang tidak bercelah (tertutup rapat dan dalam kondisi baik) atau aspal baik untuk digunakan sebagai lantai fumigasi.
  - Apabila lantai tidak kedap gas, harus dilakukan penutupan dengan menggunakan lembaran (*tarpauline/sheet fumigation*),

untuk itu lantai tersebut harus: (i) datar dan bersih dari batu atau benda tajam atau kotoran lainnya sehingga penempatan lembaran pada permukaan lantai dapat dilakukan dengan baik untuk mencegah kebocoran gas; serta (ii) bebas dari retakan-retakan dan saluran air atau celah lainnya yang dapat mengurangi sifat kedap gas ruangan tersebut.

c. Komoditas

1) Jenis komoditas

Beberapa jenis komoditas akan terpengaruh oleh Fosfin formulasi cair atau tidak dapat difumigasi dengan Fosfin. Contoh komoditas tersebut adalah furniture yang mengandung emas, perak, dan tembaga.

2) Jumlah/volume komoditas

Jumlah/volume komoditas diperlukan untuk menyiapkan alat-alat dan bahan yang diperlukan untuk melaksanakan fumigasi.

3) Kondisi komoditas

Untuk menjamin keberhasilan fumigasi, lapisan yang kedap gas (seperti permukaan yang dicat atau diplitur, dilapisi lilin atau teer) harus dibersihkan sebelum fumigasi dilaksanakan. Hal ini perlu dilakukan untuk memastikan penetrasi gas berjalan dengan baik.

Komoditas yang dibungkus kemasan kedap gas seperti selofan (*cellophane*), plastik film, kertas berlapis lilin, kertas berlapis plastik (*laminating*) atau kertas yang kedap air harus dilubangi atau dibuang atau dibuka sebelum dilakukan fumigasi. Pelubangan pada kemasan memungkinkan penetrasi gas, sehingga fumigasi dapat berlangsung efektif tanpa harus membuang atau membuka atau merobek kemasan. Pelubangan yang memenuhi persyaratan fumigasi adalah minimal 4 (empat) lubang dengan diameter 0.6 cm atau 5 (lima) lubang dengan diameter 0.5 cm setiap 100 cm<sup>2</sup>.

Komoditas yang disertai kemasan kayu harus diberi perlakuan dan sertifikasi (*marking*) sesuai dengan ketentuan ISPM#15 sebelum fumigasi dilaksanakan.

d. Jenis OPT dan Dosis

Verifikasi jenis hama dan stadia perkembangan dilakukan untuk memastikan jenis hama yang akan difumigasi karena akan berpengaruh pada dosis yang akan digunakan dan waktu pemaparan (*exposure time*) fumigan. Namun, penggunaan dosis juga tergantung pada jenis komoditas dan permintaan pelanggan sesuai dengan ketentuan negara tujuan.

e. Tumpukan Komoditas (*Stacking*)

Verifikasi tumpukan komoditas untuk memastikan kondisi tumpukan komoditas cukup baik untuk sirkulasi gas di ruang fumigasi dan untuk memudahkan penempatan selang monitor. Komoditas harus ditumpuk sedemikian rupa dan diberi jarak dari lantai minimal 5 cm, sehingga: (i) memungkinkan sirkulasi gas berjalan dengan baik di dalam ruang fumigasi, (ii) memudahkan peletakan Fosfin formulasi cair secara merata, serta (iii) memudahkan peletakan selang monitor. Bila volume tumpukan relatif besar, komoditas hendaknya disusun dengan menggunakan palet untuk memungkinkan penetrasi gas ke dalam tumpukan. Antara satu palet dengan lainnya harus diberi jarak minimal 5 cm. Fumigasi dalam peti kemas atau ruang, sebaiknya juga menggunakan palet untuk menyusun/menyangga komoditas. Jarak antara tumpukan komoditas dengan dinding peti kemas atau ruang pada bagian atas dan sisi harus tidak kurang dari 10 cm.

**Verifikasi merupakan langkah awal dalam persiapan fumigasi untuk memastikan fumigasi layak untuk dilakukan. Hal-hal yang perlu diverifikasi, antara lain waktu dan tempat pelaksanaan fumigasi, komoditas (jenis, jumlah, kondisi, kemasan/*packing*), penumpukan/*stacking* komoditas, dan jenis hama/dosis.**

f. Ruangan Fumigasi Fosfin Cair

Perlakuan fumigasi harus dilaksanakan di ruangan yang kedap gas atau tidak bocor. Jika dapat dibuktikan bahwa ruangan fumigasi sudah kedap gas, maka penggunaan lembaran penutup fumigasi tidak diperlukan. Jika ruang fumigasi tidak kedap gas, maka ruangan fumigasi harus menggunakan sungkup atau lembar penutup. Bentuk ruang fumigasi yang sering digunakan adalah *chamber* fumigasi,

*shipping container*, dan sungkup plastik.

1) *Chamber Fumigation*

Penggunaan ruangan khusus fumigasi (*chamber fumigation*) sebagai ruang fumigasi tanpa lembaran penutup dapat dilakukan jika *chamber fumigation* tersebut telah dilakukan pengujian kekedapan. Tingkat kekedapan gas harus diukur dengan menggunakan uji penurunan tekanan (*presurre decay test*). Hal ini dapat dilakukan dengan melihat waktu paruh tekanan (atau penurunan) dari 250 Pa ke 200 Pa harus minimal 10 detik. Peti kemas yang tidak dapat mencapai tekanan sampai 250 Pa (tekanan permulaan untuk ujian) dianggap tidak kedap.

2) Peti kemas (*shipping container*)

Peti kemas dapat digunakan sebagai ruangan tempat pelaksanaan fumigasi tanpa menggunakan lembaran penutup, apabila:

- Telah dilakukan pengujian kekedapan gas (*presurre decay test*) dengan hasil tekanan dapat dipertahankan dari 50 Pa ke 25 Pa selama 5 detik; atau
- Telah dilakukan pemeriksaan kondisi peti kemas tidak ada lubang/celah, lantai kontainer bagus, semua ventilasi kontainer dapat ditutup, dan dapat dilakukan penutupan disekitar selang distribusi dan selang monitor.

Peti kemas diposisikan sedemikian rupa sehingga semua sisi dapat diperiksa untuk memastikan kelayakannya. Peti kemas harus ditempatkan di permukaan yang rata dan horizontal untuk menghindari kemiringan yang mungkin dapat menyebabkan pintu-pintu tidak dapat ditutup dengan sempurna.

**Peti kemas yang dalam kondisi kurang baik yang berdasarkan hasil pemeriksaan dimungkinkan terjadinya kebocoran gas harus dilakukan penutupan dengan lembaran penutup.**

3) Sungkup plastik

Sungkup plastik dapat digunakan sebagai ruangan fumigasi. Penggunaan sungkup plastik harus sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Pemasangan lembar penutup dilakukan agar dapat membuat ruang fumigasi kedap gas. Lembaran penutup harus

memenuhi syarat sebagai berikut:

- Bebas dari segala cacat, misalnya sobek, berlubang, atau kerusakan pada sambungan yang dapat mengakibatkan kebocoran gas;
- Terbuat dari plastik PVC atau *Poly Ethylene* (PE) yang memiliki ketebalan 150 – 250 mikron dan berat 300 - 500 gram/m serta kerapatan anyaman/rajutan sebesar 0.125 – 0.250 mikron (setara dengan 500 *gauge*).

g. Suhu Ruang Fumigasi

Di Indonesia yang beriklim tropis (hangat), suhu ruang pada umumnya tidak menjadi masalah yang serius bagi pelaksanaan fumigasi yang efektif. Suhu minimum untuk fumigasi Fosfin formulasi cair untuk tujuan tindakan karantina dapat dilakukan pada suhu 0<sup>0</sup> C. Bila suhu di dalam ruang berada di bawah 0<sup>0</sup> C, maka fumigasi tidak direkomendasikan untuk dilaksanakan. Penyerapan fumigan yang berlebih akan menimbulkan resiko keamanan karena fumigan tersebut akan sulit untuk dihilangkan dari komoditas. Suhu ruangan merupakan faktor yang penting dalam menentukan konsentrasi Fosfin formulasi cair yang efektif membunuh serangga sasaran. Kondisi optimal untuk pelaksanaan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair pada suhu ≥ 26<sup>0</sup>C.

### 3.1.2 Pemberitahuan Kepada Pihak Terkait

Pelaksana fumigasi harus memberitahukan rencana pelaksanaan fumigasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Pemberitahuan dilakukan secara tertulis dengan menggunakan formulir seperti contoh pada Lampiran 2 dan disampaikan selambat-lambatnya 24 jam sebelum fumigasi dilaksanakan. Pemberitahuan dilakukan antara lain kepada aparat keamanan setempat, pemilik komoditas, atau pengelola tempat pelaksanaan fumigasi.

### 3.1.3 Persiapan Pengamanan dan Keselamatan

Persiapan pengamanan pelaksanaan fumigasi dilakukan untuk memastikan bahwa area fumigasi aman dan tidak mengganggu lingkungan. Pengamanan dilakukan dengan memasang garis batas area berbahaya dan pemasangan tanda peringatan yang mudah dibaca serta diumumkan secara lisan. Contoh tanda peringatan bahaya dapat dilihat pada Lampiran 3.

### 3.1.4 Persiapan Alat dan Bahan Fumigasi

Pelaksanaan fumigasi memerlukan peralatan dan bahan yang mencukupi. Semua peralatan yang akan dipergunakan harus dipastikan dapat berfungsi dengan baik. Jenis alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan fumigasi dapat dilihat pada Lampiran 4.

Secara garis besar, bahan dan alat yang diperlukan untuk melaksanakan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair adalah sebagai berikut:

- a. Fosfin formulasi cair dalam bentuk gas yang dicairkan dengan gas pembawa (*carrier*) CO<sub>2</sub>;
- b. Peralatan pelindung keselamatan (*safety equipments*) yang terdiri dari pakaian kerja, alat pelindung pernapasan, obat-obatan, alat pemadam kebakaran;
- c. Peralatan aplikasi fumigan diantaranya lembaran penutup (*tarpauline sheet*), *sand-snake*, *exhaust fan/blower*, selang monitor (bahan tahan terhadap himpitan), selang distribusi, selang dispenser (bahan dari alumunium, karet yang tahan tekanan sampai 2500-3000 Psi) dan peralatan lainnya;
- d. Peralatan untuk mendeteksi kebocoran gas Fosfin formulasi cair dan pengukur konsentrasi gas;
- e. Peralatan untuk petunjuk bahaya diantaranya tanda-tanda peringatan bahaya, tali/pita pembatas/*hazard tape*;
- f. Peralatan untuk dokumentasi pelaksanaan kegiatan, seperti kamera, lembar catatan fumigasi, sertifikat fumigasi, alat tulis, dan lain-lain.

**Gunakan *checklist* peralatan/bahan dan pastikan bahwa seluruh peralatan tersedia dan berfungsi dengan baik dan bahan tidak kadaluarsa.**

### 3.1.5 Pengukuran Volume Tumpukan Komoditas

Volume ruang fumigasi adalah isi seluruh ruang yang digunakan untuk fumigasi. Volume ruang fumigasi dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Volume (V)} = \text{panjang (p)} \times \text{lebar (l)} \times \text{tinggi (t)}$$

Jika fumigasi dilakukan dalam ruang, maka dalam menghitung volume ruang fumigasi juga harus memperhitungkan volume peralatan sirkulasi udara (misalnya cerobong). Berikut ini adalah panduan yang dapat digunakan untuk membantu menghitung volume berbagai ruangan fumigasi, apabila volume ruang berbentuk:

- Kotak/kubus tanpa atap :  $p \times l \times t$
- Volume atap ruangan :  $0,5 \times p \times l \times t$
- Volume bunker :  $1,6 \times r \times r \times p$
- Badan ruang berbentuk silinder :  $3,2 \times r \times r \times t$
- Ruang berbentuk kerucut :  $1,6 \times r \times r \times t$

Catatan: p = panjang, l = lebar, t = tinggi, r = radius/jari-jari

### 3.1.6 Penentuan Jumlah Fumigan

Jumlah fumigan yang digunakan tergantung dosis standar dan volume ruang fumigasi. Dosis standar tergantung kepada OPT yang menjadi sasaran dan komoditas yang akan difumigasi. Ketepatan dosis sangat menentukan keberhasilan pelaksanaan fumigasi. Secara umum dosis Fosfin formulasi cair dinyatakan dalam gram Fosfin formulasi cair per meter kubik ( $\text{g}/\text{m}^3$ ), akan tetapi untuk komoditas tertentu dosis dinyatakan pula dalam gram Fosfin formulasi cair per ton komoditas ( $\text{g}/\text{ton}$ ).

Dosis rekomendasi Fosfin formulasi cair atas beberapa komoditas yang difumigasi dapat dilihat dalam lampiran 5.

#### Perhitungan jumlah Fosfin formulasi cair yang diperlukan untuk fumigasi:

$$\text{Dosis (kg)} = \frac{\text{volume sungkup (m}^3\text{)} \times \text{konsentrasi target (ppm)}}{14,000}$$

(100 ppm Fosfin formulasi cair setara dengan  $7,14\text{g}/\text{m}^3$ )

Volume peti kemas  $33 \text{ m}^3$  dan konsentrasi target 200 ppm, maka Fosfin formulasi cair yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} &= 33 \times 200 / 14,000 \\ &= 6,600 / 14,000 = 0.47 \text{ kg} = 470 \text{ g} \end{aligned}$$

### 3.1.7 Pemasangan Selang Monitor dan Distribusi

#### a. Spesifikasi selang monitor fumigan

Selang yang digunakan untuk memonitor konsentrasi gas adalah selang kapiler yang terbuat dari bahan yang tahan himpitan untuk menghindari tersumbatnya aliran gas ke alat pengukur konsentrasi. Ukuran diameter selang disesuaikan dengan ukuran "gas inlet" alat pengukur konsentrasi gas Fosfin formulasi cair. Selang monitor digunakan sebagai alat bantu untuk mengambil sampel fumigan dalam ruangan fumigasi. Selang monitor harus dijaga agar:

- Aliran gas tidak tersumbat, atau lancar hingga ke alat pengukur konsentrasi;
- Selang monitor harus dijaga selalu dalam keadaan bersih, tidak tersumbat kotoran, serangga, atau air, terlipat atau terhimpit sehingga aliran gas lancar ke dalam alat pengukur konsentrasi gas.

#### b. Pemasangan selang monitor

- 1) Selang monitor digunakan untuk mengambil sampel fumigan dalam ruangan fumigasi. Jumlah dan posisi selang monitor yang dipasang dalam ruang fumigasi tergantung dari besarnya dimensi ruang fumigasi, sebagai berikut:
  - Pipa monitoring dipasang di dalam ruangan fumigasi, minimal 3 (tiga) buah, yang diletakkan pada bagian atas belakang, tengah-tengah ruangan fumigasi, dan bawah depan agar dapat mewakili tingkat konsentrasi fumigan di dalam ruangan fumigasi. Apabila fumigasi dengan sungkup plastik (*under stack fumigation*) yang ukurannya kurang dari 31 m<sup>3</sup>, maka selang monitor berjumlah 1 (satu) buah yang diletakkan pada bagian atas komoditas.
  - Apabila fumigasi dilakukan pada lebih dari 1 kontainer dalam satu sungkup atau sungkup plastik dengan ukuran 31 m<sup>3</sup> atau lebih, maka pipa monitoring dipasang minimal pada 3 tempat, yaitu di bagian atas belakang, tengah-tengah ruangan fumigasi, dan bawah depan.

- Apabila fumigasi 2 kontainer dalam satu sungkup, maka pada setiap kontainer dipasang minimal 2 buah pipa monitor, masing-masing diletakkan pada bagian atas tengah komoditas dan depan bawah komoditas.
  - Apabila fumigasi 3 kontainer atau lebih dalam satu sungkup, maka pada setiap kontainer dipasang minimal 1 buah pipa monitor pada atas tengah komoditas.
- 2) Masing-masing selang monitor diberi tanda untuk titik penempatan ujung selang di dalam ruangan fumigasi.
  - 3) Ujung selang monitor pada titik pengambilan sampel gas terletak berjauhan dengan ujung pengeluaran selang distribusi gas.
  - 4) Fumigasi 1 peti kemas di dalam satu sungkup, ditempatkan minimal 2 selang monitor di dalam setiap peti kemas pada bagian atas dan bawah di dalam komoditas.
  - 5) Fumigasi 3 peti kemas atau lebih di dalam satu sungkup, ditempatkan minimal 1 selang monitor di dalam setiap peti kemas pada bagian atas tengah.
  - 6) Panjang selang monitor yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan agar pelaksanaan monitoring dapat dilakukan di luar daerah berbahaya.
  - 7) Semua selang monitor harus dipasang pada posisinya. Apabila ruang fumigasi telah terisi komoditas, maka pemasangan selang monitor dapat menggunakan alat bantu berupa galah kayu atau bambu atau pipa plastik PVC.

### **3.1.8 Pipa Dispenser**

Pipa dispenser adalah pipa yang digunakan untuk menyalurkan fosfin cair dari tabung silinder ke selang distribusi. Pipa dispenser harus terbuat dari aluminium atau selang plastik yang tahan terhadap tekanan tinggi (2500 – 3000 Psi).

### **3.1.9 Selang Distribusi Gas**

Selang distribusi gas adalah selang yang digunakan untuk menyalurkan Fosfin formulasi cair dari pipa dispenser ke dalam ruang fumigasi untuk mempercepat penyebaran gas. Penyambungan pipa dispenser dan selang distribusi dilakukan di bawah *sand snake*.

Penempatan ujung pengeluaran selang distribusi tidak berdekatan dengan ujung selang monitor di dalam ruang fumigasi, tidak langsung menempel dengan komoditas atau kemasannya, atau diposisikan sedemikian rupa sehingga tidak menghambat distribusi gas. Selang distribusi harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan tinggi dan himpitan.

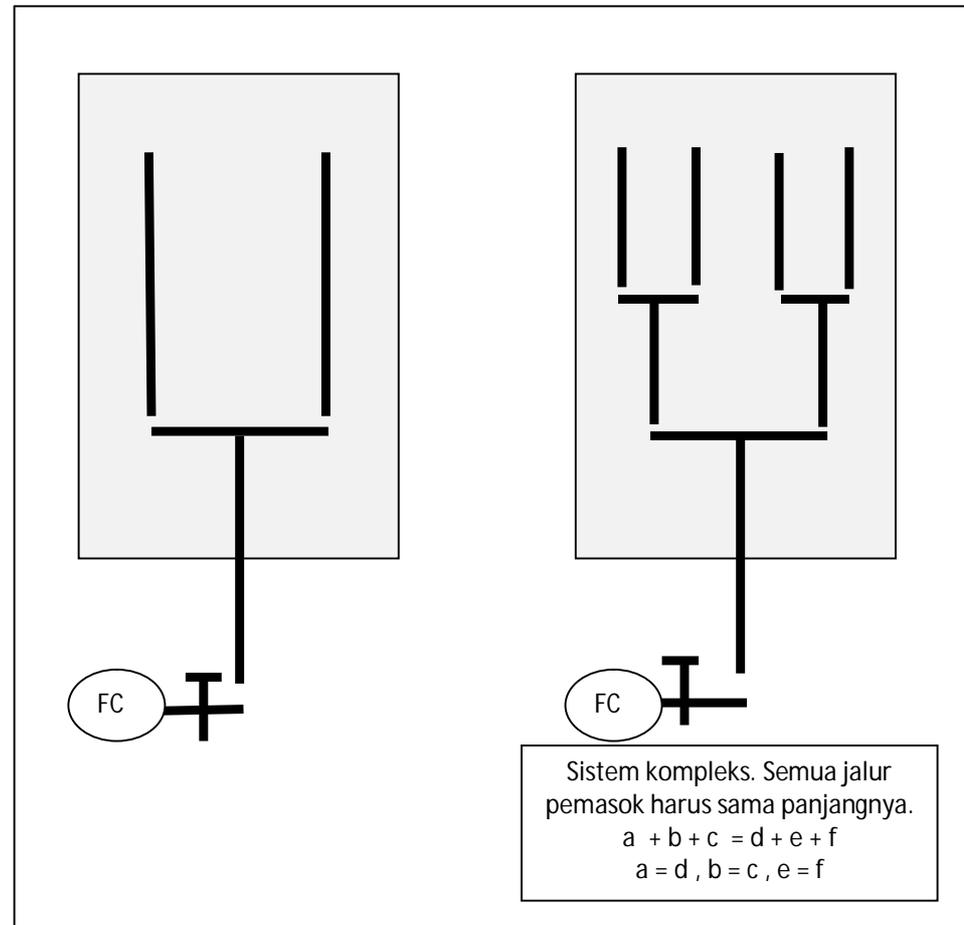
### **3.1.10 Selang Distribusi Ganda**

Selang distribusi ganda digunakan untuk mendistribusikan fumigan ke ruangan fumigasi yang berukuran besar atau ke beberapa peti kemas. Pendistribusian fumigan dengan menggunakan selang distribusi ganda dapat dilakukan secara serentak atau bergantian. Hal ini dimaksudkan agar fumigasi dapat dilaksanakan lebih cepat dan efisien namun tetap efektif.

Agar jumlah fumigan yang disalurkan sama banyak dan merata, maka selang distribusi ganda harus mempunyai kriteria sebagai berikut :

- Jika distribusi fumigan dilakukan secara serentak, maka selang distribusi yang digunakan harus sama panjang dan sama diameternya.
- Jika distribusi fumigan dilakukan secara bergantian, maka alat pembagi yang digunakan harus memiliki kran pengatur aliran fumigan.

- **Selang monitor merupakan jalur sampling dalam memantau konsentrasi gas dalam ruang fumigasi. Pemasangan selang monitoring harus benar untuk memastikan konsentrasi gas hasil monitoring sesuai dengan konsentrasi gas yang sebenarnya pada ruang fumigasi.**
- **Pendistribusi fumigan secara serentak harus menggunakan selang distribusi yang sama panjang dan sama diameternya.**



Gambar 5. Penggunaan selang distribusi

### 3.1.11 Pemasangan Lembar Penutup

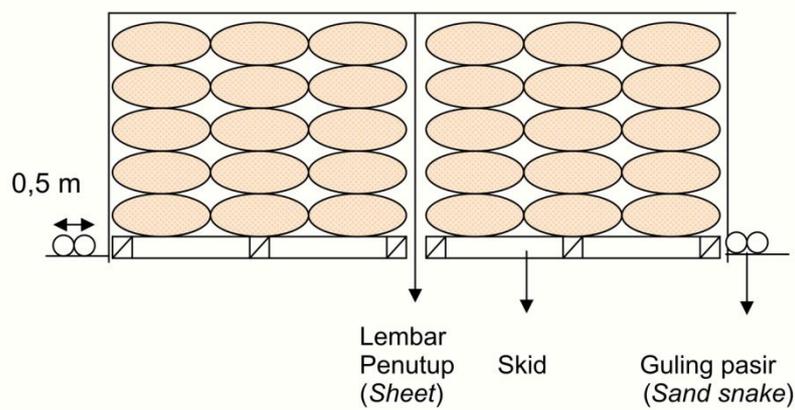
Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan lembaran penutup sebagai berikut (Gambar 6 dan 7):

- Lembaran penutup dilipat dengan benar agar mudah dibuka pada saat pemasangan.
- Sudut atau benda yang tajam/lancip pada peti kemas ditutup dengan bahan yang berfungsi sebagai bantal pelembut (burlap).
- Lembaran penutup di sudut-sudut tumpukan harus dilipat untuk mencegah tertiup oleh angin.
- Untuk mencegah terjadinya penggelembungan ruang fumigasi yang sudah ditutup, maka dihisap dengan *exhaust fan*, atau diikat dengan tali pada sekeliling ruang fumigasi.
- Sudut-sudut dan area dimana selang-selang atau selang monitor muncul dari antara atau dari bawah lembaran penutup harus ditutup rapat.

- f. Lembaran penutup harus disusun sedemikian rupa sehingga terdapat minimal 100 cm melebihi batas tepi tumpukan komoditas pada lantai.
- g. Bila digunakan lebih dari satu lembaran penutup, penyambungan harus dilakukan dengan benar untuk mencegah kebocoran.
- h. Penyambungan lembar penutup dilakukan dengan membuat overlap bagian tepi masing-masing lembar penutup sekitar kurang lebih 1 m lalu kemudian digulung dan diberi penjepit. Adapun contoh cara menyambung dengan menggunakan penjepit dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 6. Pemasangan lembar penutup



Gambar 7. Penempatan Lembar Penutup (*sheet*)

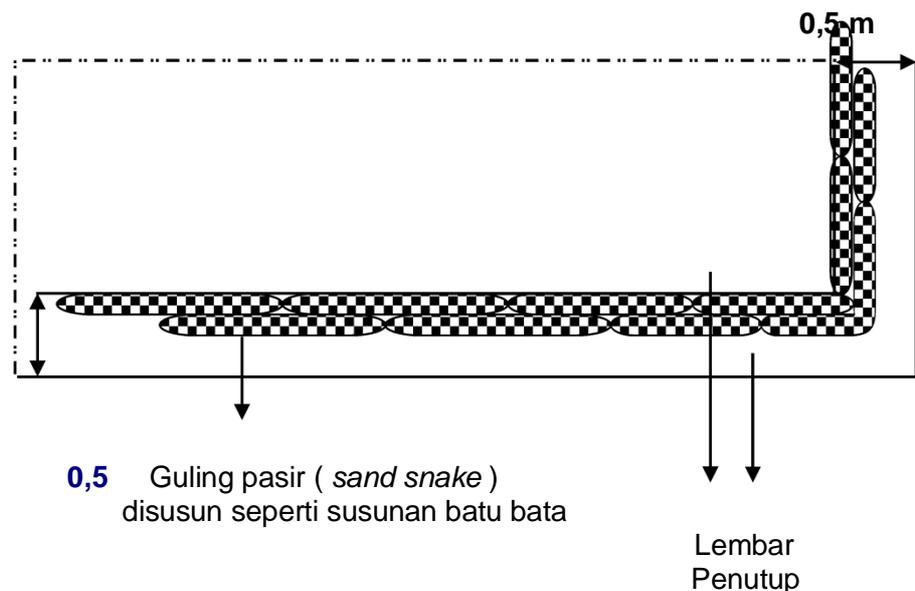
Periksalah selalu dengan teliti lembaran penutup (*sheet*) sebelum digunakan. Gunakan hanya jenis lembaran yang direkomendasikan. Penggunaan lembaran yang tidak sesuai dapat mengakibatkan hilangnya gas secara berlebihan.

### 3.1.12 Pemasangan *Sand Snake*

Pemasangan guling pasir (*sand snake*) pada lembaran penutup adalah untuk membuat ruang fumigasi kedap gas. Penempatan guling pasir dengan sistem ganda susun bata atau *double over lapping* agar setiap sambungan (celah) antara dua guling pasir dapat ditutupi dengan guling pasir lain di sebelahnya. Panjang guling pasir atau sandsnake dapat bervariasi antara 0,8 s/d 1 meter yang berisi 65 -75% pasir dengan diameter sekitar 10 cm. Cara penempatan guling pasir ini seperti pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Pemasangan sand snake



Gambar 9. Pemasangan *sand snake* tampak atas

### 3.1.13 Penyaluran Fumigan

Beberapa hal yang harus dipersiapkan saat akan melakukan penyaluran gas:

- a. Area fumigasi harus bebas dari orang yang tidak berkepentingan.
- b. Ruang fumigasi dalam kondisi yang telah kedap gas.
- c. Semua peralatan yang diperlukan telah terpasang dengan baik dan tersedia di lokasi dan siap dioperasikan.
- d. Tanda-tanda peringatan berbahaya telah terpasang pada tempatnya.
- e. Menghitung berat volume tabung fumigan sebelum fumigan disalurkan dan mencatat pada skala timbangan berapa penyaluran fumigan.
- f. Menggunakan pakaian keselamatan kerja (sepatu, sarung tangan, *wear pack*, helm, *medical warning badge*, SCBA atau masker dan kanister untuk gas Fosfin formulasi cair (A2B2P3) sebagai alat pelindung pernafasan dan *gas detector*.

## 3.2 Pelaksanaan Fumigasi

### 3.2.1. Proses Penyaluran Gas

- a. Melepaskan gas secara perlahan-lahan di atas timbangan selama lebih kurang tiga puluh detik dan tutup kembali.
- b. Melakukan pemeriksaan kebocoran gas disekitar *outlet* pada tabung fumigan serta sambungan pipa dispenser sampai pangkal selang distribusi menggunakan alat pemeriksa kebocoran gas (gas leak detektor).
- c. Bila tidak terdapat kebocoran gas, penyaluran fumigan dapat dilanjutkan perlahan-lahan hingga tercapai jumlah yang ditentukan.
- d. Selama proses pelepasan gas tersebut, secara bersamaan dilakukan pemeriksaan kebocoran gas disekitar lembaran penutup/ruangan fumigasi. Bila terdapat kebocoran, lakukan segera penutupan/pelapisan atau menambah guling pasir. Periksa kembali dengan alat pemeriksa untuk memastikan bahwa kebocoran telah dapat diatasi.

**Fase pelepasan gas merupakan tahapan berbahaya selama berlangsung proses fumigasi. Untuk itu, Fumigator harus memastikan bahwa area fumigasi aman dan pelaksanaan pelepasan gas harus mengikuti prosedur yang telah ditetapkan.**

### 3.2.2. Deteksi Kebocoran Gas

Deteksi kebocoran gas dilakukan untuk memastikan ruang fumigasi kedap gas. Pelaksanaan deteksi kebocoran gas menggunakan alat pendeteksi kebocoran gas Fosfin formulasi cair dilakukan segera setelah pelepasan/pendistribusian Fosfin formulasi cair. Petugas yang melakukan deteksi kebocoran harus menggunakan alat pelindung pernafasan yang sesuai dengan jenis fumigan.

### 3.2.3. Monitoring/Pemantauan Konsentrasi Gas

#### a. Spesifikasi peralatan pemantau

Peralatan pengukur konsentrasi gas Fosfin formulasi cair beragam jenis dan merknya. Pada prinsipnya, peralatan pengukur/pemantau Fosfin formulasi cair harus mampu mendeteksi konsentrasi Fosfin formulasi cair dalam sungkup/ruang fumigasi minimal antara 0 – 1000 ppm.

Peralatan untuk mengukur ambang batas aman gas Fosfin cair (TLV-*Threshold Limit Value*) harus memenuhi spesifikasi tertentu yaitu dapat mendeteksi kebocoran maksimum 0.3 ppm.

#### b. Pelaksanaan monitoring

Pengukuran konsentrasi gas Fosfin formulasi cair di dalam sungkup/ruangan fumigasi sangat penting, agar selama berlangsungnya fumigasi konsentrasi gas dapat selalu terpantau berada pada konsentrasi yang diperlukan.

Pengukuran konsentrasi gas dilakukan dengan mengambil sampling gas dari masing-masing jalur sampling/selang monitor (minimal 3 jalur sampling/selang monitor pada setiap sungkup/kurungan fumigasi).

Pengukuran dapat dilakukan pada 30 menit setelah pelepasan fumigan untuk menentukan dimulainya waktu fumigasi ( $T_0$ ). Fumigasi dinyatakan dimulai setelah hasil pengukuran konsentrasi di semua titik monitoring menunjukkan konsentrasi yang ditentukan. Monitoring berikutnya dapat dilakukan 6 jam atau 12 jam setelah  $T_0$  dan monitoring akhir dilakukan setelah waktu papar fumigasi tercapai. Monitoring akhir bertujuan untuk memastikan berhasil atau tidaknya fumigasi. Apabila dari hasil monitoring akhir konsentrasinya menunjukkan:

- Sama atau lebih besar dari konsentrasi yang ditentukan maka fumigasi dinyatakan berhasil.
- Terdapat salah satu titik monitoring yang konsentrasinya 10 % dibawah konsentrasi yang dibutuhkan maka dilakukan penambahan gas (*topping up*).
- Terdapat konsentrasi lebih dari 10 % dibawah konsentrasi yang diharapkan maka fumigasi dianggap gagal.

**Dosis yang dibutuhkan untuk *topping up* adalah:**

**Dosis (kg) =**

*Konsentrasi target (ppm) – konsentrasi hasil monitoring terendah (ppm) x volume (m<sup>3</sup>)*

**Setelah *topping up* dilakukan, harus diikuti dengan penambahan waktu 1 jam, setelah itu dilakukan monitoring kembali.**

### 3.3. Pasca Perlakuan

#### 3.3.1. Pembebasan Ruang Fumigasi dari Fumigan (Aerasi)

Aerasi adalah proses membuang sisa fumigan dari dalam ruang fumigasi sampai ke tingkat ambang batas aman (***Threshold Limit Value/TLV***). Konsentrasi TLV Fosfin formulasi cair di dalam sungkup/ruangan fumigasi adalah 0.3 ppm atau 0.0004 g/m<sup>3</sup> atau apabila ditentukan lain.

Aerasi merupakan tahapan yang paling berbahaya dalam proses pelaksanaan fumigasi karena fumigator langsung terpapar dengan sisa gas yang konsentrasinya masih membahayakan. Pelaksanaan aerasi harus mengikuti prosedur sebagai berikut :

- Pastikan lingkungan sekitar area fumigasi aman.
- Perhatikan arah angin.
- Pastikan fumigator telah memakai alat keselamatan pernafasan SCBA atau (masker dan kanister). Penggunaan kanister hanya dapat dilakukan pada konsentrasi gas di bawah 15 ppm.

**Aerasi merupakan proses yang paling berisiko bagi fumigator sehingga pelaksanaannya harus sesuai dengan prosedur. Aerasi dinyatakan selesai apabila konsentrasi gas dalam tumpukan komoditas sudah di bawah ambang batas aman (TLV), yaitu di bawah 0.3 ppm atau apabila ditentukan lain.**

### **3.3.2. Pengemasan Alat dan Bahan**

Setelah kegiatan aerasi selesai, maka seluruh peralatan dan bahan yang digunakan dikemas kembali dan disimpan pada tempat yang sebagaimana mestinya. Baterai peralatan elektronik harus dilepas sebelum disimpan. Sisa fumigan dalam alat pengukur konsentrasi harus dibuang lebih dahulu. Peralatan disimpan pada tempatnya dalam keadaan bersih dan kering.

### **3.3.3. Pencatatan Laporan Pelaksanaan Fumigasi (Dokumentasi)**

Semua kegiatan yang telah dilaksanakan harus dicatat dalam lembar catatan fumigasi (*fumigation record sheet*), pencatatan dibuat dengan baik untuk keperluan pemeriksaan dan/atau penelusuran kembali apabila diperlukan. Informasi selama kegiatan fumigasi dimulai dari proses verifikasi sampai pelaksanaan pengukuran TLV harus dicatat secara lengkap. Lembar catatan fumigasi harus ditandatangani oleh pelaksana/penanggung jawab fumigasi (fumigator). Salinan dari setiap dokumen yang diterbitkan harus dilampirkan pada catatan tersebut. Semua catatan dan dokumen-dokumen tersebut harus disimpan paling tidak selama 2 tahun oleh para perusahaan fumigasi.

### **3.3.4. Pemberitahuan Kembali Kepada Pihak Terkait**

Perusahaan pelaksana fumigasi harus menyampaikan pemberitahuan kembali kepada pihak-pihak terkait yang telah mendapat pemberitahuan sebelumnya pada saat fumigasi akan dilakukan, bahwa fumigasi telah selesai dilaksanakan.

### **3.3.5. Penerbitan Sertifikat**

#### **a. Sertifikat Bebas Gas**

Perusahaan fumigasi harus mengeluarkan Sertifikat Bebas Gas (*Gas Clearance Certificate*) setelah aerasi selesai dilakukan. Sertifikat Bebas Gas ini pada hakekatnya merupakan suatu pernyataan dari penanggungjawab fumigasi bahwa area di sekitar lokasi fumigasi, peti kemas atau komoditas (media pembawa) yang difumigasi telah bebas dari gas fumigan dalam tingkat yang dapat membahayakan. Contoh dari Sertifikat Bebas Gas ini dapat dilihat pada Lampiran 7.

## b. Sertifikat Fumigasi

Setelah semua proses fumigasi selesai dilaksanakan, perusahaan fumigasi juga harus menerbitkan Sertifikat Fumigasi (*Fumigation Certificate*) untuk menjelaskan bahwa komoditas yang bersangkutan telah difumigasi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Suatu sertifikat fumigasi minimal harus memuat hal-hal sebagai berikut:

- Kepala (kop) surat dari perusahaan fumigasi
- Nomor dan tanggal penerbitan Sertifikat
- Nomor registrasi perusahaan fumigasi
- Suatu pernyataan yang menyebutkan bahwa komoditas yang tercantum di dalamnya telah difumigasi sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan
- Nama, asal, jumlah dan tanda-tanda khusus dari komoditas
- Nomor peti kemas (bila mungkin)
- Nama dan nomor alat angkut (bila mungkin)
- Negara / area asal atau tujuan
- Nama dan alamat eksportir/pengirim
- Nama dan alamat importir / penerima
- Nama fumigan yang digunakan
- Dosis yang digunakan, termasuk waktu fumigasi dan suhu ruangan
- daging buah (untuk komoditi buah), dosis yang dinyatakan dalam ( $\text{g}/\text{m}^3/\text{jam}/^{\circ}\text{C}/\text{NAP}$ )
- Tanggal pelaksanaan fumigasi
- Tempat fumigasi
- Nama dan tanda tangan perusahaan fumigasi serta cap perusahaan
- Keterangan tambahan (*additional clause*), khususnya tentang:
  - ✓ apakah fumigasi dilakukan di ruangan/lembaran fumigasi yang kedap gas
  - ✓ apakah fumigasi dilakukan di dalam kontainer
  - ✓ apakah dilakukan uji kekedapan kontainer
  - ✓ apakah dilakukan aerasi dengan konsentrasi dibawah 0.3 ppm

- Keterangan tentang pembungkus dan kemasan kayu, antara lain:
  - ✓ apakah komoditas bebas dari lapisan yang kedap gas
  - ✓ apakah komoditas telah difumigasi sebelum dibungkus plastik
  - ✓ apakah dilakukan pelobangan (*slashing*)

Sertifikat Fumigasi dapat dilampiri dengan surat-surat keterangan lainnya yang dianggap perlu (seperti keterangan tentang hasil pengujian kekedapan gas ruangan fumigasi atau hasil monitoring/monitoring konsentrasi gas selama fumigasi) apabila diminta. Contoh Sertifikat Fumigasi dapat dilihat pada Lampiran 8.

### **3.3.6. Pencegahan Re-Infestasi Serangga**

Pencegahan re-infestasi hama tidak semata-mata menjadi tanggungjawab perusahaan fumigasi, akan tetapi menjadi tanggungjawab semua pihak yang terkait dengan pelaksanaan fumigasi. Meskipun demikian, seorang fumigator dan perusahaan fumigasi yang profesional pasti tidak menghendaki apabila hasil kerjanya menjadi sia-sia akibat terjadinya re-infestasi serangga terhadap komoditas yang baru saja difumigasinya. Selain itu, re-infestasi serangga, khususnya terhadap komoditas ekspor, dapat mengakibatkan berkurangnya kepercayaan dari instansi karantina di negara tujuan atas Sertifikat Fumigasi yang diterbitkan oleh perusahaan fumigasi yang bersangkutan meskipun hal itu diakibatkan oleh suatu kondisi yang berada di luar kendalinya. Pencegahan re-infestasi OPT dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Komoditas ekspor yang dimuat dalam peti kemas, seharusnya tidak boleh dibuka lagi setelah proses aerasi selesai sampai komoditas tiba di negara tujuan.
- 2) Komoditas yang sudah difumigasi tidak boleh tercampur dengan komoditas lain yang belum difumigasi.
- 3) Komoditas yang diangkut secara konvensional (tanpa menggunakan peti kemas), penempatannya di atas kapal/alat angkut lainnya agar terpisah sedemikian rupa dengan komoditas/barang-barang lainnya yang mungkin dapat menjadi sumber infestasi baru. Apabila memungkinkan, terlebih dahulu dilakukan penyemprotan (disinfestasi) terhadap palka/ruangan kapal/alat angkut komoditas.

- 4) Pemilik komoditas harus memastikan bahwa penyedia jasa angkutan komoditas memahami hal-hal yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya re-infestasi serangga terhadap komoditas yang telah difumigasi selama pengangkutan serta akibat-akibat yang dapat ditimbulkannya. Apabila memungkinkan, hal tersebut dicantumkan di dalam kontrak pengangkutan.
- 5) Komoditas yang telah difumigasi dan tidak langsung dikirim, harus disimpan dalam kondisi dan sanitasi gudang yang baik dan dapat menjamin tidak terjadinya re-infestasi OPT, serta dalam waktu yang tidak terlalu lama.

### **3.3.7. Pendokumentasian Kegiatan**

Semua dokumen dalam rangka kegiatan pelaksanaan fumigasi antara lain lembar catatan fumigasi, sertifikat bebas gas, sertifikat fumigasi dan *personal log book* harus didokumentasikan dengan baik untuk keperluan pemeriksaan dan/atau penelusuran kembali apabila diperlukan. Setiap dokumen yang diterbitkan harus disimpan pada tempat yang mudah ditelusuri, dokumen-dokumen tersebut disimpan minimal selama 2 tahun oleh para perusahaan fumigasi. Penting bagi suatu perusahaan fumigasi untuk menugaskan seorang personil administrasi yang diberi tanggung jawab untuk mengelola semua catatan dan dokumen-dokumen tersebut.

Perusahaan fumigasi harus membuat form kendali proses untuk setiap tahapan kegiatan penting yang dapat mempengaruhi hasil fumigasi. Form tersebut harus diisi dan divalidasi oleh fumigator. Contoh lembar catatan fumigasi (*fumigation record sheet*) untuk setiap kegiatan fumigasi secara individual dapat dilihat pada Lampiran 9 sedang ringkasan prosedur (*short list*) pelaksanaan fumigasi dapat dilihat pada Lampiran 10.

### **3.3.8. Pemeliharaan Bahan**

Fosfin cair dapat menimbulkan bahaya karena sangat beracun dan sifatnya yang sangat reaktif dengan air dan mudah meledak. Oleh karena itu, persediaan fosfin cair harus disimpan di tempat yang aman, berventilasi baik, kering, terhindar dari panas atau suhu yang tinggi dan jauh dari tempat kerja.

Gudang penyimpanan Fosfin cair harus mempunyai suhu ruangan yang tidak akan mencapai 50 °C, harus selalu dalam keadaan terkunci, dan kunci gudang harus dipegang oleh orang yang bertanggung jawab atas penyimpanan serta kegiatan gudang. Pintu gudang harus diberi tanda peringatan tentang adanya fumigan yang sangat beracun di dalam gudang. Hanya orang-orang yang berhak yang boleh masuk ke dalam gudang. Sebelum masuk ke dalam gudang, harus digunakan alat pemantau kebocoran gas untuk mendeteksi kemungkinan adanya gas yang dapat membahayakan. Apabila terdeteksi adanya kebocoran, maka harus menggunakan alat pelindung pernafasan sebelum masuk ke gudang.

Pada saat penyimpanan dipastikan bahwa tabung silinder Fosfin cair dalam kondisi baik dan tidak bocor. Tabung silinder Fosfin cair harus ditempatkan pada tempat yang kering (tidak lembab) dan tidak terkena matahari langsung.

### **3.3.9. Pemeliharaan Peralatan**

#### **a. Penyimpanan Peralatan**

Sebelum disimpan peralatan yang telah digunakan terlebih dahulu harus diperiksa jumlah dan kondisinya. Peralatan fumigasi disimpan pada tempat yang memenuhi persyaratan sesuai dengan jenis peralatan. Perlu untuk diperhatikan oleh perusahaan fumigasi bahwa penyimpanan peralatan pelindung pernafasan (masker dan kanister, atau SCBA) harus dipisahkan dengan fumigan dan ditempatkan pada tempat yang tidak lembab dan tidak terkena matahari langsung.

Untuk peralatan elektronik yang menggunakan baterai (*electronic leak detector* atau *interferometer*), sebelum disimpan baterai harus dilepas terlebih dahulu, kemudian disimpan pada tempat yang telah disediakan. Selain baterai, pada peralatan pengukur konsentrasi gas (*interferometer*) kondisi bahan penyerap kelembaban atau CaCO harus dijaga agar tetap kering.

Perusahaan fumigasi disarankan menunjuk personil yang bertugas dan bertanggungjawab atas kondisi peralatan yang digunakan. Personil tersebut harus mencatat masuk dan keluarnya peralatan yang digunakan.

b. Kalibrasi Peralatan

Peralatan pengukur konsentrasi gas dan peralatan alat ukur lainnya seperti timbangan memerlukan pemeriksaan kemampuan ukur (kalibrasi) secara teratur untuk meyakinkan bahwa alat tersebut beroperasi dengan benar. Peralatan monitoring harus dipelihara dan diperiksa kemampuan ukurnya sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuatnya.

## **BAB IV**

### **PIHAK-PIHAK YANG BERTANGGUNGJAWAB**

Keberhasilan proses fumigasi tidak hanya merupakan tanggung jawab perusahaan fumigasi, tetapi juga ditentukan oleh beberapa pihak yang terlibat. Pihak-pihak tersebut adalah:

1. Pelanggan (*customers*), yaitu orang atau badan hukum yang meminta layanan fumigasi (pelanggan)
2. Perusahaan fumigasi
3. Pemilik komoditas
4. Pemilik tempat pelaksanaan fumigasi (depo)
5. Perusahaan transportasi
6. Karantina Tumbuhan dan instansi terkait lainnya

Bagi pelanggan, barang kiriman yang diserahkan kepada perusahaan fumigasi untuk diberi perlakuan fumigasi harus dalam keadaan yang sesuai untuk difumigasi. Perusahaan fumigasi harus diberi waktu dan fasilitas yang cukup untuk melaksanakan fumigasi dengan cara yang benar.

Perlakuan fumigasi memerlukan perencanaan yang hati-hati dan pemahaman yang jelas mengenai prosesnya oleh semua pihak yang terlibat. Untuk menjamin agar perusahaan fumigasi dapat menyelesaikan fumigasi dengan berhasil, semua pihak yang terlibat harus memahami tanggung jawabnya masing-masing dan mematuhi semua aturan dan standar yang berlaku.

#### **4.1. Pelanggan (Customers)**

Pelanggan adalah orang atau badan hukum yang meminta jasa fumigasi dari perusahaan fumigasi. Pelanggan merupakan pemilik komoditas atau agen yang bertindak atas nama pemilik komoditas yang memiliki kewajiban untuk:

- a. Memilih perusahaan fumigasi yang telah memperoleh Sertifikat Jaminan dari Badan Karantina Pertanian
- b. Memberi informasi kepada perusahaan fumigasi tentang persyaratan karantina tumbuhan sehubungan dengan fumigasi yang akan dilakukan (standar fumigasi Badan Karantina Pertanian untuk komoditas impor atau yang diantar-areakan, serta persyaratan negara tujuan untuk komoditas ekspor)

- c. Memberi informasi kepada perusahaan fumigasi tentang hal-hal yang dapat mempengaruhi komoditas yang difumigasi, misalnya tujuan penggunaan dari komoditas tersebut, batas maksimum residu pestisida yang dikehendaki, atau persyaratan pasar spesifik lainnya
- d. Menjamin bahwa terdapat waku yang cukup untuk pelaksanaan fumigasi
- e. Memberi informasi kepada perusahaan transportasi mengenai apa saja yang relevan tentang komoditas yang bersangkutan. Misalnya: bahwa komoditas telah difumigasi sehingga perlu dicegah terjadinya re-infestasi hama selama pengangkutan.
- f. Meminta dilakukannya pengawasan atas pelaksanaan fumigasi kepada Petugas Karantina Tumbuhan setempat.
- g. Menjamin bahwa komoditas yang telah difumigasi terjaga dari kemungkinan terjadinya re-infestasi OPT.

#### **4.2. Perusahaan fumigasi**

Pihak perusahaan fumigasi berkewajiban untuk:

- a. Memiliki Sertifikat Jaminan yang diterbitkan oleh Badan Karantina Pertanian.
- b. Melaksanakan fumigasi sesuai dengan standar yang ditetapkan.
- c. Memberi informasi kepada pelanggan dalam hal:
  - ✓ bagaimana menyiapkan komoditas untuk perlakuan yang efektif;
  - ✓ apakah terdapat syarat-syarat tertentu yang berlaku untuk perlakuan komoditas yang bersangkutan;
  - ✓ waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan fumigasi;
  - ✓ keadaan yang dapat membuat fumigasi tidak dimungkinkan atau tidak berhasil. Misalnya, jika komoditas dikemas dalam kemasan yang tidak tembus fumigan atau jika waktu yang diperlukan tidak cukup untuk melaksanakan fumigasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
- d. Mengisi dan menerbitkan sertifikat fumigasi secara benar.
- e. Mendokumentasikan (termasuk menyimpan rekaman) hasil pelaksanaan kegiatan fumigasi.
- f. Melaporkan secara berkala (laporan bulanan) kegiatan fumigasi yang dilaksanakan kepada Kepala UPT setempat.

Perusahaan fumigasi juga harus menyediakan fumigator yang terlatih dan memiliki Sertifikat Kompetensi Fumigasi, serta telah diregistrasi oleh Badan Karantina Pertanian. Semua peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pelaksanaan fumigasi juga harus disediakan oleh perusahaan fumigasi.

**Dalam melaksanakan fumigasi untuk keperluan karantina tumbuhan, perusahaan fumigasi harus mematuhi semua aturan dan standar yang ditetapkan oleh Badan Karantina Pertanian.**

**Badan Karantina Pertanian hanya akan mengakui hasil fumigasi untuk tujuan karantina jika dilakukan oleh perusahaan fumigasi yang memiliki Sertifikat Jaminan oleh Badan Karantina Pertanian.**

#### **4.3. Perusahaan Transportasi**

Perusahaan transportasi termasuk agen pengiriman, usaha angkutan laut, angkutan udara, dan angkutan darat memiliki tanggung jawab untuk:

- a. Memperoleh informasi yang relevan dari pelanggan dan perusahaan fumigasi tentang komoditas yang akan diangkut. Misalnya, apakah barang kirimannya sudah difumigasi, fumigan apa yang digunakan, bilamana fumigasi dilaksanakan dan apakah aerasi fumigan telah dilakukan sesuai dengan ketentuan.
- b. Mengupayakan agar tidak terjadi reinfestasi hama pada komoditas yang bersangkutan, misalnya dengan menempatkan komoditas secara terpisah dengan komoditas/barang-barang lainnya yang mungkin menjadi sumber infestasi baru selama perjalanan di alat angkut.
- c. Memahami bahaya yang berhubungan dengan fumigasi terhadap orang dan barang yang ada di alat angkut.
- d. Mematuhi peraturan-peraturan yang berlaku berkaitan dengan pengangkutan komoditas yang difumigasi. Perusahaan transportasi penting untuk memahami segala macam tanggung jawab dalam menangani dan mengangkut komoditas yang telah difumigasi.

#### **4.4. Instansi Karantina Tumbuhan**

Instansi Karantina Tumbuhan, sesuai dengan ketentuan peraturan-perundangan yang berlaku, harus dapat memastikan bahwa pelaksanaan fumigasi sebagai tindakan karantina tumbuhan yang dilakukan oleh perusahaan fumigasi telah sesuai dengan standar dan persyaratan yang ditentukan. Instansi Karantina Tumbuhan berkewajiban untuk:

- a. Menetapkan aturan dan standar serta menyempurnakannya sewaktu-waktu apabila dipandang perlu.
- b. Memastikan bahwa aturan dan standar yang telah ditetapkan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya oleh para perusahaan fumigasi.
- c. Menjamin bahwa perusahaan fumigasi memenuhi persyaratan untuk melaksanakan fumigasi sebagai tindakan karantina tumbuhan.
- d. Menyediakan informasi yang diperlukan, seperti aturan dan standar karantina tumbuhan yang relevan, ketentuan tentang keselamatan kerja, kesehatan, industri dan perdagangan, serta pestisida. Hal tersebut dilakukan untuk membantu meningkatkan kesadaran perusahaan fumigasi akan kompetensi yang harus mereka penuhi.
- e. Merancang modul dan persyaratan pelatihan bagi perusahaan fumigasi.
- f. Agar mereka dapat mencapai, mempertahankan dan menunjukkan kompetensi untuk melaksanakan fumigasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
- g. Melakukan pengawasan dan pembinaan terhadap pelaksanaan fumigasi yang dilakukan oleh perusahaan fumigasi.

#### **4.5. Pemilik Tempat Pelaksanaan Fumigasi (Depo)**

Pemilik tempat pelaksanaan fumigasi (depo) adalah pihak ketiga yang telah diregistrasi oleh Badan Karantina Pertanian. Kewajiban dan tanggung jawab pemilik depo mengacu kepada persyaratan dan tatacara penetapan instalasi karantina tumbuhan sebagai tempat pelaksanaan fumigasi, antara lain:

- a. Menyediakan akses dan fasilitas yang diperlukan kepada perusahaan fumigasi agar dapat melaksanakan kegiatannya sesuai dengan standar yang telah ditentukan.
- b. Menyediakan tempat pelaksanaan fumigasi yang memenuhi standar teknis fumigasi.
- c. Menyediakan sarana penerangan dan sumber listrik.
- d. Menjaga keamanan selama pelaksanaan fumigasi.
- e. Menyediakan sarana *loading – unloading*.
- f. Menyediakan sarana air bersih.
- g. Menjamin tempat tersebut bebas dari kemungkinan terjadinya re-infestasi OPT.

#### **4.6. Pihak-Pihak Lainnya**

Pihak-pihak lain yang juga berkepentingan dalam pelaksanaan fumigasi, antara lain:

- a. Kepolisian/aparat keamanan, berperan aktif dalam menjamin keamanan di sekitar tempat fumigasi, khususnya apabila fumigasi dilakukan terhadap komoditas dalam jumlah besar dan di lokasi yang banyak orangnya.
- b. Pengelola pelabuhan/bandar udara, berperan aktif dalam menjamin keamanan di sekitar tempat fumigasi, khususnya bila fumigasi dilakukan di lingkungan pelabuhan/bandar udara.
- c. Rumah sakit, berperan aktif apabila terjadi keadaan darurat/keracunan.

## **BAB V**

### **SERTIFIKASI KARANTINA TUMBUHAN**

#### **5.1. Pengawasan Perlakuan**

Perlakuan fumigasi Fosfin formulasi cair oleh Pihak Ketiga harus di bawah pengawasan Petugas Karantina Tumbuhan. Tahapan proses pengawasan oleh Petugas Karantina Tumbuhan terhadap kegiatan fumigasi Fosfin formulasi cair yang dilakukan oleh pihak ketiga adalah sebagai berikut:

- 1) Pihak Ketiga pelaksana fumigasi Fosfin formulasi cair harus menyampaikan surat pemberitahuan terhadap rencana pelaksanaan perlakuan fumigasi Fosfin formulasi cair 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;
- 4) Petugas Karantina Tumbuhan yang ditugaskan untuk melakukan pengawasan harus membuat Laporan Hasil Pelaksanaan Pengawasan Perlakuan;
- 5) Laporan harus melampirkan copy catatan hasil pelaksanaan fumigasi yang dibuat oleh fumigator dan copy Sertifikat Fumigasi yang diterbitkan oleh Pihak Ketiga.

#### **5.2. Penerbitan Sertifikat Karantina Tumbuhan**

Sebelum penerbitan sertifikat, Petugas Karantina Tumbuhan dapat memeriksa kembali komoditas yang telah difumigasi untuk memastikan komoditas bebas dari OPTK atau OPT sasaran. Pemeriksaan dilakukan dengan:

- a. Validasi hasil pengawasan perlakuan; dan/atau
- b. Pengambilan contoh (sampel) komoditas impor.

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 Fosfin formulasi cair pada kolom perlakuan. Komoditas yang telah diberikan perlakuan harus segera dikirim ke negara tujuan ekspor.

## **BAB VI PENUTUP**

Dengan diterbitkannya standar teknis ini, maka pelaksanaan fumigasi dengan menggunakan Fosfin formulasi cair sebagai perlakuan karantina tumbuhan harus sesuai dengan persyaratan dan tatacara yang tercantum didalamnya

Isi standar teknis ini akan selalu disesuaikan dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi, khususnya peraturan dan standar nasional maupun 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 dari standar teknis ini.

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

- ACIAR. 1999. Petunjuk Fumigasi Biji-Bijian Regional ASEAN Buku 1: Dasar dan Petunjuk Umum. Canberra: ACIAR.
- ACIAR. 1999. Rekomendasi yang diusulkan untuk Fumigasi Biji-Bijian Regional ASEAN Buku 3: Fumigasi Tumpukan Karung dengan Fosfin formulasi cair yang Disegel dalam Plastik Tertutup: Petunjuk Operasional. Canberra: ACIAR.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2006. Manual Fumigasi Metil Bromida. Jakarta: Barantan.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2011. Tatacara Pelaksanaan Fumigasi dengan Fosfin. Jakarta: Barantan.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2012. Efikasi Fosin Cair untuk Perlakuan Kutu Putih pada Manggis (*Garcinia mangostana* L.), Nenas (*Ananas comosus* L.), dan Anggrek (*Phalaenopsis* sp.). Jakarta: Barantan.
- CYTEC Industries Inc. 2004. Application Manual for ECO2FUM Fumigant Gas. USA: CYTEC Industries Inc.
- CORESTA. 2004. Phosphine Fumigation Parameters For The Control of Cigarette Beetle and Tobacco Moth. CORESTA GUIDE No. 2.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. *Medical Warning Badge* (Tanda Peringatan Medis)

<p style="text-align: center;"><b>MEDICAL WARNING BADGE</b> <b>(Badge Peringatan Medis)</b></p> <p>Nama : .....</p> <p>Alamat Kantor : ..... ..... .....</p> <p>Alamat Rumah : ..... ..... .....</p> <p>Pemakai Badge ini sedang melaksanakan fumigasi dengan Eco2Fum 2LG. Apabila terjadi keadaan darurat, lakukan segera hal-hal sebagaimana dijelaskan pada halaman belakang.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bawa korban ke tempat yang teduh dan terbuka, berudara segar.</li><li>2. Longgarkan pakaian korban, lepaskan sepatu dan sarung tangan.</li><li>3. Jaga korban tetap rileks dan hangat.</li><li>4. Jangan memberikan sesuatu melalui mulut.</li><li>5. Panggil ambulans atau bawa korban segera ke rumah sakit.</li><li>6. Pastikan bahwa badge ini tetap menempel pada pakaian korban.</li></ol>
--	---

**Halaman depan**

**Halaman belakang**

Lampiran 2. Formulir Pemberitahuan untuk Melaksanakan Fumigasi

**Pemberitahuan untuk Melaksanakan Fumigasi**  
***Notice of Intention to Conduct Fumigation***

Kepada: \_\_\_\_\_ Tanggal: \_\_\_\_\_  
*To* *Date*

Bersama ini diberitahukan bahwa kami bermaksud untuk melaksanakan fumigasi sebagai berikut/*Please take a note that it is my intention to fumigate, as follow:*

Komoditas : \_\_\_\_\_  
*Article*

Tempat Fumigasi : \_\_\_\_\_  
*Fumigation site*

Tanggal Fumigasi : \_\_\_\_\_  
*Date of Fumigation*

Masa Fumigasi : \_\_\_\_\_  
*Duration*

Dimohon kesediaannya untuk/*You are kindly requested to:\**

- Melakukan pengawasan atas pelaksanaan fumigasi tersebut/*to supervise the fumigation;*
- Membantu untuk menyuruh orang-orang yang berada di bawah pengawasan Bapak untuk tidak memasuki area fumigasi sampai diberitahukan bahwa area tersebut aman untuk dimasuki/*Request person under your control not to enter the fumigation area until advised that fumigation area is safe to entry;*
- Membantu mengamankan area fumigasi/*to assist the maintenance of security at fumigation area.*

Atas kerjasamanya diucapkan terimakasih.  
*Thank you very much for your cooperation.*

Tandatangan, nama, dan cap fumigator  
*Signature, name, and authorized fumigator*

Lampiran 3. Contoh Tanda Peringatan Bahaya



**DILARANG MASUK  
BERBAHAYA, GAS BERACUN  
FUMIGASI DENGAN FOSFIN FORMULASI CAIR  
*KEEP OUT*  
*DANGER, POISONOUS GAS*  
*FUMIGATION WITH LIQUID PHOSPHINE***

**Perusahaan fumigasi/Name of the company :**

.....

**Alamat/Address:**

.....

.....

**Phone :..... Fax : .....**

**Tanggal Fumigasi/Date of Fumigation :**

.....

**CATATAN :**

- ❖ Ukuran huruf untuk tanda peringatan > 10 cm.
- ❖ Warna huruf harus kontras dengan latar belakangnya.

#### Lampiran 4. Daftar Bahan dan Peralatan Fumigasi dengan Fosfin Formulasi Cair

##### A. Alat Keselamatan

- Fullface masker atau SCBA
- Canister
- Kotak P3K dan kelengkapannya
- Tabung pemadam kebakaran
- Pakaian kerja (*wearpack*)
- Sepatu keselamatan (*safety shoes*)
- Sarung tangan katun

##### C. Alat Petunjuk Bahaya

- Tanda-tanda bahaya (*danger sign*)
- *Hazard tape*
- *Medical Warning Badge*

##### B. Alat Monitoring Gas

- Alat pendeteksi kebocoran gas
- Alat pengukur konsentrasi gas Fosfin formulasi cair (1 – 1000 ppm)
- Alat pengukur konsentrasi gas Fosfin formulasi cair (0 – 1 ppm)
- Selang kapiler (sampling tubes)

##### D. Bahan dan Alat Aplikasi

- Gas Fosfin formulasi cair
- Plastik sheet
- Tangga lipat
- Sand snakes
- Kipas angin atau blower
- Masking tape
- Termometer
- Seal-tape
- Clamp
- Kuas
- Meteran
- Senter
- Tali plastik atau tambang
- Kain lap atau burlap
- Lem
- Gunting atau pisau
- Kalkulator dan Clipboard

Lampiran 5. Rekomendasi Dosis Fosfin Formulasi Cair dengan Eco2Fum

**Rekomendasi Dosis Fosfin formulasi cair dengan Eco2Fum**

No.	Komoditas	Jenis OPT	Dosis Eco2Fum	Konsentrasi PH <sub>3</sub>	Waktu papar	suhu
1	Beras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sitophilus zeamays</i></li> <li>• <i>Tribolium castaneum</i></li> <li>• <i>Oryzaephilus surinamensis</i></li> </ul>	70 g/m <sup>3</sup>	1000 ppm	36 jam	24.5 – 29.0 °C
2.	Bahan simpan	<i>Rhizopertha dominica</i>	50 g/m <sup>3</sup>	700 ppm	9 hari 5 hari 3 hari	20 – 24 °C 25 – 29 °C 30 °C atau lebih
3	Kopi	<i>Araecerus fasciculatus</i>	20 g/m <sup>3</sup> 35 g/m <sup>3</sup> 50 g/m <sup>3</sup> 70 g/m <sup>3</sup>	300 ppm 500 ppm 700 ppm 1000 ppm	4 hari 3 hari 2 hari 1 hari	24.2 – 33.1 °C
4	Kakao	<i>Ephestia sp.</i>	20 g/m <sup>3</sup> 35 g/m <sup>3</sup> 50 g/m <sup>3</sup> 70 g/m <sup>3</sup>	300 ppm 500 ppm 700 ppm 1000 ppm	4 hari 3 hari 2 hari 1 hari	24.2 – 33.1 °C
5	Tembakau	<i>Lasioderma serricorne</i>	25 g/m <sup>3</sup>	350 ppm	12 hari	23 – 32.3 °C
6	Buah Nenas	<i>Planococcus minor</i>	14.28 g/m <sup>3</sup>	200 ppm	7 jam	26 – 30 °C
7	Buah manggis	<i>Planococcus minor</i>	14.28 g/m <sup>3</sup>	200 ppm	7 jam	26 – 30 °C
8	Phalaenopsis sp.	<i>Planococcus minor</i>	14.28 g/m <sup>3</sup>	200 ppm	7 jam	26 – 30 °C

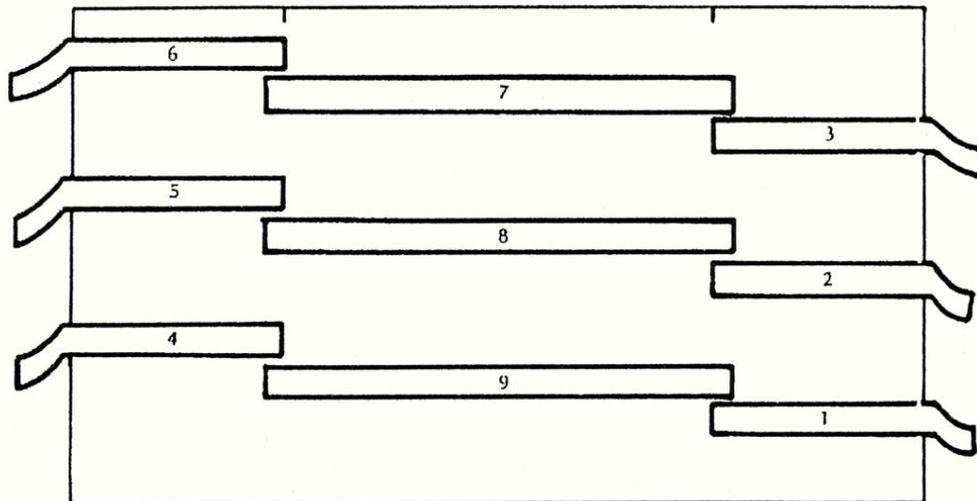
Sumber : BUTTMKP; BIOTROP; CYTEC, 2012

Lampiran 6. Cara Penyambungan dan Pelipatan Sheet

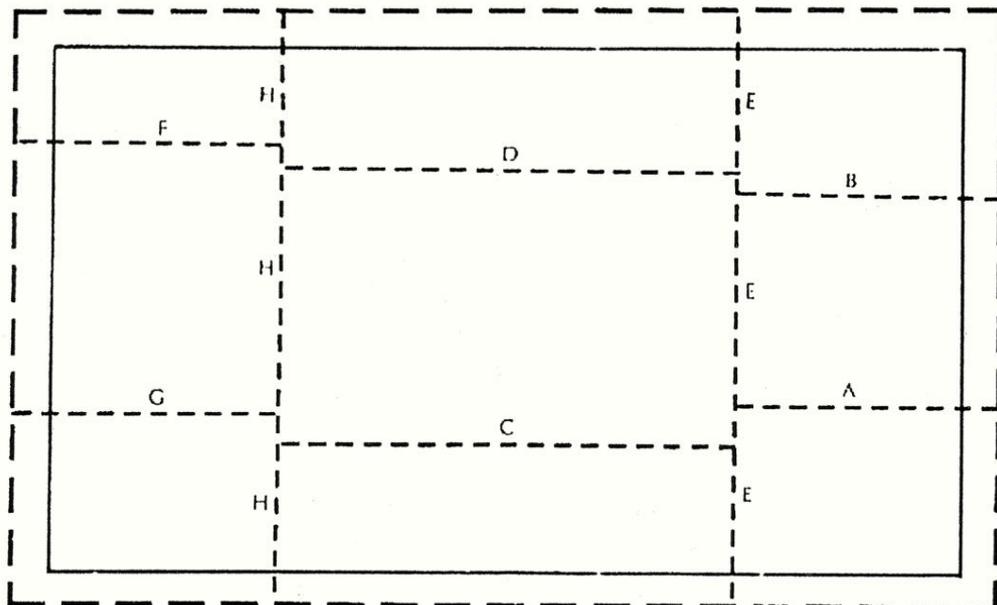
**Figure 2**

Multiple sheeting of a large stack

(a) Place and unfold sheets on the stack in sequence from 1 to 9



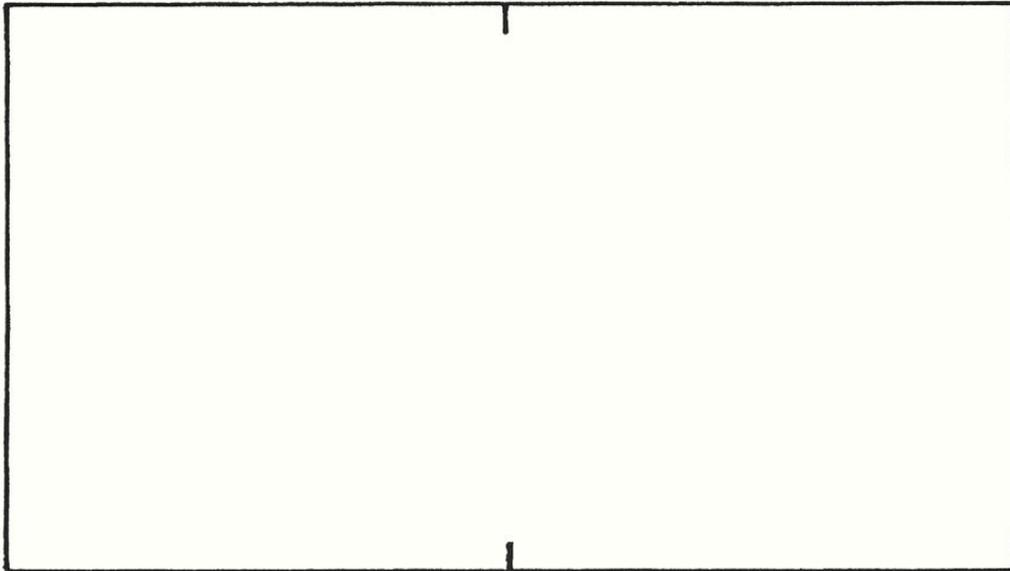
(b) Make roll joints in sequence from A to H. Note that the joints are offset so that no four sheets are joined together



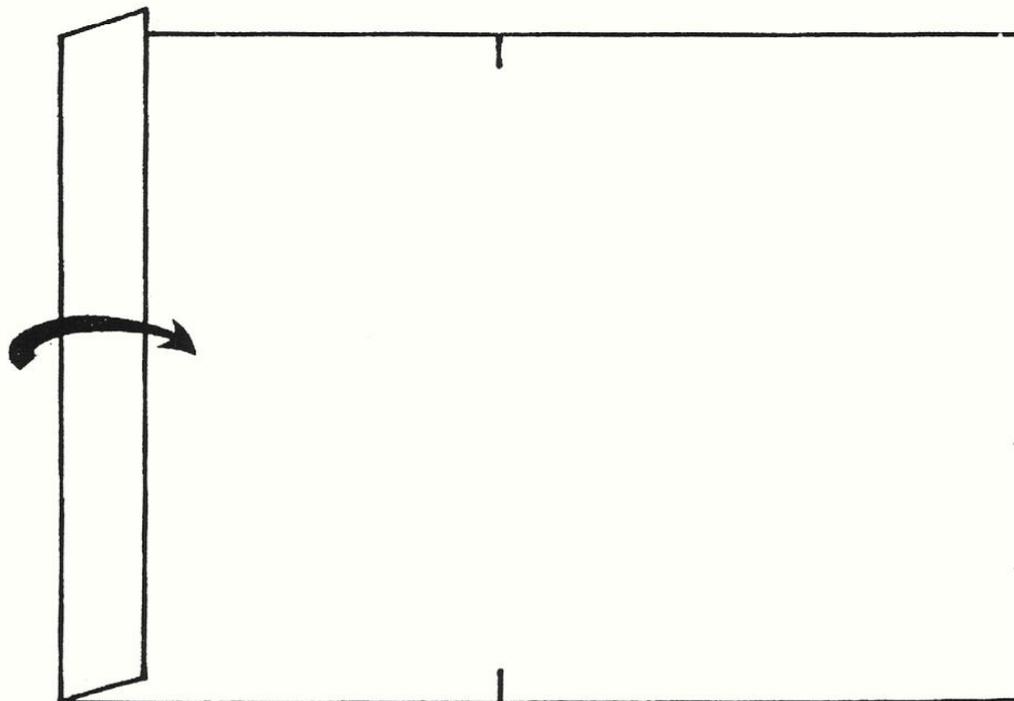
**Figure 3**

Folding a fumigation sheet

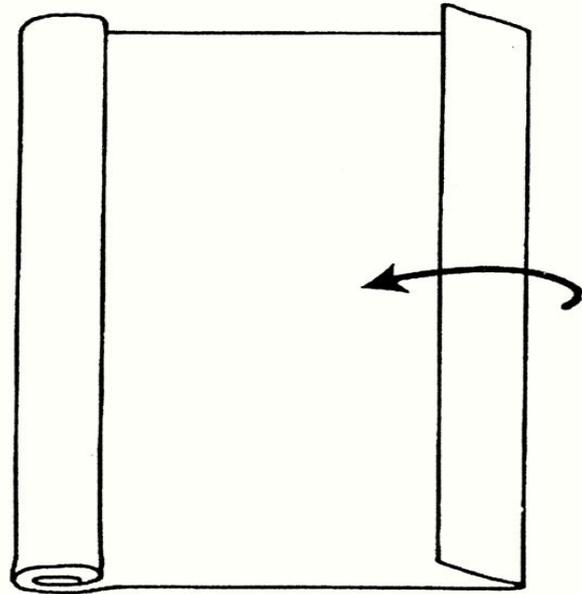
(i) Mark the centre of the sheet



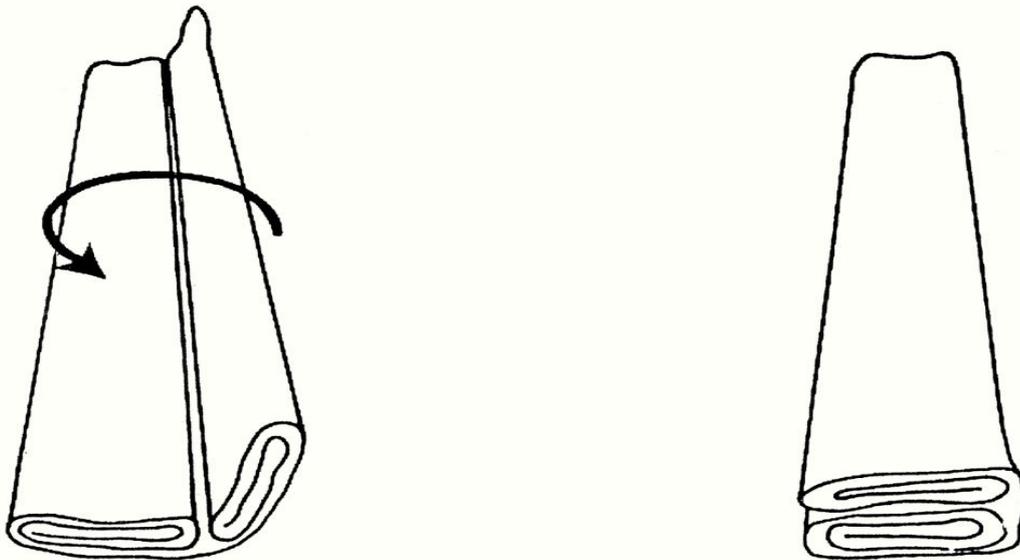
(ii) Fold one half towards the middle in 1-metre wide folds



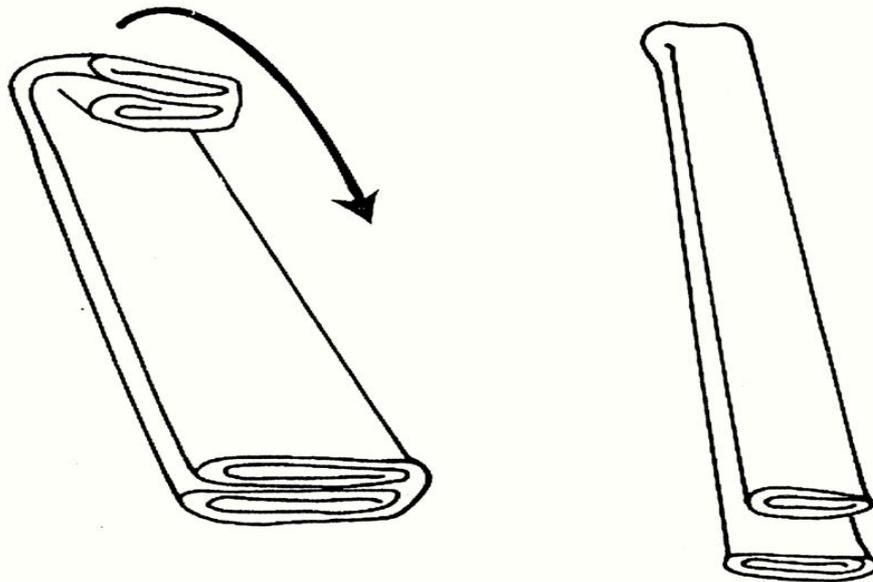
iii) After half the sheet has been folded repeat this procedure for the remainder



(iv) Fold one half on top of the other



(v) Pull one end down over the other until the sheet is almost folded double



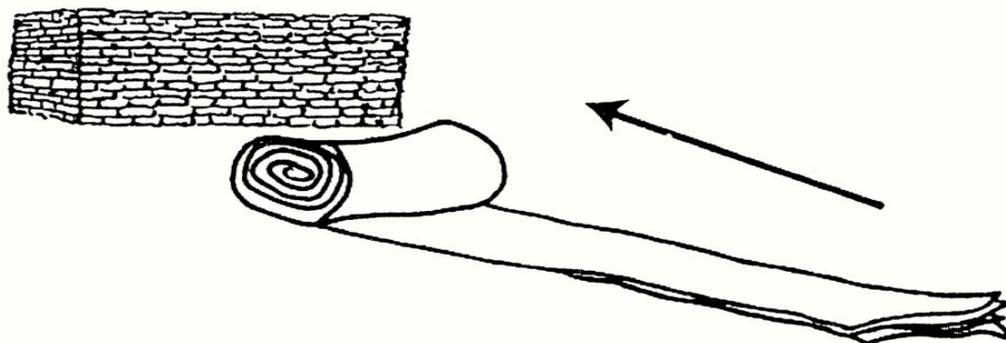
(vi) Then fold or roll in the direction of the arrow shown in (v) to achieve a well-folded sheet occupying the minimum of space



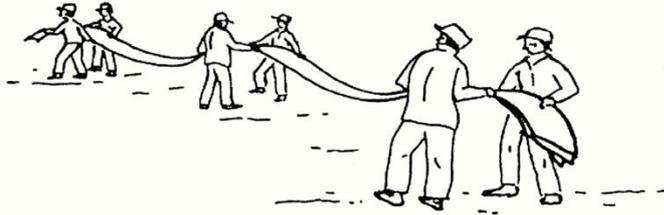
**Figure 4**

Covering a stack

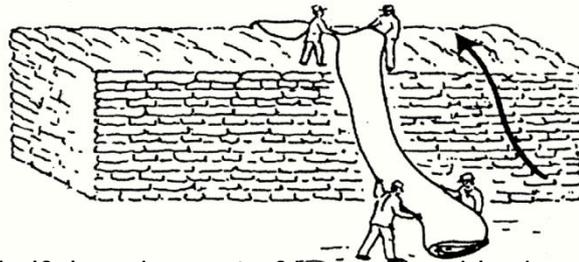
(i) Unroll the sheet towards the stack



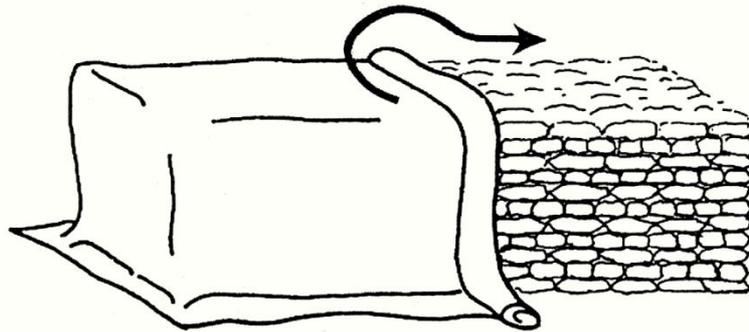
(ii) Carry, never drag, the sheet



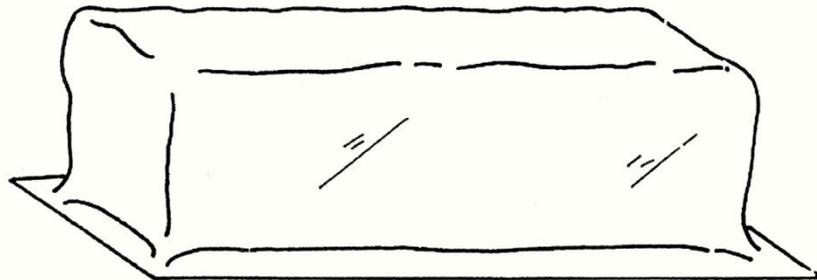
(iii) and place it over the centre of the stack



(iv) Unroll one half dropping part of it over the sides in such a way as to place one metre flat on the floor



(v) Do the same with the remainder of the sheet





Lampiran 7. Sertifikat Bebas Gas

**SERTIFIKAT BEBAS GAS**  
**GAS CLEARANCE CERTIFICATE**

Kepada pihak-pihak yang berkepentingan:

*To whom it may concern*

Saya sebagai penanggungjawab fumigasi di bawah ini:

*I, being the person in charge of the fumigation of the following*

Nama komoditas/media pembawa: \_\_\_\_\_

*Commodity/article*

No. peti kemas: \_\_\_\_\_

*Container number*

Alat angkut: \_\_\_\_\_

*Carrier/vesel*

Lokasi/tempat fumigasi: \_\_\_\_\_

*Location/area fumigation*

Waktu dimulainya fumigasi: \_\_\_\_\_

*Commencing at*

Waktu selesainya fumigasi: \_\_\_\_\_

*Completed at*

Bersama ini menyatakan bahwa ruang/sungkup fumigasi dan komoditas tersebut di atas telah bebas dari konsentrasi gas yang membahayakan.

*Hereby declare that the area and commodity/article mentioned above is free from harmful concentration of the gas.*

Saya membuat pernyataan ini setelah memeriksa konsentrasi gas di area tersebut  
Konsentrasi gas setelah penganginan/aerasi : \_\_\_\_\_ ppm

*I make this declaration after having examined the gas level in the area and working space of the fumigation Gas level after fumigation: \_\_\_\_\_ ppm*

Pelaksana Fumigasi,

*Fumigation company*

Cap

Stamp

Tandatangan dan nama penanggungjawab

*Signature and name of person in charge*

### FUMIGATION CERTIFICATE

This is to certify that the following regulated article has been fumigated according to the appropriate procedures to confirm with the current phytosanitary requirements of the importing country:

---

**ARTICLE DETAILS**

---

Description of goods: .....

Quantity declared: ..... Distinguishing marks: .....

Consignment link: .....

Country of Origin: ..... Port of Loading: .....

Country of Destination: ..... Declared point of entry: .....

Name and address of consignor/exporter/shipper:  
 .....

Declared name and address of consignee/buyer/notified party:  
 .....

---

**TREATMENTS DETAILS**

---

Name of fumigant: ..... Date of fumigation: .....

Place of fumigation: .....

Dosage rate: ..... Duration of fumigation: .....

Air temperature: .....

Fumigation carried out under gas tight enclosure/sheet:  yes  no  n/a

Fumigation performed in container:  yes  no  n/a

Container pressure test conducted:  yes  no  n/a

Container has been ventilated to below 0.3 ppm v/v Fosfin formulasi cair:  yes  no  n/a

---

**WRAPPING AND TIMBER**

---

This consignment is free of impervious coating of surfaces:  
 that may prevent effective fumigation of the goods  yes  no  n/a

This consignment was fumigated prior to wrapping with plastic or:  
 The plastic wrapping has been slashed or punctured  
 prior to fumigation:  yes  no  n/a

The timber in this consignment is less than 200 mm  
 thick in one dimension and correctly stickered:  yes  no  n/a

---

**ADDITIONAL DECLARATION**

---

.....  
 .....

I declared that these details are true and correct and the fumigation has been carried out in accordance with Indonesia Agricultural Quarantine Agency.

**LEMBAR CATATAN FUMIGASI**

***FUMIGATION RECORD SHEET***

Nomor : .....

Tanggal : .....

---

**KETERANGAN TENTANG PERUSAHAAN FUMIGASI**

---

Nama Perusahaan : .....

Alamat Perusahaan : .....

.....  
.....

Pelaksana Fumigasi :

1. .... (penanggungjawab fumigasi)

2. ....

3. ....

Pengawas Fumigasi : .....

---

**KETERANGAN TENTANG KOMODITAS**

---

Nama Komoditas (MP) : .....

Jumlah : .....

Tanda-tanda khusus : .....

Nomor peti kemas : .....

Negara/area asal : .....

Negara/area tujuan : .....

Nama dan alamat pengirim : .....

.....

Nama dan alamat penerima : .....

.....

## CATATAN TENTANG HASIL PELAKSANAAN FUMIGASI

No.	Perihal	Keterangan
1.	Tanggal pelaksanaan fumigasi	
2.	Tempat/ lokasi fumigasi	
3.	Dosis yang direkomendasikan	
4.	Masa fumigasi	
5.	Waktu yang tersedia	
6.	Hasil pemeriksaan komoditas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai untuk difumigasi</li> <li>• Tidak sesuai untuk difumigasi</li> </ul>
7.	Pemberitahuan rencana pelaksanaan fumigasi	Pemberitahuan disampaikan kepada : a. b. c.
8.	Pemeriksaan lokasi fumigasi	a. Perlindungan terhadap cuaca : <ul style="list-style-type: none"> <li>• baik</li> <li>• tidak baik</li> </ul> b. Terhindar dari keramaian manusia : <ul style="list-style-type: none"> <li>• ya</li> <li>• tidak</li> </ul> c. Ventilasi <ul style="list-style-type: none"> <li>• baik</li> <li>• tidak baik</li> </ul>
9.	Pemeriksaan lantai fumigasi	a. Lantai kedap gas/ tidak kedap gas b. Lantai rata dan datar/ lantai tidak rata dan tidak datar c. Dilakukan penutupan lantai agar kedap gas d. Lantai bebas / lantai tidak bebas dari benda tajam
10.	Penyusunan komoditas	a. Dimensi tumpukan : panjang.....m; lebar.....m; tinggi.....m; b. Penyusunan tumpukan dilakukan dengan : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pallet</li> <li>• Skid</li> <li>• Cara lainnya (sebutkan).....</li> </ul> c. Terdapat jarak yang cukup antara komoditas dengan lantai, dinding atau bagian atas serta ada jarak antar tumpukan untuk menjamin sirkulasi gas dengan baik : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ya</li> <li>• Tidak</li> </ul>
11.	Penggunaan plastik sheet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digunakan</li> <li>• Tidak digunakan</li> </ul>
12.	Volume ruang fumigasi	.....m <sup>3</sup>
13.	Jumlah fumigan yang digunakan	.....gr
14.	Pemasangan tanda berbahaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• digunakan</li> <li>• tidak digunakan</li> </ul>
15.	Penempatan penjaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dilakukan</li> <li>• tidak dilakukan</li> </ul>
16.	Pemeriksaan kebocoran gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dilakukan</li> <li>• tidak dilakukan</li> </ul>

17.	Pemeriksaan konsentrasi gas (g/m <sup>3</sup> )	Jalur	Konsentrasi gas pada		
			Awal 30 menit	12 Jam	Akhir ....jam
		Bawah			
		Tengah			
		Atas			
18.	Penanganan residu	<ul style="list-style-type: none"> <li>dilakukan</li> <li>tidak dilakukan</li> </ul>			
19.	Aerasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>dilakukan</li> <li>tidak dilakukan</li> </ul>			
20.	Pemeriksaan serangga hidup	<ul style="list-style-type: none"> <li>dilakukan</li> <li>tidak dilakukan</li> </ul>			
21.	Sertifikasi	No. & tanggal Sertifikat Bebas Gas: ..... No. & tanggal Sertifikat Fumigasi: .....			
22.	Pemberitahuan telah selesai fumigasi	Pemberitahuan disampaikan kepada : <ul style="list-style-type: none"> <li>.....</li> <li>.....</li> <li>.....</li> </ul>			
23.	Pencegahan reinfestasi OPT	..... ..... ..... (sebutkan)			
24.	Catatan lain yang diperlukan	..... ..... ..... (sebutkan)			

Penanggungjawab  
Fumigasi,

( ..... )  
Cap & tandatangan

Lampiran 10. *Short-list* pelaksanaan fumigasi dengan Fosfin formulasi cair

NO	Kegiatan	Uraian
1.	Pemeriksaan surat permintaan (order fumigasi)	Hal-hal yang perlu diperiksa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah komoditas merupakan barang impor, ekspor atau antar pulau.</li> <li>• Pastikan apakah ada persyaratan khusus tentang dosis yang akan digunakan.</li> <li>• Periksa, apakah komoditas sesuai untuk difumigasi dengan PH3.</li> <li>• Periksa, apakah tersedia cukup waktu untuk melaksanakan fumigasi hingga selesai.</li> </ul>
2.	Penyusunan rencana kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susunlah rencana kerja yang meliputi semua kegiatan yang akan dilakukan.</li> <li>• Buat pembagian tugas untuk setiap personil yang akan dilibatkan dalam kegiatan fumigasi.</li> </ul>
3.	Penetapan personil fumigasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tetapkanlah personil yang akan dilibatkan dalam kegiatan fumigasi.</li> <li>• Jumlah personil harus sesuai dengan besarnya kegiatan.</li> <li>• Salah seorang diantara personil tersebut harus ditunjuk sebagai penanggungjawab kegiatan.</li> </ul>
4.	Penyiapan peralatan dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siapkan semua peralatan dan bahan yang akan dibawa.</li> <li>• Selalu gunakan daftar yang telah disediakan secara khusus untuk memeriksa peralatan dan bahan tersebut.</li> <li>• Jangan lupa memasang tanda peringatan bahaya pada kendaraan yang akan digunakan untuk mengangkut fumigan.</li> </ul>
5.	Pemberitahuan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pemberitahuan tentang rencana pelaksanaan fumigasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan.</li> </ul>
6.	Penggunaan pakaian kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gunakan (pakai) selalu pakaian kerja (<i>wear pack, helmet, sarung tangan, sepatu pelindung dan medical warning badge</i>) sebelum memulai pekerjaan fumigasi.</li> </ul>
7.	Pemeriksaan tempat/lokasi fumigasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempat/lokasi fumigasi harus cukup terlindung dari gangguan cuaca, bebas dari keramaian/aktivitas kerja, serta berventilasi baik.</li> </ul>
8.	Pemeriksaan lantai tempat fumigasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan lantai harus kedap gas dan bebas dari kotoran serta benda tajam.</li> <li>• Bila lantai tidak kedap gas, tutup dengan menggunakan penutup yang kedap gas.</li> </ul>
9.	Pemeriksaan susunan ( <i>stacking</i> ) komoditas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susunan komoditas harus memungkinkan sirkulasi dan penetrasi gas dengan baik hingga ke tengah tumpukan komoditas.</li> <li>• Bila tidak, lakukan penyusunan kembali.</li> </ul>
10.	Pemasangan jalur sampling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasang jalur sampling gas (tiga buah) pada bagian depan bawah, tengah pusat dan atas belakang tumpukan komoditas.</li> <li>• <b>Jangan lupa menandai masing-masing jalur sampling tersebut dengan warna yang berbeda.</b></li> <li>• Tutup ujung jalur sampling dengan pita perekat.</li> </ul>

11.	Pemasangan lembar penutup ( <i>sheet</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebelum dipasang, periksa apakah terdapat cacat (kerusakan, sobekan dan lain-lain) pada lembar penutup.</li> <li>• Bila terdapat sobekan harus dilapisi/ditutup dengan pita perekat (<i>masking tape</i>).</li> <li>• Pasang pelapis (<i>burlap</i>) pada bagian-bagian yang tajam pada tumpukan komoditas.</li> <li>• Lakukan penutupan terhadap tumpukan komoditas.</li> <li>• Lipat dan jepit semua sambungan lembar penutup.</li> <li>• Tindih bagian bawah lembar penutup pada lantai dengan guling pasir.</li> <li>• Lipat ujung-ujung lembar penutup yang berlebih.</li> <li>• Tutup celah tempat keluar jalur pemasok dan jalur sampling gas pada lembar penutup dengan menggunakan pasir basah atau <i>masking tape</i>.</li> </ul>
12.	Pemasangan tanda peringatan bahaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasanglah garis pengaman (<i>safety line</i> atau tambang plastik) dan tanda-tanda peringatan bahaya di tempat yang sesuai.</li> <li>• Terangi tanda-tanda peringatan bahaya tersebut dengan lampu atau iluminator agar mudah terlihat di waktu malam.</li> </ul>
13.	Pemasangan <i>sand snake</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasang <i>sand snake</i> disekitar ruang fumigasi dengan cara menindih sisa lembaran penutup dengan <i>sand snake</i> dua baris dan <i>overlapping</i>.</li> </ul>
14.	Pengukuran volume ruang fumigasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukurlah volume ruang fumigasi untuk menentukan jumlah fumigan yang akan dilepas.</li> </ul>
15.	Kalkulasi jumlah fumigan yang akan digunakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitung jumlah fumigan yang akan digunakan.</li> <li>• Perhitungan jumlah fumigan (dosis) =  <math display="block">\frac{\text{volume sungkup} \times \text{konsentrasi target}}{14.000}</math> </li> </ul>
16.	Pengecekan akhir sebelum pelepasan gas	<p>Sebelum pelepasan gas ke dalam ruangan, pastikan bahwa :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanda-tanda peringatan sudah terpasang di sekitar lokasi fumigasi.</li> <li>• Tidak ada orang disekitar lokasi fumigasi.</li> <li>• Petugas/ pelaksana fumigasi harus berjaga-jaga disekitar tempat fumigasi.</li> <li>• Pelaksana fumigasi harus memakai pakaian keselamatan (sarung tangan, pakaian kerja) dan SCBA atau masker beserta kanister apabila diperlukan.</li> <li>• Selang distribusi gas terpasang dengan baik dan tidak tersumbat.</li> <li>• Jalur sampling gas terpasang dengan baik sesuai dengan penempatannya.</li> </ul>

17.	Pelepasan gas	<p>Sebelum pelepasan gas dilakukan prosedur sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gunakan alat bantu pernapasan dan sarung tangan.</li> <li>• Lakukan pengujian (test) apakah masker melekat erat di wajah sehingga kedap udara</li> <li>• Sambungkan pipa dispenser dengan selang distribusi gas, pastikan tersambung dengan baik</li> <li>• Letakkan tabung silinder di atas timbangan</li> <li>• Buka katup pengeluaran gas dengan perlahan-lahan dan tutup segera setelah mencapai jumlah dosis yang diinginkan</li> <li>• Lepaskan pipa dispenser dari selang distribusi, tutup ujung selang distribusi dengan malam/lilin atau selotipe</li> </ul>
18.	Pemeriksaan kebocoran gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pemeriksaan kebocoran gas, 5 atau 10 menit setelah pelepasan gas dengan menggunakan alat pendeteksi kebocoran gas.</li> <li>• Bila ada kebocoran segera lakukan perbaikan.</li> </ul>
19.	Pemeriksaan konsentrasi gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pemeriksaan konsentrasi gas pada 30 menit setelah pelepasan gas kemudian dilanjutkan pada jam ke 12, dan akhir sebelum aerasi.</li> <li>• Pastikan konsentrasi gas selalu berada di atas konsentrasi target.</li> <li>• Apabila konsentrasi gas dibawah target tetapi tidak lebih dari 10% lakukan penambahan gas untuk mencapai dosis target.</li> <li>• Fumigasi dinyatakan berhasil apabila konsentrasi gas dapat dipertahankan sesuai target atau lebih sampai akhir fumigasi.</li> </ul>
20.	Aerasi (penganginan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan di sekitar tempat/lokasi fumigasi bebas dari orang yang tidak berkepentingan (aman).</li> <li>• Perhatikan arah angin.</li> <li>• Gunakan peralatan keselamatan kerja (SCBA atau masker dan kanister) untuk petugas pelaksana fumigasi.</li> <li>• Buka plastik penutup pada bagian yang sesuai dengan arah angin untuk pemasangan/penempatan <i>exhouse-fan</i> atau <i>blower</i> yang memiliki belalai.</li> <li>• Hidupkan <i>exhouse-fan</i> atau <i>blower</i> selama lebih kurang 15 – 30 menit.</li> <li>• Buka plastik penutup sekeliling sungkup/ruangan fumigasi lebih lebar untuk mempercepat aerasi dan biarkan beberapa saat (lebih kurang 15 – 30 menit).</li> <li>• Lakukan deteksi konsentrasi gas dengan menggunakan <i>electronic leak detector</i>.</li> <li>• Apabila konsentrasi gas sudah tidak terdeteksi dengan <i>electronic leak detektor</i> maka lanjutkan pemeriksaan konsentrasi untuk mengukur ambang batas aman konsentrasi.</li> <li>• Apabila konsentrasi sudah pada atau kurang dari 0.3 ppm maka aerasi dianggap selesai dan petugas dapat melepaskan alat perlindungan pernapasan untuk bekerja selanjutnya.</li> </ul>

21.	Sertifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bila telah dipastikan bahwa fumigasi telah berhasil dilaksanakan dengan baik, maka fumigator dapat menerbitkan gas <i>clearance certificate</i> dan <i>fumigation certificate</i>.</li> <li>• <i>Fumigation certificate</i> harus <i>diendorse</i> oleh Petugas Karantina Tumbuhan yang mengawasi pelaksanaan fumigasi.</li> </ul>
22.	Pelepasan tanda-tanda peringatan bahaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanda-tanda peringatan bahaya harus dilepas kembali setelah selesainya pelaksanaan fumigasi.</li> </ul>
23.	Pemberitahuan tentang selesainya fumigasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setelah fumigasi selesai dilaksanakan, fumigator harus melakukan pemberitahuan kembali kepada pihak-pihak yang berkepentingan bahwa fumigasi telah selesai dilaksanakan dan area disekitar lokasi fumigasi telah aman untuk dimasuki kembali.</li> <li>• Pemberitahuan ini dapat dilakukan dengan mengirimkan salinan/copy <i>gas clearance certificate</i>.</li> </ul>
24.	Peralatan dan bahan yang telah selesai digunakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setelah selesai melakukan fumigasi, kemas kembali semua peralatan dan bahan yang telah digunakan.</li> <li>• Semua peralatan dan bahan harus dibawa kembali serta disimpan dengan cara dan ditempat yang sesuai.</li> </ul>
25.	Pencatatan ( <i>Recording</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PASTIKAN !! Semua kegiatan yang telah dilaksanakan harus dicatat dengan baik</b> untuk keperluan pemeriksaan dan/ atau penelusuran kembali apabila diperlukan.</li> <li>• Salinan dari setiap dokumen yang diterbitkan harus dilampirkan pada catatan tersebut.</li> </ul>