



**INDUKSI KETAHANAN ALAMI TANAMAN KAKAO
TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(PBK) MELALUI APLIKASI Si dan Mn**

*Cocoa's Natural Resistance Induction for Cocoa Pod Borer (CPB) Throughout
Si and Mn Application*

TESIS

Oleh

**M. Iwan Wahyudi, SP
NIM 061520101027**

**PROGRAM STUDI AGRONOMI PROGRAM MAGISTER
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**INDUKSI KETAHANAN ALAMI TANAMAN KAKAO
TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(PBK) MELALUI APLIKASI Si dan Mn**

*Cocoa's Natural Resistance Induction for Cocoa Pod Borer (CPB) Throughout
Si and Mn Application*

**diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
Program Pasca Sarjana pada Program Studi Agronomi Program Magister
Fakultas Pertanian Universitas Jember**

Oleh

**M. Iwan Wahyudi, SP
NIM 061520101027**

**PROGRAM STUDI AGRONOMI PROGRAM MAGISTER
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

TESIS BERJUDUL

**INDUKSI KETAHANAN ALAMI TANAMAN KAKAO
TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(PBK) MELALUI APLIKASI Si dan Mn**

*Cocoa's Natural Resistance Induction for Cocoa Pod Borer (CPB) Throughout
Si and Mn Application*

TESIS

Oleh

**M. Iwan Wahyudi, SP
NIM 061520101027**

Pembimbing

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya

Pembimbing Anggota : Dr. Ir. A. Adi Prawoto, SU

PENGESAHAN

Tesis berjudul: **Induksi Ketahanan Alami Tanaman Kakao Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) Melalui Aplikasi Si dan Mn**, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 7 Desember 2012
Tempat : Program Pascasarjana Universitas Jember

**Tim Penguji
Penguji 1 ,**

**Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya
NIP. 19580717 198503 1 002**

Penguji 2,

Penguji 3,

**Dr. Ir. A. Adi Prawoto, S. U.
NIK. 111000158**

**Tri Agus Siswoyo, SP. M.Agr.Ph.D
NIP. 119700810 199803 1 001**

**Mengetahui/Menyetujui
Ketua Program Studi,**

**Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya
NIP. 19580717 198503 1 002**

**Mengesahkan
Dekan Fakultas Pertanian,**

**Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, M.P.
NIP. 19611110 198802 1 001**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Iwan Wahyudi, SP

NIM : 061520101027

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah (tesis) yang berjudul: **Induksi Ketahanan Alami Tanaman Kakao Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) Melalui Aplikasi Si dan Mn**, adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07Desember 2011

Yang menyatakan,

M. Iwan Wahyudi, SP
Nim. 061520101027

RINGKASAN

Induksi Ketahanan Alami Tanaman Kakao Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) Melalui Aplikasi Si dan Mn. M. Iwan Wahyudi SP, Program Studi Agronomi Pasca Sarjana Universitas Jember.

Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) menjadi salah satu faktor penyebab merosotnya posisi Indonesia sebagai produsen kakao terbesar ke-2 pada tahun 2002 menjadi peringkat ke-3 pada tahun 2003 (Litbang Deptan: <http://www.litbang.deptan.go.id/special/komoditas/b4kakao>). Seriusnya ancaman PBK mendorong para ahli menemukan cara efektif untuk mengatasi masalah tersebut, akan tetapi hasilnya belum memuaskan (Depparaba, 2002). Salah satu metode yang diharapkan bisa menekan kerugian akibat serangan PBK adalah meningkatkan ketahanan alami (*natural resistance*) tanaman kakao. Ketahanan alami tanaman terhadap serangan hama/pengganggu dapat dipengaruhi oleh adanya asupan nutrisi/unsur hara. Beberapa unsur hara yang dapat meningkatkan ketahanan alami tanaman yaitu Si, Mn, K, Ca, dan Boron. Silikon dapat memperkuat sel-sel epidermis yang berperan sebagai tahanan mekanis/fisik. Selain itu dapat membentuk senyawa *organosilico* yang meningkatkan stabilitas dinding sel terhadap degradasi enzimatis (Volk *et al.*, 1958 dalam Currie and Perry, 2007). Silikon juga memacu sintesis polifenol dan lignin pada jaringan yang terluka (Vance *et al.*, 1980 dalam Fauteux *et al.*, 2005). Mangan (Mn) dan nitrat merupakan dua unsur yang berperan dalam sintesis polifenol. Defisiensi Mn dapat menghambat sintesis *phenylalanine* dan *tyrosine* yang berperan sebagai prekursor produksi fenolik dan lignin di dalam tubuh tanaman. Adanya aplikasi Si dan Mn diduga dapat meningkatkan ketahanan mekanik dan kimiawi melalui peningkatan kekerasan dinding sel dan produksi senyawa metabolit sekunder (polifenol).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Untuk mengetahui efek aplikasi Si dan Mn terhadap produksi senyawa metabolit sekunder (polifenol, tanin, selulosa, serat kasar dan lignin) tanaman kakao serta kandungan unsur Si dan Mn pada jaringan/organ kakao; mengetahui efektifitas aplikasi Si dan Mn dalam menekan

serangan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella*; dan mengetahui interaksi Si dan Mn terhadap tingkat serangan PBK.

Percobaan dilaksanakan di Perusahaan Daerah Perkebunan Provinsi Bali Unit Perkebunan Sangiang Kecamatan Melaya, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali, pada bulan Juli-Oktober 2007. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu unsur Si (H_4SiO_4), Mn ($MnSO_4 \cdot H_2O$), dan tanaman kakao dewasa ICS 60 yang sedang berbunga dan berbuah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) bersifat faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 6 ulangan. Faktor pertama adalah Silikon (A) yang terdiri atas 3 level konsentrasi *Monosilic Acid* (H_4SiO_4) yaitu 0 (A0); 1,44 mM (A1), dan 2,88 mM (A2). Faktor II adalah Mn (B) yang terdiri atas 3 level konsentrasi *sulfat monohydrate* ($MnSO_4 \cdot H_2O$) yaitu 0 (B0); 25 μ M (B1); 50 μ M (B2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Si dan Mn meningkatkan kandungan polifenol, tanin, selulosa, dan serat kasar di kulit buah, sedangkan kandungan lignin dikulit buah lebih rendah dari kontrol karena diduga lignifikasi terhambat oleh peningkatan kandungan tanin. Adanya peningkatan beberapa produksi senyawa metabolit sekunder (Polifenol, Tanin, dan Lignin) diduga karena adanya peningkatan kandungan Si di organ biji, jaringan sklerotik, daging buah, kulit buah, kulit batang, dan buah muda, meskipun di organ daun, dan pulpa cenderung menurun. Implikasi lain dari aplikasi Si dan Mn adalah peningkatan produksi metabolit primer (selulosa dan serat kasar) yang berpotensi meningkatkan ketahanan mekanik (kekerasan kulit buah). Adanya peningkatan produksi metabolit primer dan sekunder diatas dapat meningkatkan ketahanan mekanik dan kimiawi (senyawa *toxic/polifenol*). Meningkatnya ketahanan mekanik dan kimiawi tersebut diduga menurunkan tingkat serangan PBK yang ditandai dengan menurunnya tingkat kerusakan biji dan persentase larva keluar dari *pod* buah kakao serta jumlah larva yang masuk ke buah kakao. Interaksi antara Si dan Mn tidak signifikan baik dalam akumulasi Si di jaringan, produksi metabolit primer dan sekunder, maupun penurunan tingkat serangan PBK, namun kedua unsur hara cenderung bekerjasama meningkatkan *natural resistance* dan pertumbuhan kakao serta menekan tingkat serangan PBK.

SUMMARY

Cocoa's Natural Resistance Induction for Cocoa Pod Borer (CPB) Throughout Si and Mn Application. M. Iwan Wahyudi, Agronomy Departement Faculty of Agriculture, post Graduate University of Jember.

Pests Cocoa Pod Borer (CPB) became one of the factors causing the decline of Indonesia's position as the largest cocoa producer to-2 in 2002 is now ranked third in 2003 (R & D MOA: <http://www.litbang.deptan.go.id / special/komoditas/b4kakao>). The threat of CPB encourages the experts to find effective ways to overcome this problem, but the results are not satisfactory (Depparaba, 2002). One method that is expected to reduce losses due to CPB attack is to increase the resilience of nature (natural resistance) cocoa plant. Natural resistance of plants to pest / nuisance can be influenced by the intake of nutrients / nutrient. Some nutrients can increase the natural resistance of plants namely Si, Mn, K, Ca, and Boron. Silicon can make the strength of epidermal cells that has a role as a mechanical/phisycal resistance. Otherside, it can make a organosilico compound that increases cell wall stability against enzymatic degradation (Volk *et al.*, 1958 *dalam* Currie and Perry,2007). Silicon also stimulate the synthesis of polyphenols and lignin in injured tissues (Vance *et al.*, 1980 *dalam* Fauteux *et al.*,2005). Manganese (Mn) and nitrate are two elements that have a role in the synthesis of polyphenols. Mn deficiency can inhibit the synthesis of phenylalanine and tyrosine that acts as a precursor to the production of phenolics and lignin in the plant body. The existence of Si and Mn applications could be expected to improve mechanical and chemical resistance through increased hardness cell walls and production of secondary metabolites (polyphenols).

The purpose of this study are to determine the effect of the application for Si and Mn on the production of secondary metabolites (polyphenols, tannins, cellulose, crude fiber and lignin) and cocoa elements Si and Mn content in organs of cocoa; to know the effectiveness of application of Si and Mn in suppressing attacks cacao fruit borer (CPB) *Conopomorpha cramerella*; and to know the

interaction of Si and Mn on the level of CPB attack.

Experiment was conducted at the Regional Plantation Companies Bali Provincial Estates Unit District Sangiang Melaya, Jembrana District, Bali Province, in July-October 2007. Materials used in these experiments were the element Si (H_4SiO_4), Mn ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), and mature cocoa ICS 60 that were growing (flowers and fruits).

The study was conducted using a factorial Randomized Design Group (RAK) with two factors treatments and 6 replications. The first factor was the Silicon (A) which consists of three levels of concentration Monosilic Acid (H_4SiO_4) were 0 (A0); 1.44 mM (A1), and 2.88 mM (A2). Factor II was a Mn (B) which consists of three levels of concentration of sulfate monohydrate ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) were 0 (B0), 25 μM (B1), 50 μM (B2). The results showed that application of Si and Mn increased the content of polyphenols, tannins, cellulose, and crude fiber in the skin of the fruit, while the lignin content of the fruit skin was lower than the controls for allegedly lignifikasi hampered by an increase in tannin content. There was an increasing number of production of secondary metabolites (Polyphenols, Tannins, and Lignin) allegedly due to an increase in Si content in seed organs, sclerotic tissue, pulp, rind, bark, and young fruit, although in leaf organs, and the pulp tends to decline. Another implication of the application of Si and Mn was increased production of primary metabolites (cellulose and crude fiber) that could potentially increase the mechanical resistance (hardness rind). An increase in primary and secondary metabolite production above can improve the mechanical and chemical resistance (toxic compounds / polyphenols). The increase of mechanical and chemical resistance was thought reducing the level of CPB attack which was characterized by reducing levels of seed damage and the percentage of larvae which was out from the fruit of the cocoa pod and the number of larvae that enter into cocoa pods. The interaction between the Si and Mn were not significant in both the accumulation of Si in the network, primary and secondary metabolite production, and decreased levels of CPB attack, but both nutrients tend to work together and enhance the natural resistance of cocoa growing and pressing the attack rate CPB.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, serta hidayah-Nya atas terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis (Tesis) yang berjudul “ **INDUKSI KETAHANAN ALAMI TANAMAN KAKAO TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO (PBK) MELALUI APLIKASI Si dan Mn** ” ini dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Menteri Pendidikan Nasional yang telah memberikan dukungan pembiayaan melalui Program Beasiswa Unggulan hingga penyelesaian tugas akhir Thesis berdasarkan DIPA Sekretariat Jendral DEPDIKNAS tahun anggaran 2006 sampai dengan tahun 2008.
2. Bapak Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah membimbing, mengarahkan selama penelitian dan penyusunan tulisan ini.
3. Bapak Dr. Ir. A. Adi Prawoto, S. U, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah membimbing, mengarahkan selama penelitian dan penyusunan tulisan ini.
4. Tri Agus Siswoyo, SP. M.Agr.Ph.D, selaku Dosen Penguji
5. Direktur Pasca Sarjana Universitas Jember.
6. Kepala dan Jajaran Perkebunan Daerah Sangiang (Pak Oka dkk), Diperta Sangiang (Ibu Ratna) yang telah membantu dalam proses penelitian
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Pasca Sarjana Universitas Jember.
8. Orang Tua, Istri, anak, dan saudara selaku motivator
9. Teman-teman Agronomi Beasiswa Unggulan Angkatan 2006 yang telah memberikan dukungan dan motivasinya serta membantu dalam penyelesaian tesis ini.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut serta dalam penyelesaian tesis ini.

Karya Ilmiah Tertulis (Tesis) ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran untuk perbaikan karya ilmiah ini sangat penulis harapkan.

Jember,07 Desember 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ketahanan Alami Tanaman	5
2.2 Silikon.....	6
2.3 Mangan	10
2.4 Foliar Application	11
2.5 Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) <i>Conopomorpha cramerella</i>	12
2.6 Polifenol, Lignin, Selulosa dan Tanin.....	14
2.7 Hipotesis.....	17
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2. Bahan dan Alat	18
3.3. Metode Penelitian.....	19

3.4. Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Ploting.....	19
3.4.2 Persiapan Penelitian.....	20
3.4.3 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.5. Parameter Pengamatan.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kandungan Si dan Mn di Jaringan/Organ Tanaman Kakao.....	27
4.2. Produksi Metabolit Sekunder dan Senyawa Penyusun Jaringan Penguat.....	38
4.3. Efek Aplikasi Si dan Mn Terhadap Tingkat Serangan Hama PBK...	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rangkuman Analisis Varians Beberapa Parameter Percobaan	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Lubang Masuk dan keluar PBK serta Buah Kakao terserang PBK	13
2.	Struktur Dinding Sel Tumbuhan	16
3.	Kandungan Si dalam buah kakao muda	27
4.	Kandungan Si di organ daun kakao.....	29
5.	Kandungan Si dalam jaringan kulit batang.....	29
6.	Kandungan Si dalam jaringan kulit buah di sebelah luar lapisan Sklerotik.....	31
7.	Kandungan Si dalam jaringan sklerotik.....	32
8.	Kandungan Si dalam organ biji.....	33
9.	Kandungan Si dalam Pulpa.....	34
10.	Kandungan Si di kulit buah Sebelah dalam lapisan sklerotik.....	34
11.	Kandungan Mn dalam jaringan kulit buah kakao.....	36
12.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan Ca dalam jaringan kulit buah kakao.....	37
13.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan K dalam jaringan kulit buah kakao.....	37
14.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan polifenol jaringan kulit buah kakao.....	39
15.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan Tanin jaringan kulit buah kakao.....	41
16.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan Lignin jaringan kulit buah kakao.....	42
17.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan serat kasar jaringan kulit buah kakao.....	43

18.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kandungan selulosa dalam jaringan kulit buah kakao	44
19.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap bobot kering buah kakao...	45
20.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kekerasan buah kakao.....	46
21.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap nisbah lubang keluar dan masuk hama PBK.....	47
22.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap larva masuk buah kakao.....	47
23.	Pengaruh aplikasi Si dan Mn terhadap kerusakan biji kakao.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Struktur Buah Kakao dan sel Tumbuhan	58
2.	Anova tingkat kerusakan biji, nisbah lubang masuk dan keluar PBK, kekerasan kulit buah, larva masuk pod, dan berat kering buah kakao.....	59
3.	Gambar larva dan siklus hidup hama PBK.....	61
4.	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian.....	60