

**EFIKASI FOSFIN CAIR UNTUK PERLAKUAN KUTU PUTIH PADA MANGGIS
(*Garcinia mangostana* L.), NANAS (*Ananas comosus* L.) DAN
ANGGREK (*Phalaenopsis* sp.)**

**EFFICACY OF LIQUIFIED PHOSPHINE FOR THE TREATMENT OF MEALYBUGS IN THE
MANGOSTEEN (*Garcinia mangostana* L.), PINEAPPLES (*Ananas comosus* L.) AND
ORCHID (*Phalaenopsis* sp.)**

M. Achrom, K. T. Kurniasih., B. Suherman, J. Hidayat,
L. Panjaitan, Sunarto, Ranta Hadi

Abstract

Liquified phosphine with composing 2% PH₃ in 98% CO₂ as the alternative fumigant has prospect to replace Methyl Bromide. Standard application of liquified phosphine for the treatment of mealybugs (*Planococcus minor* Maskell; Hemiptera : Pseudococcidae) infested fresh fruit of mangosteen, pineapple and orchid plant required for facilitation of trade. The purpose of applied research were to find the concentration and time (CT) product of liquefied phosphine for eradicate mealybugs associated with fresh fruits of mangosteen, pineapple var. cayenne, 6 month old orchid seedlings and flowering stage of orchid plants and to evaluate the phytotoxin. Rearing mealybugs used Japanese pumpkin to obtain high number of insect test. Fumigation was carried out with varied concentration: 100; 200; 300; 400 and 500 ppm, temperature 26-30 °C and at the initial exposure time: 12; and 24 hours. Selected significant dose of fumigant of 200 ppm with exposure time: 0; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 and 4.5 hours. The results showed 100 – 500 ppm with 12 hours of exposure time were without any physical damage to mangosteen fruits and extended exposure time of fumigation until 24 hours caused the fruits to be dry and harden. Fumigation at 100-500 ppm with exposure time of 12 and 24 hours showed without caused physical damage to the pineapple and 6 month old orchid seedlings. The orchids in the flowering stage after fumigation with 100-500 ppm for 12 hours caused early senescens of flowering stage and fallen down sepal and petal from stem. Application of liquefied phosphine was recommended dose 200 ppm for 7 hours exposure time temperature 26-30°C with a goal was to treat over 54.902 nymph and 5.609 adults mealybugs in each test with a result of zero survivors without any physical damage on orchids flowering stage.

Key word: liquified phosphine, fumigation, mealybugs, mangosteen, orchids, pineapple

Abstrak

Fosfin cair dengan komposisi 2% PH₃ dalam 98% CO₂ adalah fumigan alternatif yang diharapkan sebagai pengganti Metil Bromida. Standar aplikasi dari fosfin cair untuk perlakuan kutu putih (*Planococcus minor* Maskell; Hemiptera : Pseudococcidae) yang menginfestasi buah manggis, nanas dan tanaman anggrek dibutuhkan untuk memfasilitasi perdagangan. Tujuan dari uji terap yaitu untuk mendapatkan konsentrasi dan waktu (CT product) dari fosfin cair untuk mengeradikasi kutu putih yang berasosiasi dengan buah manggis, nanas var. *smooth cayenne*, bibit anggrek berumur 6 bulan dan tanaman anggrek yang berbunga serta mengevaluasi phytotoksik. Pemeliharaan kutu putih menggunakan kaboca untuk memperoleh jumlah serangga uji yang banyak. Fumigasi telah dilakukan dengan berbagai konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm pada suhu 26-30 °C dan diawali dengan waktu papar 12 dan 24 jam. Dipilih dosis yang nyata dari fumigan pada 200 ppm dengan waktu papar 0; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0 dan 4.5 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fumigasi konsentrasi 100 – 500 ppm waktu papar 12 jam tidak menyebabkan kerusakan fisik pada buah manggis dan dengan memperpanjang waktu papar menjadi 24 jam menyebabkan buah menjadi kering dan mengeras. Fumigasi pada 100-500 ppm dengan waktu papar 12 dan 24 jam tidak menyebabkan kerusakan fisik pada buah nanas dan bibit anggrek berumur 6 bulan. Tanaman anggrek yang berbunga setelah difumigasi dengan konsentrasi 100-500 ppm selama 12 jam menyebabkan kematian cepat pada bunga dan gugurnya petal serta sepal dari batang bunga. Aplikasi fosfin cair yang direkomendasikan pada konsentrasi 200 ppm dengan waktu papar 7 jam suhu 26-30 °C telah dikonfirmasi menggunakan 54.902 nimfa dan 5.609 dewasa kutu putih dengan hasil tidak ada serangga yang bertahan hidup serta tidak menyebabkan kerusakan pada bunga anggrek.

Kata kunci : fosfin cair, fumigasi, kutu putih, manggis, nenas, anggrek

BAB I PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil produk hortikultura dan perkebunan yang sangat potensial sebagai pemasok buah tropis ke negara lainnya. Potensi komoditas seperti buah-buahan, tanaman hias, dan biofarmaka, belum dapat dimanfaatkan secara optimal karena belum mampu memenuhi ketentuan sanitary and phytosanitary measures. Negara mitra dagang mempersyaratkan komoditas hortikultura tersebut bebas dari Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang belum ada di negara tujuan ekspor. Perlakuan merupakan syarat tindakan karantina untuk membebaskan komoditas hortikultura dari cemaran organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK).

Perlakuan fumigasi untuk mengeradikasi OPT khususnya golongan serangga, tungau pada komoditas yang akan dilalulintaskan antar negara. Perlakuan fumigasi dengan metil bromida dan fosfin merupakan metode yang sangat populer di dunia. Namun kedua perlakuan tersebut memiliki keterbatasan, yaitu (1) sebagai bahan perusak ozon, izin penggunaan metil bromida sangat dibatasi, dan (2) aplikasi fosfin padat memerlukan waktu yang sangat lama dan bahan ini mudah meledak/terbakar jika komoditas yang difumigasi memiliki kadar air yang tinggi. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengganti kedua fumigan tersebut. Fosfin cair yang mengandung CO₂ bersifat tidak mudah terbakar, bereaksi lebih cepat, serta mempunyai efek menunda pematangan buah, dapat dijadikan fumigan alternatif untuk produk hortikultura yang mempunyai kadar air tinggi.

Tugas pokok Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian (BUTTMKP) yaitu melaksanakan uji terap teknik dan metode karantina pertanian dengan mengikuti standar internasional.

Pada Tahun Anggaran 2012 BUTTMKP melakukan kegiatan uji terap penggunaan fosfin cair sebagai alternatif perlakuan pada media pembawa OPTK. Diharapkan melalui kegiatan ini akan diperoleh teknik dan metode yang efektif dan praktis dalam mengeradikasi OPT/OPTK tanpa merusak media pembawa. Selain itu hasil penelitian ini juga dapat dijadikan bahan referensi untuk memberikan rekomendasi kepada Badan Karantina Pertanian untuk

dijadikan bahan kebijakan penetapan standar operasional pelaksanaan perlakuan buah manggis, nanas serta tanaman anggrek dengan dalam rangka akselerasi ekspor.

Uji terap ini bertujuan untuk mengetahui dosis dan waktu papar yang efektif dari fumigan fosfin cair dalam mengeradikasi kutu putih dan mengidentifikasi efek fitotoksik pada buah manggis, nanas dan tanaman anggrek.

Ruang lingkup kegiatan uji terap teknik dan metode terbatas pada membandingkan keefektifan beberapa dosis fosfin cair terhadap kutu putih dan mengidentifikasi dampaknya pada buah manggis, nanas dan tanaman angrek setelah perlakuan fumigasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Fosfin (PH_3)

Fosfin merupakan salah satu fumigan yang mempunyai struktur kimia PH_3 dengan berat molekul 34. Fosfin merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau akan tetapi sangat beracun terhadap serangga, hewan lainnya maupun manusia. Gas ini mudah didistribusikan dalam bentuk gas bertekanan dan mempunyai kemampuan penetrasi yang sangat tinggi. Titik didih gas fosfin - 87,4 °C, fosfin cepat terdifusi ke dalam udara karena mempunyai tingkat kerapatan gas 1,405 kg/m³ hampir sama dengan udara 1,5 kg/ m³ pada 20 °C/1 atm. Kelarutan pada air sekitar 0,04% (v/v) pada 17 °C. Tidak mudah terbakar pada konsentrasi kurang dari atau sama dengan 3% dalam CO_2 (v/v). Toksisitas apabila terhirup pada tikus LC50 (4 jam) > 11 ppm gas fosfin, dengan kategori toksisitas 1 (EPA 1999).

Karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi, fosfin telah digunakan selama lebih dari 70 tahun sebagai insektisida dan saat ini juga digunakan sebagai fumigan untuk mengendalikan serangga pada komoditas pertanian, makanan yang sudah diproses, tembakau, makanan hewan dan produk selain makanan (Horn *et.al.* 2004; Anonim 2005). Secara ekologi penggunaan fosfin sangat menguntungkan karena dalam penggunaannya tidak meninggalkan residu berbahaya di lingkungan maupun pada produk. Namun demikian, fosfin dapat membentuk campuran yang mudah terbakar dan meledak apabila bereaksi dengan udara pada konsentrasi lebih dari 18.000 ppm, sehingga cara terbaik adalah dengan menggunakan bentuk gasnya (Horn *et.al.* 2004).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Horn & Horn (2004), menunjukkan hasil perlakuan menggunakan fosfin dapat membunuh hewan uji. Akan tetapi kualitas buah yang diberi perlakuan menurun dan selalu mengalami kerusakan. Kerusakan ini disebabkan oleh dua alasan utama, yaitu adanya ammonia dan suhu fumigasi yang relatif tinggi di atas 15 °C.

Salah satu bentuk fosfin sebagai fumigan adalah fosfin cair (*liquefied phosphine*) yang mengandung 2% gas fosfin dan kandungan lain dalam hal ini adalah CO_2 sebanyak 98%. Campuran gas fosfin dan CO_2 dikemas di dalam

tabung gas. CO_2 bertekanan akan berfungsi sebagai pendorong fosfin dan meningkatkan keefektifan fosfin dengan mempercepat penyebaran ke dalam ruangan fumigasi. Disamping sebagai gas beracun, CO_2 akan menyebabkan tidak mudah terbakar. Fosfin dan CO_2 pada tekanan tinggi akan tetap berwujud cair. Bentuk inilah yang disebut gas cair (*liquified gas*). Gas cair ditarik dari dalam tabung berbentuk cairan, tetapi disebarluaskan dalam bentuk gas (saat keluar dari tabung dan tekanan berkurang fosfin cair langsung berubah menjadi gas). Pengeluaran gas dalam jumlah yang tepat diperlukan untuk memastikan fumigasi yang aman dan efektif.

Kombinasi aktivitas molekuler, tekanan gas dan toksitas pada serangga pada dosis yang rendah menyebabkan fosfin cair dapat diterima secara luas sebagai fumigan. CO_2 adalah gas yang tidak berwarna, tidak mudah terbakar, pada saat konsentrasi tinggi dapat bersifat racun. Untuk keamanan petugas, pemantauan CO_2 dan PH_3 harus menggunakan alat keselamatan khusus (alat pernafasan). Kadang kala PH_3 mengeluarkan bau apabila tercampur dengan bahan pengotor lainnya meskipun tidak bisa digunakan sebagai indikator dari kebocoran PH_3 (Anonim 2005).

Penggunaan fosfin cair untuk pengendalian hama banyak dilakukan pada penyimpanan benih dan tempat penyimpanan massal seperti tempat penyimpanan biji dan tembakau. Keuntungan melakukan fumigasi menggunakan fosfin cair diantaranya tidak menyisakan limbah padat fumigan, tidak mudah terbakar sehingga aman diaplikasikan, dapat diaplikasikan dari jarak jauh, dapat dilakukan pemberian dosis ulang dan tidak beresiko kehilangan bahan fumigan padat pada bahan makanan atau pakan (Mueller 2010).

Selain keuntungan seperti yang telah disebutkan di atas, fosfin cair juga mempunyai kekurangan dibanding bahan fumigan yang lain. Diantaranya yaitu ukuran tabung yang relatif besar dengan berat 3600 lbs/1623 kg, tekanan gas saat aplikasi yang sangat tinggi sekitar 1000 – 2000 PSI, dan konsentrasi CO_2 yang sangat tinggi (bisa melebihi 5000 ppm) sehingga harus dimonitor dengan seksama (Mueller 2010).

Beberapa fumigan dapat digunakan untuk fumigasi bunga. Fosfin merupakan salah satu fumigan yang menjanjikan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Park *et.al.* (2010) yang menunjukkan tidak ada kerusakan pada bunga mawar (var Bordo, Grasia), krisan (var Baksun, Ford) dan lili (var Orgast) setelah difumigasi menggunakan fosfin cair dengan konsentrasi gas 100 g/m³ dan 200 g/m³ selama 24 jam. Bunga disimpan selama 1 hari pada suhu 8 °C kemudian dipindah pada suhu 20 °C selama 6 hari. Akan tetapi terdapat penundaan pembungaan pada mawar var Bordo (100 g/m³ dan 200 g/m³) dan lili (200 g/m³) walaupun tidak sampai menimbulkan kerusakan. Perubahan warna yang terjadi pada mawar Bordo (200 g/m³) tidak berbeda nyata.

Dosis yang disarankan untuk penggunaan fosfin cair mengikuti manual produk seperti pada tabel di bawah ini (Anonim 2005).

Tabel 1. Dosis anjuran penggunaan fosfin cair

No	Suhu	Konsentrasi PH ₃ /1000 ft ³	Tingkat fumigasi /1,000 cu ft	Waktu papar Minimum
1.	Dibawah 32°F (0° C)	-	-	Tidak dilakukan fumigasi
2.	32-39° F (0-4° C)	200-1,000 ppm	0.88 – 4.41 lb	6 hari
3.	40-53° F (5-12° C)	200-1,000 ppm	0.88 – 4.41 lb	4 hari
4.	54-59° F (12-15° C)	200-1,000 ppm	0.88 – 4.41 lb	3 hari
5.	60-79° F (16-25° C)	200-1,000 ppm	0.88 – 4.41 lb	2 hari
6.	80° F keatas (≥26° C)	200-1,000 ppm	0.88 – 4.41 lb	36 jam
7.	80° F keatas (≥26° C)	500-1,000 ppm	2.20 – 4.41 lb	24 jam

Apabila fumigasi dilakukan untuk keperluan karantina, perlu diperhatikan apakah metode fumigasi tersebut dapat diterima di negara tujuan. Fosfin cair dapat digunakan pada biji coklat untuk mengendalikan seluruh stadia ngengat yang menyerang biji coklat termasuk *Plodia interpunctella* dengan waktu papar selama 24 jam dengan konsentrasi 500 – 1000 ppm pada suhu 40 °F (5 °C)

atau lebih. Hal yang perlu diperhatikan adalah konsentrasi fosfin tidak boleh melebihi 1000 ppm (Anonim 2005).

Fosfin cair telah diaplikasi pada berbagai komoditas pertanian yaitu alfalfa, alpukat, almond, kacang brazil, pisang, kubis, chinese cashews, jeruk, biji kakao/coklat, biji kopi, jagung, biji kapas, kurma, terung, dill, andewi, filberts biji bunga, anggur, biji rumput, kumquats, sayuran kacang-kacangan, lemon, daun selada, jeruk nipis, mangga, millet, oats, okra, pepaya, kemiri, peanuts, lada, persimmon, pimento kacang pistachio, popcorn, kentang, beras ketan, rye, benih safflower, salsify, benih sesame, sorghum, kedelai, benih bunga matahari, tangelo, tangerine, tomat, triticale, benih sayuran, walnut dan gandum untuk pengendalian berbagai serangga diantaranya *Cadra cautella*, *Sitotroga cerealella*, *Callosobruchus maculatus*, *Anthrenus verbasci*, *Oulema melanopus*, *Lasioderma serricorne*, *Tribolium confusum*, Dermestidae, *Cadra calidella*, *Carphophilus hemipterus*, *Nemapogon granella*, *Cryptolestes pusillus*, alat buah, *Sitophilus granarius*, *Galleria melonella*, *Typhaea stercorea*, *Mayetiola destructor*, *Trogoderma granarium*, *Plodia interpunctella*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus zeamais*, *Ephestia kuehniella*, *Bruchus pisorium*, *Pectinophora gossypiella*, *Cadra figulilella*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Ptinus* sp., *Ephestia elutella*, *Trogoderma variable*, dan *Tenebrio molitor*. Selain itu tikus, hama pada kayu seperti kumbang kayu dan nematoda (Anonim 2005).

Penelitian tentang residu fosfin murni pada buah-buahan telah dilakukan seperti yang dilaporkan oleh Flingelli *et.al.* 2010, bahwa setelah fumigasi fosfin 2.500 ppm selama 4 hari pada suhu 15 °C pada buah kiwi terdapat residu yang tinggi. Residu tersebut kemudian lepas kembali secara perlahan sampai tidak melebihi limit residu minimum Eropa untuk buah sebesar 50 µg fosfin/kg dalam waktu kurang dari 12 jam.

Manggis

Tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) berasal dari semenanjung Malaysia. Budidaya manggis sudah tersebar sampai ke beberapa negara, antara lain Myanmar, Indonesia, Filipina, Thailand, Vietnam dan Kamboja.

Namun perkembangan terakhir tanaman ini semakin meluas ke Srilanka, India Selatan, Amerika Tengah, Brazil dan Queensland (Australia Timur) (Ashari 1995).

Buah manggis berbentuk bulat dengan kulit yang tebal, lunak dan bergetah kuning dengan diameter 4 - 8 cm. Pada waktu buah manggis masih muda, kulit buah manggis berwarna hijau kemudian setelah tua akan berubah menjadi merah tua dengan daun kelopak yang tetap menempel. Daging buahnya berwarna putih bersih tersusun dalam beberapa segmen atau juring. Biji buah manggis kecil dan berwarna coklat ditutupi oleh daging buah yang tebal dan berwarna putih.

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan buah yang mempunyai nilai komersial di Indonesia dan memiliki pangsa pasar yang prospektif di pasar domestik maupun internasional. Hal ini menunjukkan bahwa komoditas manggis memiliki daya saing yang baik.

Semua kelas kualitas buah manggis memiliki ketentuan minimum yang harus dipenuhi yaitu utuh, kelopak buah dan tangkai harus lengkap, layak dikonsumsi, bebas dari benda-benda asing yang tampak, bebas dari hama dan penyakit, bebas dari kelembaban eksternal yang abnormal kecuali pengembunan sesaat setelah pemindahan dari tempat penyimpanan dingin, bebas dari aroma dan rasa asing, penampilan segar memiliki bentuk warna dan rasa sesuai dengan sifat/ciri varietas, daging buah bening dan getah kuning sesuai dengan pengelasan, bebas dari memar dan buah mudah dibelah (BSN 2009).

Buah manggis yang telah dipanen walaupun telah dipisahkan dari inangnya namun tetap menunjukkan aktivitas hidup. Suplai energi masih dibutuhkan untuk menjaga tetap berfungsinya komponen sistem metabolisme. Energi yang diperoleh merupakan hasil dari kegiatan respirasi. Laju respirasi buah merupakan indikator yang digunakan sebagai petunjuk terhadap potensi umur simpan. Proses respirasi kecepatan tinggi mengakibatkan umur simpan yang pendek (Sutrisno *et.al.* 2008).

Kekerasan kulit buah manggis merupakan salah satu indikator kerusakan. Kulit buah manggis yang semakin keras menyebabkan buah sulit dibuka atau

buah sudah rusak dan tidak layak atau tidak disukai oleh konsumen (Sutrisno *et.al.* 2008).

Nanas

Nanas (*Ananas comosus* (Linn.) Merr. termasuk dalam famili Bromeliaceae merupakan tanaman herba, monokotil dan perenial yang berasal dari Brasil (Amerika Selatan). Berdasarkan habitus tanaman terutama berdasarkan bentuk daun dan buah, dikenal 4 jenis golongan nanas yaitu *Smooth Cayenne* (daun halus tidak berduri, kulit buah berwarna oranye dan buah berbentuk silindris, berukuran besar mencapai 2.3 kg atau lebih), *Queen* (daun pendek berduri tajam, kulit buah kuning, buah lonjong mirip kerucut, beratnya 0.5-1.1 kg), *Spanish* (daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar, kulit buah oranye-merah, buah berbentuk bulat, beratnya 0.9-1.8 kg) dan *Abacaxi* (daun panjang berduri kasar, kulit buah berwarna kuning, bentuk buah silindris atau seperti piramida dan berat rata-rata 1.4 kg) (Deptan 2006 & PKBT 2007a dalam Mamahit 2009). Nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Queen* dan *Smooth Cayenne*. Dewasa ini ragam kultivar nanas Indonesia yang dikategorikan unggul adalah nanas Bogor dan Palembang yang termasuk golongan *Queen* dan nanas Subang yang termasuk golongan *Smooth Cayenne* (PKBT 2007a dalam Mamahit 2009).

Tanaman nanas dapat tumbuh pada keadaan iklim basah maupun kering. Tanaman ini sangat toleran terhadap musim kemarau dan musim hujan, dapat tumbuh pada curah hujan sekitar 635-2500 mm per tahun, tetapi curah hujan optimal adalah 1000-1500 mm. Suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman nanas sekitar 7-40 °C. Suhu optimal untuk pertumbuhan daun 32 °C dan untuk akar 29 °C (PKBT 2007b dalam Mamahit 2009).

Buah nanas termasuk tipe buah non klimaterik, yaitu tidak mengalami proses pelunakan, pemanisan dan berkurangnya keasaman buah, tidak terdapat perubahan konsentrasi CO₂ dan etilen selama proses pematangan.

Anggrek

Anggrek secara taksonomi diklasifikasikan ke dalam Phylum Spermatophyta, yaitu digolongkan ke dalam tumbuhan berbiji, Kelas

Angiospermae atau berbiji tertutup, Subkelas Monokotiledonae atau bijinya berkeping satu, Ordo Gynandrae karena alat reproduksi jantan dan betina bersatu sebagai tugu bunga, Famili Orchidaceae atau keluarga anggrek (Puspitaningtyas *et.al.* 2003). Orcidaceae merupakan famili tanaman terbesar, terdiri dari sekitar 900 genus dan hampir 35.000 spesies. Dendrobium, genus terbesar dalam famili ini terdiri dari 1.100 spesies (Cordel 1999).

Salah satu genus yang ada pada famili Orchidaceae adalah Phalaenopsis. Di Indonesia plasma nutfah anggrek Phalaenopsis tumbuh secara alami dalam habitat hutan di berbagai wilayah misalnya Maluku, Sulawesi, Pulau Seram, Ambon, Buru, Kalimantan, Sumatera dan Jawa (Setiawan 2002).

Phalaenopsis tumbuh monopodial yang berarti hanya mempunyai batang utama yang tumbuh terus ke atas dan tidak terbatas. Batang pendek dan tidak mempunyai pseudobulb. Akar berdaging muncul dari batang atau buku bagian bawah. Tangkai bunga tumbuh menembus upih daun, seringkali bercabang, agak pendek atau panjang, berbunga sedikit atau banyak. Bunga mekar bersamaan atau tidak, ukuran kecil, sedang atau besar, tidak berbau atau berbau harum, warna putih, kuning atau ungu (Nursandi 1997).

Kutu Putih (Hemiptera: Pseudococcidae)

Kutu putih (Famili : Pseudococcidae) termasuk ke dalam Superfamili Coccoidea, Ordo Hemiptera. Kutu ini mempunyai tipe alat mulut berupa stilet dan disebut kutu putih karena hampir seluruh tubuhnya dilapisi oleh lilin yang berwarna putih yang dikeluarkan oleh kelenjar lilin melalui pori pada kutikula. Lilin-lilin ini merupakan salah satu ciri morfologi untuk mengidentifikasi spesies imago betina. Imago betina tidak aktif bergerak dan berkembang setelah melalui proses ganti kulit (*moultting*) (Kalshoven 1981; Williams 2004).

Kutu putih memiliki bentuk tubuh memanjang, bulat atau oval dan sering kali tubuh menjadi berbeda setelah dibuat preparat. Ukuran panjang kutu putih ini sekitar 0.5 – 8.0 mm. Pada abdomen bagian ventral terdapat vulva yang terletak diantara segmen VII dan VIII. Penghitungan segmen abdomen dimulai

dari segmen abdomen yang menempel pada toraks berdekatan dengan samping tungkai belakang (Williams 2004).

Kerusakan akibat adanya kutu putih meliputi kerusakan langsung oleh serangan kutu putih dan kerusakan tidak langsung (CABI 2007). Imago dan nimfa kutu putih dapat menyerang tanaman nanas dengan cara mengisap cairan tanaman dengan cara menusukkan stiletnya ke dalam jaringan tanaman. Serangan kutu putih menyebabkan berkurangnya vigor tanaman, penurunan berat akar dan tunas. Selain itu embun madu yang dihasilkan kutu putih dapat menjadi media pertumbuhan embun jelaga sehingga menghambat potensi fotosintesis tanaman dan menurunkan nilai jual buah yang terserang (Geiger & Daane 2001).

***Planococcus minor* Maskell**

Planococcus minor dikenal dengan Passionvine Mealybug, serangga telah dilaporkan menyerang lebih dari 250 inang yang termasuk ke dalam 80 famili tanaman yang dibudidayakan dan tanaman liar, beberapa merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi penting seperti pisang, jeruk, cacao, kopi, jagung, mangga dan kedele (Venette & Davis 2004 dalam Francis et.al. 2012b).

Planococcus minor memiliki deskripsi telur berwarna kuning, sangat kecil dan terlindung dalam kantung telur yang sebagian terbuka dibawah ujung belakang dari betina dewasa. Kedua jenis kelamin kelihatan berwarna merah jambu selama instar dua pertama dan tidak bisa dibedakan. Betina tidak bersayap dan mempunyai lima stadia perkembangan yaitu telur, tiga instar nimfa dan dewasa. Betina dewasa berbentuk oval, tidak bersayap, bersegmen dengan jelas dengan dorsomedial bare area pada stadia yang tua, memiliki tiga pasang tungkai dan sepasang antena dengan 8 segmen. Berwarna kuning pucat ketika mengalami ganti kulit, tetapi berubah menjadi jingga kecoklatan dan kulitnya perlahan-lahan ditutupi oleh lilin sekresi berwarna putih dan bertepung. Betina dewasa ukurannya dapat mencapai 4 mm panjangnya dan sisi badannya muncul 18 pasang filamen samping yang pendek dengan dua filamen yang lebih panjang dari yang lain. Jantan mempunyai 6 tahap

perkembangan yaitu telur, dua instar nimfa, pra pupa dan pupa yang berkembang dalam kokon berlilin dan dewasa. Suhu optimum untuk perkembangannya antara 20 – 29 °C. Waktu perkembangan dari telur sampai dewasa betina rata-rata 49 hari pada suhu 20 °C dan 27 hari pada suhu 29 °C. pada suhu 29 °C stadia telur dilampau selama $5,7 \pm 0,5$ hari (Francis *et.al.* 2012b).

Planococcus minor berasal dari wilayah bagian timur Australia, Malagasi, Polinesia, Neotropical dan Austronesia.

Fisiologi Tanaman

Banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa pada keadaan lingkungan normal konsentrasi CO₂ membatasi laju fotosintesis. Penambahan CO₂ menunjukkan hasil yang cukup bagus pada tanaman aster, krisan, anyelir, mawar dan beberapa tanaman hias berbunga lainnya (Santoso 2010).

Senescen merupakan salah satu tahapan perkembangan biologis. Proses ini merupakan salah satu perubahan menuju kematian suatu organisme. Sedangkan kematangan diartikan sebagai stadia pertumbuhan dan perkembangan yang lengkap atau stadia yang akan menjamin penyelenggaraan proses pemasakan.

Berdasarkan kedua proses yang berbeda tersebut di atas, *senescen* merupakan hal penting bagi penanganan pascapanen bunga potong ataupun tanaman hias pot. Menghambat *senescen* merupakan tujuan utama dalam teknologi pascapanen bunga potong. Kegiatan-kegiatan yang dapat mengurangi kerusakan pascapanen adalah sebagai berikut:

1. Penyimpanan atmosfir terkendali

Penyimpanan pada atmosfir terkendali dapat memperpanjang umur simpan bunga potong mawar dibandingkan penyimpanan suhu rendah. Untuk menunda membuka atau mekarnya kuncup mawar, penyimpanan dengan atmosfer terkendali pada 5 – 25% CO₂ dan O₂ sangat menguntungkan. Keadaan yang paling baik adalah 0,5% O₂ dan 5% CO₂. Konsentrasi CO₂ yang meracuni akan menyebabkan pencoklatan petal dan mengakibatkan kuncup bunga tidak membuka. Konsentrasi CO₂ di atas 15% akan

menciptakan kondisi yang dapat merubah pigmen pada petal karena pH sel menurun.

2. Penyimpanan pada atmosfir termodifikasi

Sejumlah kecil bunga potong mawar dapat dibungkus dengan menggunakan plastik tipis transparan sehingga keadaan atmosfir dalam plastik tidak berubah. Karbondioksida akan terakumulasi di dalam plastik, sementara konsentrasi oksigen berkurang sehingga kualitas bunga akan dapat dipertahankan. Bunga potong mawar yang disimpan atau dikemas selama 5 hari pada suhu 5 – 7 °C memiliki umur simpan yang lebih panjang dan tidak mengurangi kualitas (Santoso 2010).

BAB III

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Uji terap dilaksanakan di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian (BUTTMKP) Bekasi, Propinsi Jawa Barat mulai bulan Maret sampai Oktober 2012.

Alat yang digunakan antara lain *fumigation chamber*, timbangan digital, alat pengukur konsentrasi (*silo check*), dan detektor fosfin. Bahan yang digunakan antara lain fosfin cair, buah manggis var. lokal Purwakarta, nanas Subang jenis *Smooth Cayenne*, anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.), kabocha (*Japanese pumkin*) dan kutu putih *Planococcus minor*. Buah manggis yang digunakan berumur 1 hari setelah panen dengan kualitas manggis ekspor dari pedagang pengumpul di Kec. Wanayasa Kabupaten Purwakarta. Sedangkan nanas yang digunakan jenis *Smooth Cayenne* berumur 1 hari setelah panen dari kecamatan Jalan Cagak Kabupaten Subang. Tanaman anggrek yang digunakan adalah bibit berumur 6 bulan dan tanaman yang sedang berbunga.

Metode Uji Terap

Persiapan :

Menyiapkan kutu putih untuk difumigasi yaitu *Planococcus minor* sebagai spesies model dari kelompok kutu putih (Pseudococcidae), penyiapan bahan uji yaitu buah (manggis dan nanas) dan anggrek (bibit tanaman dan tanaman berbunga).

Persiapan kutu putih:

- Memilih kutu putih dari manggis kemudian diidentifikasi.
- Kutu putih yang sudah dipilih stadia nimfa (yang baru menetas dan bergerak) dan diletakkan pada buah kabocha untuk perbanyakan (rearing). Dalam 2 bulan dapat diperoleh sekitar 200.000 individu generasi kedua.

- Buah kaboca diletakkan di dalam kardus yang dialasi dengan paralon/pot plastik dan diletakkan di tempat yang gelap.

Perlakuan :

Konsentrasi yang digunakan yaitu 0, 100 , 200, 300, 400, dan 500 ppm dengan waktu papar 12 dan 24 jam sebagai perlakuan awal, dilanjutkan dengan 200 ppm dengan waktu papar 0, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, dan 4.5 jam. Tiap perlakuan dilakukan 3 ulangan untuk uji mortalitas dan 5 ulangan untuk uji fitotoksik. Konsentrasi 100 ppm fosfin setara dengan 7,14 gram/m³ produk fosfin cair. Setelah didapatkan dosis aman dan efektif dilakukan uji konfirmasi dengan populasi kutu putih yang lebih banyak. Penentuan dosis efektif didasarkan pada LD_{99.99683} yang ditentukan melalui analisis probit.

Pelaksanaan Perlakuan

Pemasangan Sungkup dan Peletakan Bahan Uji

Ruang fumigasi berupa *fumigation chamber* ($\pm 3.5\text{ M}^3$) diisi dengan komoditas dan kutu putih yang akan diuji dengan jumlah sesuai dengan kebutuhan. Masing-masing bahan uji diletakkan di bagian tengah *chamber*, kemudian *chamber* ditutup dan dipastikan kedap udara. Kutu putih diuji dengan dua metode yaitu :

- Secara alamiah yang berada pada komoditas uji (manggis, nanas dan tanaman anggrek) dengan populasi awal yang beragam;
- Hasil pemeliharaan pada buah kaboca tanpa pemindahan ke buah manggis, nanas dan tanaman anggrek sebagai inangnya (masing-masing 100 ekor dewasa dan 100 ekor nimfa tiap perlakuan).

Pemasangan Selang Monitor

Sebelum *fumigation chamber* ditutup sempurna, dipasang instalasi selang kapiler untuk memonitor gas fumigan dengan posisi ujung selang di tengah-tengah, sedangkan ujung selang lainnya dikeluarkan dari sungkup atau ruang fumigasi.

Pelepasan Gas

Sebelum pelepasan gas, terlebih dahulu dilakukan penghitungan dosis aplikasi fumigan yang digunakan. Pelepasan gas pada setiap sungup dilakukan dengan cara memasukkan fumigan dengan dosis tertentu ke ruang fumigasi. Setelah dilakukan pelepasan gas, dilakukan penutupan lubang bekas gas fumigan dimasukan dan menempelkan tanda peringatan pada sungup fumigasi.

Pengukuran Konsentrasi Gas dan Suhu Ruang

Pengukuran konsentrasi gas di dalam sungup fumigasi sangat penting supaya selama berlangsungnya fumigasi konsentrasi gas dapat selalu terpantau berada di dalam konsentrasi yang diperlukan sesuai konsentrasi minimum target. Monitoring gas fumigan dalam ruangan dilakukan pada saat 30 menit setelah fumigasi dan 15 menit sebelum aerasi. Monitoring ini dilakukan dengan alat pengukur konsentrasi fosfin (*silo chek*) yang dihubungkan dengan ujung selang plastik monitor. Suhu udara luar diukur dengan menggunakan termometer digital.

Pembebasan Ruang Fumigasi (Aerasi)

Pembebasan gas (aerasi) dilakukan setelah proses waktu pemaparan gas tercapai sesuai masing-masing perlakuan. Aerasi dilakukan dengan membuka sungup setelah dipastikan bahwa lingkungan tempat fumigasi aman dengan bantuan blower dan belalai pembuangan udara.

Pengamatan

Parameter yang diamati yaitu mortalitas serangga uji, kerusakan komoditas/kualitas komoditas (buah dan tanaman), daya simpan komoditas.

Mortalitas Kutu Putih

Kutu putih yang menempel pada buah manggis, nanas, anggrek dan buah kaboca (sebagai inang alternatif) yang difumigasi kemudian diamati dibawah mikroskop stereo apakah masih hidup. Pengamatan dan

pemeliharaan dilakukan juga terhadap kutu putih yang tidak fumigasi (kontrol). Pengamatan terhadap mortalitas telur diamati dengan menghitung jumlah nimfa baru yang muncul dari telur yang difumigasi. Pengamatan dilakukan selama 1 minggu setelah fumigasi sesuai dengan rata-rata umur telur kutu putih (Francis et.al. 2012a).

Pengamatan kondisi fisik buah

Buah setelah difumigasi diamati kondisi fisiknya (warna, tekstur kulit, tekstur daging buah dan kaliks) mengacu pada SNI Manggis No. 3211-2009 dengan melakukan pembelahan dan pengamatan kondisi buah sampai hari ke 6 (enam) pasca fumigasi dan dibandingkan dengan kontrol. Jumlah buah yang diamati adalah 10 buah manggis tiap ulangan pada masing-masing perlakuan yang diambil secara acak dari 100 buah yang diberi perlakuan.

Kerusakan tanaman dan kondisi fisik bunga

Tanaman anggrek yang sudah difumigasi diamati kondisi fisik (warna, kondisi daun) kerusakan dan pertumbuhannya sampai 1 bulan setelah fumigasi. Sedangkan untuk bunga anggrek diamati kondisi fisik bunga dan daya tahan bunga sampai 6 hari setelah fumigasi.

Uji konfirmasi

Uji konfirmasi dilakukan setelah dianalisa menggunakan probit 9 dengan Individu serangga uji yang sesuai persyaratan probit 9 yaitu 100.000 ekor serangga dengan toleransi 3 ekor hidup atau probit 8 dengan 30.000 ekor serangga tanpa toleransi serangga hidup dan menggunakan bunga tanaman anggrek yang berbunga untuk uji fitotoksik. Pelaksanaan fumigasi dilakukan pada peti kemas berukuran 20 feet.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan uji ragam (ANOVA), dan jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan tingkat kesalahan 5% (Gomes & Gomes 1995).

BAB IV HASIL

Keefektifan fosfin cair terhadap mortalitas kutu putih

Pengujian keefektifan fosfin cair terhadap kutu putih (*mealybugs*) telah dilakukan pada buah manggis, nanas dan tanaman anggrek muda (*seedling*), dengan infestasi kutu putih secara alamiah dan diidentifikasi sebagai *Dysmicoccus* sp. pada buah nanas dan *Planococcus* sp. pada buah manggis dan tanaman anggrek dengan populasi awal yang bervariasi. Dari hasil pengujian diketahui bahwa fumigasi fosfin cair dengan konsentrasi 100 - 500 ppm dengan waktu papar 12 jam dan 24 jam pada suhu 26 – 30 °C dapat menyebabkan mortalitas kutu putih sebesar 100% (Tabel 2, 3 dan 4).

Tabel 2 Mortalitas kutu putih pada buah nanas setelah perlakuan fumigasi fosfin cair

Perlakuan	Hidup	Mati	Jumlah	Mortalitas (%)
0 ppm - 12 jam (kontrol)	99	0	99	0
100 ppm -12 jam	0	103	103	100
200 ppm -12 jam	0	82	82	100
300 ppm -12 jam	0	43	43	100
400 ppm -12 jam	0	25	25	100
500 ppm -12 jam	0	155	155	100
0 ppm - 24 jam (Kontrol)	9	2	11	13.3
100 ppm -24 jam	0	10	10	100
200 ppm -24 jam	0	4	4	100
300 ppm -24 jam	0	2	2	100
400 ppm -24 jam	0	9	9	100
500 ppm -24 jam	0	31	31	100

Dari hasil pengamatan buah setelah fumigasi diketahui bahwa selain kutu putih ditemukan juga semut hitam. Semut hitam dewasa mati pada semua konsentrasi, akan tetapi pada konsentrasi 100 ppm waktu papar 24 jam masih ditemukan pupa semut hitam yang hidup menjadi dewasa.

Tabel 3 Mortalitas kutu putih pada buah manggis setelah perlakuan fumigasi fosfin cair

Perlakuan	Hidup	Mati	Jumlah	Mortalitas (%)
0 ppm - 12 jam (Kontrol)	24	0	24	0
100 ppm -12 jam	0	21	21	100
200 ppm -12 jam	0	6	6	100
300 ppm -12 jam	0	8	8	100
400 ppm -12 jam	0	15	15	100
500 ppm -12 jam	0	53	53	100
0 ppm - 24 jam (Kontrol)	31	0	31	0
100 ppm -24 jam	0	4	4	100
200 ppm -24 jam	0	5	5	100
300 ppm -24 jam	0	15	15	100
400 ppm -24 jam	0	10	10	100
500 ppm -24 jam	0	29	29	100

Tabel 4 Data mortalitas kutu putih pada tanaman anggrek *Phalaenopsis* setelah perlakuan fumigasi fosfin cair

Perlakuan	Hidup	Mati	Jumlah	Mortalitas (%)
0 ppm - 12 jam (kontrol)	16	0	16	0
100 ppm -12 jam	0	6	6	100
200 ppm -12 jam	0	8	8	100
300 ppm -12 jam	0	3	3	100
400 ppm -12 jam	0	12	12	100
500 ppm -12 jam	0	3	3	100
0 ppm - 24 jam Kontrol)	16	0	16	0
100 ppm -24 jam	0	3	3	100
200 ppm -24 jam	0	26	26	100
300 ppm -24 jam	0	6	6	100
400 ppm -24 jam	0	10	10	100
500 ppm -24 jam	0	12	12	100

Pengujian keefektifan fosfin cair terhadap mortalitas *P. minor* telah dilakukan dengan menggunakan buah kaboca sebagai media perbanyakan sekaligus komoditas yang difumigasi. Dari pengujian keefektifan fosfin cair pada konsentrasi 100 sampai 500 ppm dengan waktu papar 12 jam dan 24 jam suhu 26 - 30 °C terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan kontrol. Akan tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan. Seluruh perlakuan menghasilkan mortalitas *P. minor* sebesar 100%.

Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan konsentrasi fosfin cair yang lebih rendah yaitu 200 ppm pada suhu 26 - 30 °C dengan waktu yang lebih singkat untuk mendapatkan nilai yang dapat diolah dengan analisa probit. Hal ini dikarenakan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan 100 sampai 500 ppm dengan waktu papar 12 jam dan 24 jam. Hasil perlakuan menunjukkan bahwa *P. minor* nimfa betina lebih peka dari pada dewasa betina. Diketahui bahwa konsentrasi 200 ppm menyebabkan mortalitas 100% nimfa betina dengan waktu papar 3 jam, tetapi pada *P. minor* dewasa dibutuhkan waktu papar 4 jam. Data mortalitas *P. minor* nimfa dan dewasa dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5 Mortalitas *P. minor* nimfa betina setelah perlakuan fumigasi fosfin cair konsentrasi 200 ppm pada buah kaboca dengan beberapa waktu papar

Waktu (jam)	Mortalitas (%)		Standar deviasi
0 (kontrol)	0	c	0,00
1,0	0	c	0,00
1,5	82,00	b	10,82
2,0	97,67	a	0,58
2,5	99,33	a	1,15
3,0	100,00	a	0,00
3,5	100,00	a	0,00
4,0	100,00	a	0,00
4,5	100,00	a	0,00
12,0	100,00	a	0,00

$$P_{\text{value}} = 0,000 \quad \text{&} \quad F_{\text{Hitung}} = 433,87$$

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT α 5 %

Tabel 6 Mortalitas *P. minor* dewasa betina setelah perlakuan fumigasi fosfin cair konsentrasi 200 ppm pada buah kaboca dengan beberapa waktu papar

Waktu (jam)	Mortalitas (%)		Standar deviasi
0 (kontrol)	0	c	0,00
1,0	0	c	0,00
1,5	53,33	b	38,42
2,0	93,33	a	3,06
2,5	93,67	a	1,53
3,0	99,33	a	0,58
3,5	99,67	a	0,58
4,0	100	a	0,00
4,5	100	a	0,00
12,0	100	a	0,00

$$P_{\text{Value}} = 0,000 \quad & F_{\text{Hitung}} = 79,26$$

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT α 5 %

Uji konfirmasi Probit

Dari hasil perhitungan dengan analisa probit 9 diperoleh batas atas waktu papar dari fumigasi fosfin cair pada konsentrasi 200 ppm yaitu 6.622 jam (dibulatkan menjadi 7 jam). Selanjutnya dilakukan uji konfirmasi dengan *P. minor* sejumlah 5.609 ekor imago betina dan 54.902 ekor nimfa betina. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tidak ditemukan imago betina maupun nimfa yang hidup. Hasil perhitungan probit dengan menggunakan data mortalitas *P. minor* dewasa dengan perlakuan fosfin cair 0, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 dan 12 jam dapat dilihat pada Tabel 7.

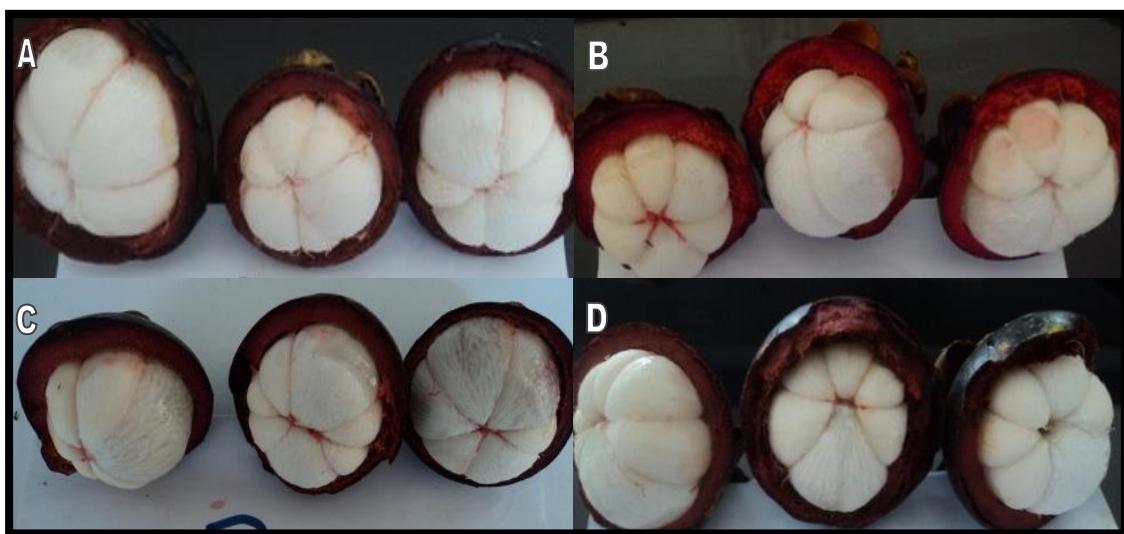
Tabel 7 Hasil analisis probit 9 terhadap mortalitas *P. minor* dewasa setelah diberi perlakuan fumigasi fosfin cair 200 ppm dengan beberapa waktu papar (tingkat kepercayaan 99%)

Letal dosis	Waktu papar efektif (jam)	Batas bawah (jam)	Batas atas (jam)
LD Probit-9	4.017	3.143	6.622
LD 99	2.679	2.304	3.573
LD 50	1.526	1.349	1.682

Pengujian pengaruh fumigasi terhadap kondisi fisik buah manggis dan nanas

Dari hasil pengujian diketahui bahwa perlakuan fumigasi fosfin cair dengan konsentrasi 100 - 500 ppm waktu papar 24 jam suhu 26 - 30 °C pada buah manggis dengan umur simpan 6 hari pada suhu kamar tidak berbeda nyata dengan kontrol dilihat dari kondisi warna dan tekstur daging buah serta kelayakan untuk dapat dikonsumsi. Fumigasi dengan waktu papar 24 jam pada buah manggis yang disimpan sampai 6 hari setelah fumigasi (8 hari setelah panen) meningkatkan degradasi kualitas buah dari penampilan fisik luar (kelopak tangkai buah), tetapi hal ini tidak terjadi pada fumigasi dengan waktu papar 12 jam. Data kualitas buah manggis 6 hari setelah perlakuan tersaji pada Tabel 8 dan 9.

Fumigasi fosfin cair dengan konsentrasi 100 - 500 ppm waktu papar 24 jam suhu 26 - 30 °C pada buah nanas dengan penyimpanan 6 hari setelah fumigasi tidak berbeda dengan control. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna mahkota buah, tekstur daging buah dan kelayakan dikonsumsi.

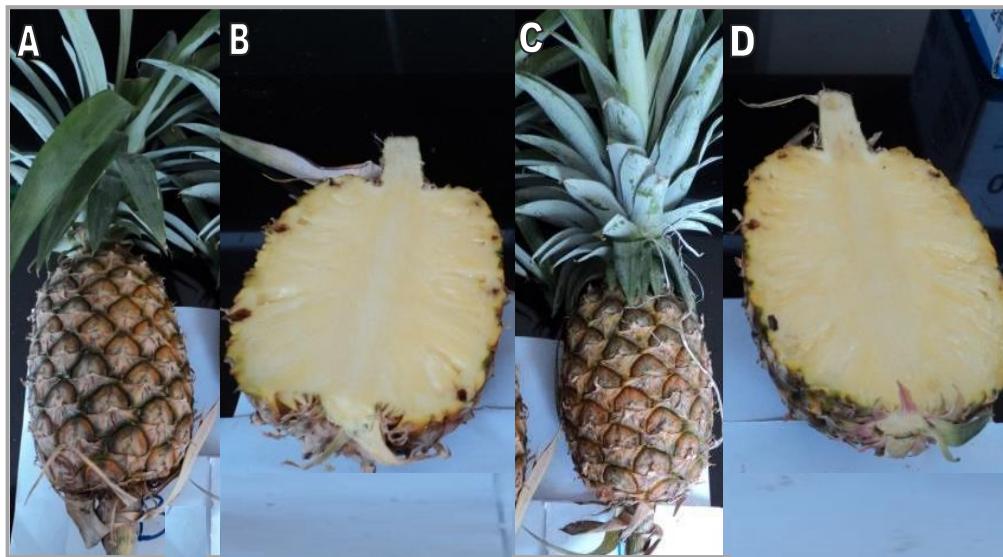


Gambar 1. Kondisi fisik daging buah manggis 6 hari setelah fumigasi fosfin cair A = kontrol-12 jam; B = 500 ppm-12 jam; C = kontrol -24jam; D = 500 ppm - 24 jam

Tabel 8 Hasil pengamatan kualitas buah manggis 6 hari setelah perlakuan fosfin cair konsentrasi 0 - 500 ppm waktu papar 12 jam

Parameter	Kualitas buah tiap perlakuan (%)					
	0 ppm	100 ppm	200 ppm	300 ppm	400 ppm	500 ppm
Kelayakan konsumsi	98 a	96 a	92 a	90 a	92 a	96 a
Buah mudah dibelah	100 a	98 ab	98 ab	98 ab	92 b	98 ab
Kelembaban kulit	100 a	98 ab	98 ab	98 ab	92 b	98 ab
Kelopak hijau	100 a	96 a	98 a	96 a	94 a	92 a
Penampilan segar	100 a	96 a	98 a	96 a	94 a	92 a
Tekstur daging normal	98 a	96 a	92 a	90 a	92 a	96 a

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT α 5 %



Gambar 2. Kondisi fisik buah nanas 6 hari setelah fumigasi fosfin cair

A = kontrol 24 jam (buah utuh);

B = Kontrol 24 Jam (daging buah);

C = perlakuan 500 ppm 24 jam (buah utuh);

D = perlakuan 500 ppm 24 jam (daging buah).

Tabel 9 Hasil pengamatan kualitas buah manggis 6 hari setelah perlakuan fosfin cair konsentrasi 200 ppm waktu papar 24 jam.

Parameter	Kualitas buah tiap perlakuan (%)					
	0 ppm	100 ppm	200 ppm	300 Ppm	400 ppm	500 ppm
Kelayakan konsumsi	78 ab	78 ab	84 a	50 c	60 c	62 bc
Buah mudah dibelah	94 a	92 a	92 a	80 b	76 b	80 b
Kelembaban kulit	94 a	92 a	92 a	80 b	76 b	86 ab
Kelopak hijau	94 a	72 b	34 c	6 d	14 d	8 d
Penampilan segar	94 a	72 b	34 c	6 d	14 d	8 d
Tekstur daging normal	78 ab	78 ab	82 a	50 c	60 bc	70 ab

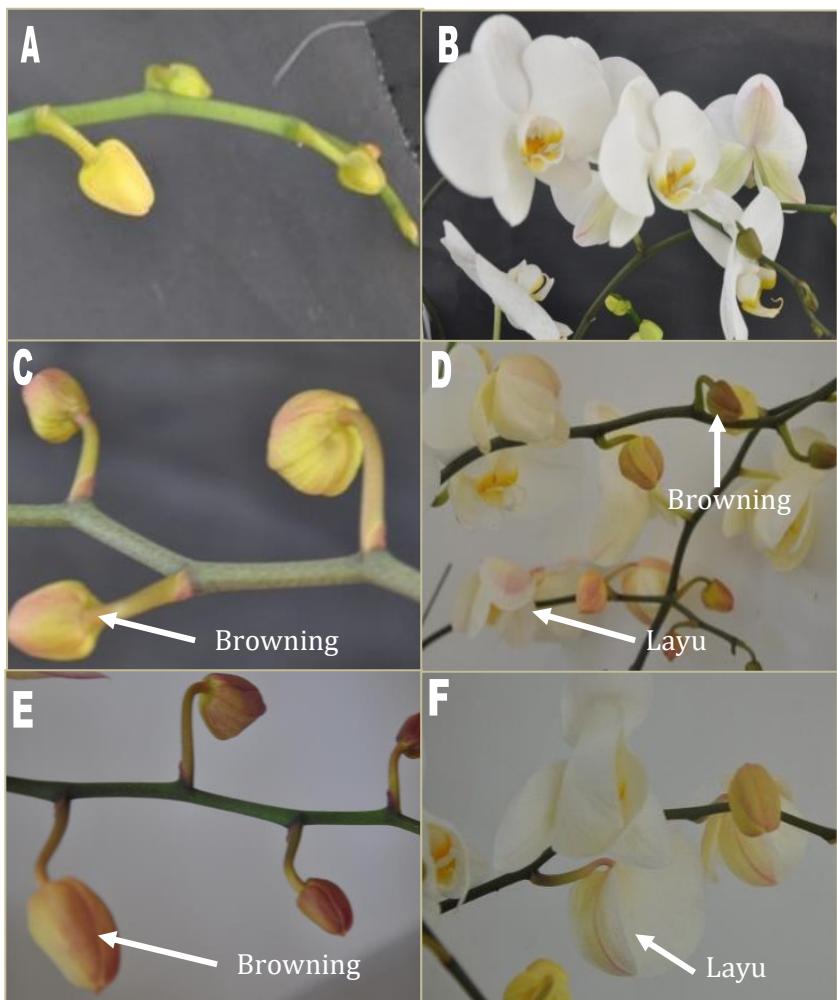
Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT α 5 %

Pengujian pengaruh fosfin cair terhadap tanaman anggrek Phalaenopsis

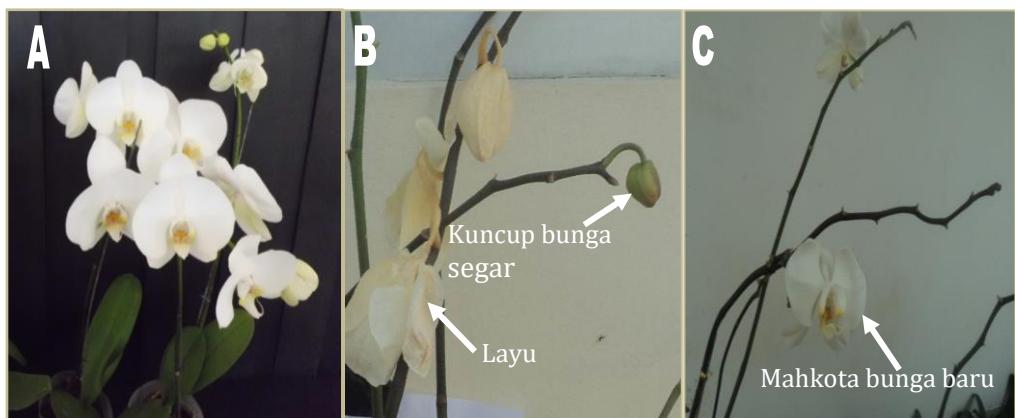
Hasil pengujian menunjukkan bahwa fumigasi fosfin cair dengan konsentrasi 500 ppm waktu papar 24 jam suhu 26 - 30 °C tidak menyebabkan kerusakan fisik maupun fisiologis daun anggrek pada bibit maupun tanaman yang sedang berbunga. Mulai dari konsentrasi 100 ppm waktu papar 12 jam sudah menyebabkan proses penuaan (*senescense*) mahkota bunga menjadi cepat dimulai dengan berubahnya warna bunga dan diikuti dengan layunya sepal dan petal pada bunga 1 hari setelah perlakuan fumigasi dan akhirnya gugur tidak lebih dari 6 hari, sedangkan kemampuan bertahan bunga dari Phalaenopsis tanpa perlakuan dapat mencapai 3 bulan. Kerusakan bunga tidak terjadi pada tunas bakal bunga, sehingga pada akhirnya akan timbul bunga baru sisa dari bakal bunga yang belum terbentuk pada tangkai bunga yang sama namun jumlahnya sangat sedikit. Akibat dari gugurnya mahkota bunga juga memacu timbulnya daun baru dan berbeda dengan kontrol yang jumlah daunnya masih tetap.

Dari hasil konfirmasi perlakuan dengan konsentrasi fosfin 200 ppm waktu papar 7 jam pada suhu 26 – 30 °C ternyata tidak menyebabkan kerusakan yang berarti terhadap bunga Phalaenopsis dan tidak berbeda dengan kontrol.

Pengaruh perlakuan fumigasi fosfin cair terhadap tanaman anggrek Phalaenopsis dengan berbagai variasi konsentrasi dan waktu papar pada suhu 26 – 30 °C dapat dilihat pada Tabel 10.



Gambar 3 Kondisi fisik bunga anggrek *Phalaenopsis* 1 hari setelah fumigasi fosfin cair A-B = kontrol ; C-D = 500 ppm 12 jam; E-F = 500 ppm 24 jam.



Gambar 4 Kondisi tanaman anggrek setelah fumigasi 500 ppm waktu papar 12 jam, A = Kontrol; B = 7 hari setelah perlakuan; C = 14 hari setelah perlakuan.

Tabel 10 Hasil pengamatan fitotoksik pada tanaman anggrek *Phalaenopsis* setelah fumigasi fosfin cair

Konsentrasi (ppm)	Waktu (jam)	Fitotoksik	
		Daun	Bunga
200	7	Tidak ada	Tidak ada
Kontrol	12	Tidak ada	Tidak ada
100	12	Tidak ada	Mati cepat
200	12	Tidak ada	Mati cepat
300	12	Tidak ada	Mati cepat
400	12	Tidak ada	Mati cepat
500	12	Tidak ada	Mati cepat
Kontrol	24	Tidak ada	Tidak ada
100	24	Tidak ada	Mati cepat
200	24	Tidak ada	Mati cepat
300	24	Tidak ada	Mati cepat
400	24	Tidak ada	Mati cepat
500	24	Tidak ada	Mati cepat



Gambar 5. Kondisi fisik bunga anggrek *Phalaenopsis* 6 hari setelah perlakuan fosfin cair 200 ppm 7 jam, kelayuan terjadi pada mahkota bunga pertama kontrol dan perlakuan. A-B = kontrol; C-D = Perlakuan.

BAB V

PEMBAHASAN

Keefektifan fosfin cair terhadap mortalitas kutu putih

Pemilihan *P. minor* sebagai serangga model dari kutu putih didasarkan bahwa *P. minor* mempunyai inang yang sangat luas. *P. minor* juga merupakan Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) bagi beberapa negara tujuan ekspor seperti Amerika Serikat dan Australia kecuali Queensland.

Keefektifan suatu fumigan ditentukan oleh konsentrasi, waktu papar, karakteristik dari OPT target dan *mode of action* dari fumigan. Fosfin mengganggu proses respirasi pada mitokondria setelah diserap oleh sel. Akan tetapi mekanismenya belum diketahui secara pasti. Fosfin memblokir protein dan sintesa enzim (Mehrpor *et.al.* 2008). Dengan demikian keefektifannya ditentukan oleh kemampuan penetrasi fosfin menuju mitokondria yang berada di dalam sel kutu putih. Tubuh bagian dorsal kutu putih betina dewasa ditutupi oleh lapisan lilin, tetapi spirakel berada di bagian lateral dan ventral yang kutikulanya lebih tipis serta pada segmen abdomen masih terdapat celah yang memudahkan penetrasi fosfin. Fosfin cair juga mengandung CO₂ yang akan mempengaruhi pernafasan serangga. Serangga hidup dengan baik pada kondisi atmosfir yang normal, yaitu dengan konsentrasi CO₂ 0.03% dan O₂ 21%. Adanya peningkatan konsentrasi CO₂ dan penurunan O₂ di udara akan menyebabkan serangga sulit melakukan pernafasan atau respirasi. Pada proses pernafasan serangga menghirup O₂ dan mengeluarkan CO₂. Serangga jika diberi CO₂, maka gas ini akan membunuh serangga. Dari hasil penelitian toksisitas campuran fosfin dengan CO₂ pada serangga dewasa *Cryptolestes turcicus* diketahui bahwa CO₂ akan meningkatkan toksisitas fosfin (Ren *et.al.* 1994). Beberapa penelitian telah mengajukan bahwa tingginya konsentrasi CO₂ juga dapat membantu penyerapan fumigan dengan menjaga terbukanya spirakel (Bon & Monro 1967 dalam Ren *et. al.* 1994).

Imago kutu putih betina lebih tahan terhadap fosfin cair dari pada nimfa betina. Hal ini disebabkan kondisi tubuh nimfa yang masih lemah dan tubuhnya hanya terlindung oleh lapisan lilin yang lebih tipis dibandingkan

individu dewasa, sehingga memudahkan penetrasi fumigan ke dalam tubuh nimfa. Menurut Townsend *et.al.* (2000), pengendalian kutu putih dewasa dengan menggunakan insektisida lebih sulit karena memiliki eksresi lilin tebal yang mengelilingi tubuhnya. Aplikasi bahan kimia yang berulang dengan target kutu putih yang belum dewasa dibutuhkan untuk menekan populasi kutu putih.

Aplikasi fosfin cair akan menghasilkan konsentrasi gas secara langsung berbeda dengan fosfin padat (bentuk tablet, *plate*, atau *powder*) yang memerlukan waktu lebih lama untuk bereaksi dengan udara. Pada aplikasi fosfin padat konsentrasi minimal (T_0) di persyaratkan tidak kurang dari 200 ppm. Dengan dasar tersebut dipilih konsentrasi minimum sebesar 200 ppm untuk uji efikasi fosfin cair dengan standar probit 9.

Uji efikasi perlakuan karantina dengan standar probit 9 merupakan alternatif dasar pengelolaan resiko mencegah masuknya OPT dalam perdagangan komoditas. Probit 9 atau persentase kematian sebesar 99,99683% seringkali disalahtafsirkan sebagai hasil pengujian dengan 3 individu bertahan hidup dari 100.000 individu serangga yang diberikan perlakuan. Untuk mencapai probit 9 dengan tingkat kepercayaan 95%, jumlah minimal individu serangga yang harus diuji sejumlah 93.613 individu tanpa ada serangga yang bertahan hidup setelah perlakuan.

Beberapa negara seperti Jepang, Australia dan Selandia Baru menerima efektivitas perlakuan karantina sebesar 99,99% (probit 8.7190) pada tingkat kepercayaan 95%, yang diperoleh dengan menggunakan serangga uji sejumlah 29.956 individu tanpa serangga bertahan hidup (Follet 2006). Zettler *et.al.* (2002) dalam Schortemeyer *et.al.* (2011) menggunakan serangga uji *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) dalam pengujian metil bromida pada kacang untuk pengujian probit sebanyak lebih dari 1.694 telur, 10.751 crawlers dan 2.732 nimfa tiap perlakuan.

Uji konfirmasi dalam penelitian ini hanya menggunakan 60.511 individu kutu putih, dikarenakan kesulitan pada saat perbanyakannya. Banyak nimfa yang mati karena terjebak pada madu hasil ekskresi dari kutu betina dewasa. Dalam uji konfirmasi ini dosis dan waktu papar tetap menggunakan nilai maksimum dari hasil perhitungan probit 9 yaitu 200 ppm pada suhu 26 - 30 °C

waktu papar 6.6 jam (dibulatkan menjadi 7 jam). Meskipun serangga uji tidak mencapai 100.000 individu akan tetapi telah melebihi persyaratan dari probit 8.7190 sebanyak 29.956 individu.

Pengujian pengaruh fumigasi terhadap kondisi fisik buah manggis dan nanas

Pengaruh fumigasi fosfin cair terhadap buah manggis dengan variasi konsentrasi pada waktu papar 24 jam suhu 26 - 30 °C menimbulkan efek yang buruk terhadap sifat fisik bagian luar manggis, pada penyimpanan 6 hari setelah perlakuan atau 8 hari setelah panen. Hal ini disebabkan oleh kandungan CO₂ yang tinggi dari fumigan dan manggis merupakan buah tropis klimakterik yang pematangannya dipengaruhi oleh konsentrasi etilen. Konsentrasi CO₂ yang tinggi dapat menghambat proses biokimia yaitu terhambatnya sintesa etilen dan meningkatkan kandungan fenol pada kulit buah. Peningkatan senyawa fenol pada kulit buah akibat kontak langsung dengan fumigan menyebabkan buah menjadi keras.

Pada perlakuan dengan variasi dosis dan waktu papar 12 jam suhu 26 - 30 °C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter kualitas buah. Dengan demikian paparan CO₂ yang terkandung dalam fosfin cair belum nyata mempengaruhi sintesa etilen pada buah manggis karena selain waktu papar yang masih dapat ditolerir juga kulit manggis yang cukup tebal sehingga tidak mempengaruhi tekstur daging buah.

Fumigasi fosfin cair terhadap buah nanas pada konsentrasi 100 - 500 ppm dengan waktu papar 24 jam suhu 26 - 30 °C tindak menyebabkan kerusakan buah, karena nanas adalah buah tropis non - klimakterik yang memiliki respirasi dan produksi etilen yang rendah sehingga tidak terlalu dipengaruhi oleh tingginya kandungan CO₂ yang terkandung dalam fosfin cair. Teknologi atmosfer terkendali yang mengatur kandungan CO₂, O₂ dan N₂ telah diterapkan pada penanganan pascapanen nanas dalam pengirimannya. Dengan cara ini kontrol atmosfer dapat memperlambat pematangan, menghambat perubahan warna, dan menjaga kesegaran buah nanas (Medina and Garcia 2005).

Adanya perbedaan pengaruh fosfin cair terhadap buah manggis dan nanas karena fosfin cair mempunyai kandungan CO₂ sebesar 98%. hal ini sesuai pernyataan Beaudry (1999), bahwa reaksi buah dan sayuran terhadap tingkat CO₂ yang tinggi bervariasi secara dramatis antar spesies, jenis organ dan tahap perkembangan tumbuhan yang meliputi reaksi fisiologis yang tidak diinginkan dan yang menguntungkan. Reaksi yang diinginkan termasuk penghambatan respirasi, pengurangan kerusakan jaringan oksidatif atau perubahan warna, penurunan laju degradasi klorofil dan penurunan sensitifitas etilen. Reaksi yang tidak diinginkan meliputi induksi fermentasi, berkembang rasa menjadi tidak enak, penurunan biosintesis aroma, induksi kerusakan jaringan dan perubahan dalam komposisi mikroba.

Pengaruh fosfin cair terhadap tanaman anggrek *Phalaenopsis*

Fumigasi fosfin cair pada tanaman anggrek *Phalaenopsis* tidak menyebabkan fitotoksik pada daun, dikarenakan CO₂ merupakan gas yang diperlukan pada proses fotosintesa. Fumigasi fosfin cair dengan berbagai konsentrasi dengan waktu papar 12 dan 24 jam suhu 26 - 30 °C menyebabkan fitotoksik pada bunga anggrek. Gas CO₂ pada konsentrasi tertentu tidak menjadi penyebab kerusakan pada bunga karena CO₂ dapat menghambat penuaan bunga, sehingga dapat memperpanjang daya tahan bunga itu sendiri. Pada taraf CO₂ di atas 15% pada bunga potong mawar akan menciptakan kondisi yang dapat merubah pigmen pada petal karena pH sel menurun (Santoso, 2010). Kerusakan bunga anggrek dikarenakan terganggunya sistem respirasi dan redoks pada mitokondria sel oleh konsentrasi gas fosfin yang tinggi. Selain itu, organ bunga yang mempunyai lapisan lilin yang tipis akan lebih mudah ditembus oleh gas fosfin dibandingkan dengan daun tanaman.

Fitotoksik tidak terjadi pada perlakuan fosfin cair 200 ppm waktu papar 7 jam pada suhu 26-30 °C. Hal ini dikarenakan waktu yang relatif cepat sehingga gas fosfin yang terserap oleh sel pada bunga masih rendah. Selain itu CO₂ akan dimanfaatkan oleh daun pada proses fotosintesa yang akan melepaskan O₂ sehingga konsentrasi CO₂ dalam ruang fumigasi menurun dan berada pada taraf aman.

BAB V

KESIMPULAN

1. Fumigasi fosfin cair 200 ppm waktu papar 7 jam pada suhu 26 - 30 °C efektif sebagai perlakuan terhadap kutu putih *Planococcus minor* dan *Dysmicoccus* sp.
2. Fumigasi fosfin cair 200 ppm waktu papar 7 jam suhu 26 - 30 °C tidak menyebabkan fitotoksik pada buah manggis, nanas dan tanaman anggrek *Phalaenopsis* yang berbunga maupun yang tidak berbunga.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. Application Manual for ECO2FUME Gas. Cytec industries Inc.
- Ashari S. 1995. Hortikultura Aspek Budidaya. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI Manggis. Jakarta.
- Beaudry RM.1999. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. Postharvest Biology and Technology 15 (3): 293–303 Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI, USA.
- [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. 2007. Crop Protection Compendium. Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire: CAB International Publ.
- Cordel GA. 1999. Introduction to Alkaloids. A Biogenic Approach. New York: A Willey_Interscience Publication John Wiley.
- [DEPTAN] Departemen Pertanian. 2006. Nanas (*Ananas comosus*). Direktorat Budidaya Tanaman Buah. Direktorat Jenderal Hortikultura Departemen Pertanian. 70 hal.
- Dhawan KR, Bassi PK and Spencer MS. 1981. Effects of Carbon Dioxide on Ethylene Production and Action in Intact Sunflower Plants. Plant Physiol. 68: 831-834.
- [EPA] Environmental Protection Agency. 1999. Pesticide Fact Sheet. USA.
- Flingelli GK , Klementz DW, Brash DW, Reichmuth Ch. 2010. Residues of Phosphine Following Fumigation of Kiwifruit. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reduction, Orlando, Florida, USA.
- Follet A. Peter and Neven G. Lisa. 2006. Current Trend in Quarantine Entomology. Publication from USDA-ARS/UNL-Faculty paper 346 University of Nebraska Lincoln. <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/346> diakses 14 Februari 2012.
- Francis W Antonio, Kairo TK Moses, Roda L Amy. 2012a. Developmental and Reproductive biology of *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera; Pseudococcidae) under constant temperatures. Florida A&M University, College of Agriculture and food sciences, Center for biological control, Tallahassee, USA.
- Francis W Antonio, Kairo TK Moses, Roda L Amy. 2012b. Passiovine Mealybug, *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera ; Pseudococcidae). University of Florida. ENY 920.
- Geiger CH, Daane KM. 2001. Seasonal movement and distribution of grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): developing sampling program for San Joaquin valley vineyards. J Econ Entomo 94(1):291-301.
- Gomes KA, Gomes AA. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Sjamsudin E, Baharsjah JS, penerjemah. Jakarta (ID): UI Pr. Terjemahan dari: Statistical Procedures for Agricultural Research.

- Horn F, Horn P, Sullivan J. 2004. New Phosphine Fumigation Possibilities Using The Horn Diluphos System, VaporPH3OS and The Fosfoquim Phosphine Monitor. International Conference of Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Gold-Coast Australia.
- Horn F. & Horn P. 2004. Fresh Fruit Fumigation with Phosphine As Alternative For Methyl Bromide. Proceedings of 2004 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Orlando, USA.
- Kalshoven LGE. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Van der Laan PA, penerjemah. PT. Ichtiaar Baru-van hoeve. Terjemahan dari : De Plagen van de Culturgewassen in Indonesia.
- Mamahit JME. 2009. Kelimpahan Populasi, Biologi dan Pengendalian Kutu Putih Nenas *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera : Pseudococcidae) di Kecamatan Jalancagak, Kabupaten Subang. [Disertasi]. Bogor : IPB. Sekolah Pascasarjana. 130 hlm.
- Mehrpour O, Alfred S, Shadnia S, Keyler DE, Soltaninejad K, Chalaki N, Sedaghat M. 2008. Hyperglycemia in acute aluminum phosphide poisoning as a potential prognostic factor. *Hum. Exp. Toxicol.* (27): 591-595.
- Medina J De La Cruz & García HS. 2005. PINEAPPLE: Post-harvest Operations. Instituto Tecnológico de Veracruz (<http://www.itver.edu.mx>) Edited by: Danilo Mejía, PhD - Agricultural and Food Engineering Technologies Service.
- Mueller JB. 2010. New Trends in Phosphine Fumigants : Rapid evolution of cylinderized phosphine fumigants. Fumigation Service & Supply, Inc.
- Nursandi F. 1997. Karakterisasi keturunan hasil persilangan anggrek *Phalaenopsis* berdasarkan morfologi dan pola pita izosim [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Park MG, Sung B, Tumambing J. 2010. Effect of PH₃ and CO₂ Mixture as A Quarantine Fumigant in Cut Flowers. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions.
- Ren YL, O'Brien IG, Whittle CP. 1994. Studies on the effect carbon dioxide in insect treatment with phosphine. Proceeding of the 6 th international working conference on stored product protection. Vol 1 hal.173-177..spiru.cgahr. ksu. edu/proj/ iwcspp/ .../6 /173.pdf diakses 5 Desember 2012
- Santoso BB. 2010. Penanganan Pascapanen Bunga Potong dan Tanaman Hias Pot.
- Schortemeyer M, Thomas K, Haack RA, Uzunovic A, Hoover K, Simpson JA, And Grgurinovic CA. 2011. Appropriateness of Probit-9 in the Development of Quarantine Treatments for Timber and Timber Commodities. *J Econ Entomol* 104 (3): 717-731.
- Setiawan. H. 2002. Usaha Pembesaran Anggrek. Jakarta. Penebar Swadaya
- Sutrisno, Mahmudah I, Sugiyono. 2008. Kajian Penyimpanan Dingin Buah Manggis Segar (*Garcinia mangostana* L.) dengan Perlakuan Kondisi Proses Penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta. Hal. 1 – 14.
- Townsend, M. L., R. D. Oetting, and J.-H. Chong. 2000. Management of the mealybug *Phenacoccus madeirensis*. *Proc. South. Nurs. Assoc. Res. Conf.* 45: 162-166.

Williams DJ. 2004. Mealybugs of Southern Asia. The Natural History Museum. London. Hal. 25-26.