

DESEMBER 2009

ISBN 979-8176-73-1

PROSIDING

# PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

DALAM RANGKA  
DIES NATALIS KE-45  
FAKULTAS PERTANIAN UNEJ

Editor:

Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi.

Dr. Ir. Ketut Anom Wijaya

Dr. Ir. Anang Syamsunihar, M

Dr. Ir. Setyo Poerwoko, MS.

Dr. Ir. Sigit Soeparjono, MS.



FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER





71.000

4/3-026/

# PROSIDING Makalah Seminar Nasional

Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45  
Fakultas Pertanian Universitas Jember  
17 Desember 2009

Asal :	Hadiah <del>Pembelian</del>	Klass R
Terima Tgl :	2 MAR 2013	635.952 3
Jumlah Eks :	4 eks	PER
Pengkatalog :	may	P

3

**Tema:**  
**Peran Agroteknologi untuk Meningkatkan  
 Produksi dan Kualitas Produk  
 Tanaman Perkebunan Kopi dan Kakao**



## DAFTAR ISI

NO	KODE	PENULIS PERTAMA	JUDUL	HALAMAN
1.			Kata Pengantar	2
2.			Daftar Isi	3
3.			Laporan Ketua Panitia	7
4.			Sambutan Rektor	8
5.	KS01	Isdarmawan Asrikan	Kopi, Peluang Pasar dan Permasalahannya	9
6.	KS02	Soemarno	Revitalisasi Pendidikan Pertanian Berbekal Keunggulan Komparatif Sumberdaya Alam	15
7.	KS03	Surip Mawardi	Prospek Pengembangan Budidaya Kopi dan Kakao Organik di Indonesia	23
8.	001K	Ketut Anom Wijaya	Content of Nutrient and Defensive Compounds of Resistant and Susceptible Clones of Cocoa Tree Against Cocoa Pod Borer (CPB)	32
9.	002K	Dwi Rahmawati	Export Prospect of Indonesian Cocoa Commodity in the World Market	38
10.	003K	A.Adi Prawoto	Inovasi Teknologi Budidaya Guna Mendukung Peningkatan Produktivitas dan Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) di Donggala	44
11.	004K	M.R. Yantu	The Performance of Cocoa Farm's Smallholder in Central Sulawesi	49
12.	010K-POSTER	Anang Syamsunihar	Seedling Growth of Cocoa ( <i>Theobroma cocoa</i> L) in association with <i>Synechococcus</i> sp Strain Situbondo	53
13.	013K	Samanhudi	Kajian Morfo-Fisiologi Pertumbuhan Awal Beberapa Klon Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) Terhadap Cekaman Kekeringan	57
14.	014K-POSTER	Samanhudi	Skrining Ketahanan Terhadap Cekaman Kekeringan Beberapa Klon Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) pada Tingkat Perkecambahan	62
15.	027K	Hartadi	The Effect Application Cacao Pulp and Paraquat Herbicides to Weed Control in Cacao Plantation	65
16.	035K-POSTER	Sholeh Avivi	Poly Ethylene Glycol Selection on Cocoa Flower Explant	67
17.	036K	Bambang Sukowardoyo	Study of Natural Compound from Weeds, Goat Urine and Blue-Green Algae as Growth Regulators Substance and Antioxidants for Preventing Seed Cacao Viability During Storage Period	70
18.	037K	Sigit Soeparjono	Increasing the Yield and Quality of Cacao Using Innovation of Agronomy Technology	75
19.	040K	Gatot Subroto	Pengaruh Pemberian Zeolit dan Amonium Sulfat Terhadap Pertumbuhan Awal Bibit Tanaman Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) di Media Pasiran	77
20.	045K-POSTER	Eka Nuryan Dewi	Penggunaan Polifenol Biji Kakao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) untuk Peningkatan Masa Pakai Minyak Goreng dalam Metode Penggorengan Open dan Deep Frying	80
21.	051K-POSTER	Made Retnani D	Factors that Influence Price and Export Volume Cocoa Commodity in East Java Province	81
22.	056K-POSTER	Uyun Erma Malika	Studi Pembuatan Kopi Cokelat Instan dengan Variasi Rasio Kopi dan Air Serta Jumlah Penambahan Bubuk Cokelat	82
23.	059K	Denna Erjani M	Agronomical Characteristic And Phisyologycal Response to CO <sub>2</sub> Elevated Among Cocoa Clones	83
24.	064K	Tri Agus Siswoyo	Antioxidant Protein (Tc-AOX) Characterization of Cocoa Bean ( <i>Theobroma cacao</i> . L) During Processing	86



# KELOMPOK KOMODITAS KAKAO

KODE: 001K

## Status Perangkat Ketahanan Alami Tanaman Kakao Klon Tahan dan Peka Hama Penggerek Buah Kakao (PBK)

Content of Nutrient and Defensive Compounds of  
Resistant and Susceptible Clones of Cocoa Tree Against  
Cocoa Pod Borer (CPB)

Ketut Anom Wijaya

Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas  
Jember

### Abstract

This research was held to study the content of Si, Mn, K, and Ca nutrients and polyphenol, tanin, lignin and cellulose compounds in cocoa tree tissues of the resistant and the susceptible clones. A new resistant clone can be identified faster by defensive parameter that built natural resistance. This study was conducted from August 2007 to September 2008. The samples were collected from cocoa plantation in South Sulawesi and Jember (East Java), Indonesia. The resistant clones are : Ard-Aciar 10 and KW 514 compare to the susceptible : ICS 60, KW 162, TSH 858, and KW 165: The status of nutrients and chemical compound were analyzed by Faculty of Agricultural Technology of Jember University and Faculty of Agriculture of Brawijaya University, Malang, East Java, Indonesia. Silicon content of cocoa tree tissue in leaf was the highest for all clones. In the resistant clones, the content of Si, polyphenol, tanin, and lignin were higher than susceptible clones, however, cellulose content of susceptible clones was higher than resistant clones. Ca and K content were no diferent between susceptible and resistant clones.

**Key words:** resistance, CPB, clones, Si, Ca, K, polyphenol, lignin, cellulose,

### Pendahuluan

Serangga hama PBK termasuk golongan ngengat (*moth*), yang memiliki ukuran paling mikro di antara anggota Lepidoptera. Ulat PBK yang baru menetas menggerek ke dalam buah kakao dan makan jaringan lunak di bagian dalam kulit buah, pulpa, dan plasenta biji. Kadang kala ulat juga menyerang keping biji (kotiledon) dan saluran makanan yang menuju biji (Sulistiyowati, 2003).

Sulitnya pengendalian hama PBK tercermin dari merambahnya serangan ke berbagai daerah di Indonesia sehingga serangan hama PBK dinilai sebagai ancaman yang serius bagi kelangsungan usaha perkebunan kakao karena belum ditemukan pengendalian hama yang efektif.

Seperti makhluk hidup lain, tanaman juga memiliki mekanisme alamiah untuk menangkal gangguan dari luar termasuk menangkal serangan hama. Ketahanan alami meningkat melalui perubahan dalam hal anatomi (misal: penebalan dinding sel epidermis, terpacunya pembentukan lignin) dan perubahan fisiologis dan komposisi biokimia, seperti terpacunya sintesis substansi penghambat dan perolak gangguan (Marschner, 1995).

Silikon berperan meningkatkan ketahanan tanaman dalam menangkal serangan hama dan penyakit dengan menstimulasi mekanisme pertahanan tanaman dan berperan untuk memperkuat dan penebalan dinding sel dan logam berat serta melindungi tanaman, melawan kerusakan akibat sinar UV (Indonesian Biotechnology Information Centre, 2006).

Polifenol tersusun atas gabungan dari tanin, flavonoid, senyawa *phenylpropane*, dll. (Widarto, 2008). Lignin merupakan bahan penguat yang terdapat bersama-sama dengan selulosa di dalam dinding sel tumbuhan (Robinson, 1995).

Kalium (K), adalah kation yang paling melimpah dalam sitoplasma. Terdapat lebih dari 50 enzim yang kinerjanya sangat tergantung pada  $K^+$ . Saat tanaman kekurangan  $K^+$ , maka pertumbuhan menjadi lamban. lignifikasi dari jaringan vaskular terhambat, aktivitas enzim dan penyusunan bahan organik terganggu dan hal ini mengakibatkan semakin tingginya tingkat kerentanan tanaman terhadap serangan patogen (Marschner, 1990).

Defisiensi Ca mengakibatkan kerusakan membran sel, sel mengalami kebocoran. Sejumlah organisme yang melakukan penetrasi tanaman dengan enzim pektinase yang melarutkan pektin, mengalami hambatan dalam merusak sel tanaman yang mengandung Ca dalam jumlah cukup (Patterson, 2007). Mangan berfungsi mengatur sistem enzim, yang termasuk di dalam pemecahan karbohidrat dan metabolisme nitrogen. Selain itu, mangan sangat penting untuk pembentukan klorofil. Tanpa mangan, tanaman tidak dapat melakukan fungsi selnya (Warinada dan Anastasia, 2004).

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah menemukan 2 klon kakao harapan tahan PBK yaitu ARD-ACIAR 10 (hasil seleksi di Ladongi, Sulawesi Tenggara) dan KW 514 (hasil seleksi yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Sumatera Utara). Klon-klon tersebut telah diketahui memiliki potensi keunggulan sifat daya hasil dan mutu hasilnya dan sedang diuji multilokasi di beberapa daerah endemik PBK. Namun faktor-faktor kimiawi yang mempengaruhi ketahanan alami klon-klon tersebut terhadap PBK masih belum diketahui.

Penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perangkat ketahanan alami klon tahan hama Penggerek Buah Kakao (PBK) kemudian dibandingkan dengan klon kakao yang peka.

### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus 2007-September 2008. Pengambilan sampel dilakukan di kebun kakao di Sulawesi Selatan dan Kebun Pusat



Penelitian Kcpi dan Kakao Indonesia di Kaliwining lembur. Analisis kandungan kimiawi (polifenol, Si, Mn, K, Ca, lignin) dilaksanakan di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan adalah jaringan daun, kulit buah, lapisan sklerotik, pulpa, dan biji tanaman kakao klon harapan Ard-aciari 10, dan KW 514 yang merupakan klon tahan PBK Klon yang rentan PBK antara lain: ICS 60, KW 162, TSH 858, dan KW 165, serta bahan-bahan dan larutan kimiawi yang dibutuhkan saat analisis di Laboratorium. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian antara lain: tas plastik, *box sterofoam*, grinder, oven, *ependorf*, pipet mikro, spektrofotometer U-2001, *vortex*, neraca analitik, pH meter, penetrometer, dan alat pendukung lain. Kandungan lignin dalam jaringan tanaman diperoleh melalui perhitungan persentase dalam kandungan selulosanya, maka diperlukan analisis kandungan selulosa jaringan tanaman terlebih dahulu.

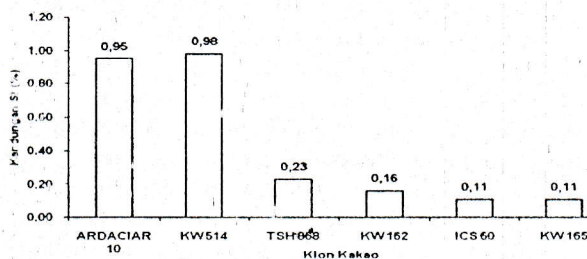
## Hasil dan Pembahasan

### Kandungan Silikon di dalam Jaringan

Analisis kandungan Silikon (Si) jaringan tanaman kakao pada beberapa klon kakao yang diuji, disajikan dalam Tabel 1. Tabel 1 memperlihatkan bahwa, silikon tertinggi terkandung dalam jaringan daun, dengan nilai antara 0,11% hingga 0,98%. Pada jaringan tanaman yang lain silikon terkandung dalam jumlah yang sangat rendah yaitu sebesar 0,04% hingga 0,1%. Data kandungan silikon dalam jaringan daun disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Kandungan Silikon (%)

Jaringan	Ard-aciari 10	KW 514	TSH 858	KW 162	ICS 60	KW 165
Daun	0,95	0,98	0,23	0,16	0,11	0,11
Kulit Batang	0,07	0,07	0,1	0,05	0,07	0,1
Puah muda	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,09
Kulit buah	0,06	0,05	0,08	0,08	0,06	
Sklerotik	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	
Pulpa	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	
Biji	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	



Gambar 1. Kandungan Silikon Di dalam Daun

Kandungan silikon tertinggi terdapat pada jaringan daun klon KW 514 yaitu sebesar 0,98%, dan kandungan silikon terendah pada klon ICS 60 dan klon KW 165 yaitu sebesar 0,11%.

Berdasarkan data kandungan Si dalam daun tanaman kakao klon tahan yaitu pada ARD-ACIAR 10 sebesar 0,95% dan KW 514 sebesar 0,98%, maka tanaman kakao klon tersebut diduga termasuk dalam kelompok *Si non accumulators*. Menurut Marschner

(1995), tanaman mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menyerap Si. Terdapat 3 kelompok tanaman berdasarkan kemampuannya menyerap Si, yaitu :

1. *Si accumulators*, mengandung Si antara 4,6%-7% dalam berat kering daunnya.
2. *Si non accumulators*, mengandung Si antara 0,5%-1,5% dalam berat kering daunnya.
3. *Si excluders*, mengandung Si kurang dari 0,25% dalam berat kering daunnya.

Kandungan Si yang lebih tinggi pada jaringan daun tanaman klon tahan (ARD-ACIAR 10 dan KW 514) dibandingkan pada klon peka (TSH 858, KW 162, ICS 60, dan KW 165) menunjukkan bahwa kandungan Si memiliki peran yang penting dalam ketahanan alami tanaman kakao. Sehingga dapat dijadikan sebagai dasar informasi tentang faktor-faktor kimiawi ketahanan alami klon ARD-ACIAR 10 dan KW 514 terhadap hama PBK.

Berdasarkan hasil seleksi yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Sumatera Utara telah diperoleh satu klon harapan tahan PBK yakni KW 514, sementara hasil seleksi di Ladongi, Sulawesi Tenggara didapatkan dua klon harapan tahan, yaitu ARD-ACIAR 10 dan ARD-ACIAR 25. Klon KW 514 memiliki potensi keunggulan sifat daya hasil dan mutu hasil, yaitu menghasilkan jumlah buah rata-rata mencapai 72 buah atau setara 3,88 kg biji kering/thn dengan berat kering 1,10 g/biji, dan jumlah biji per buah 49 biji.

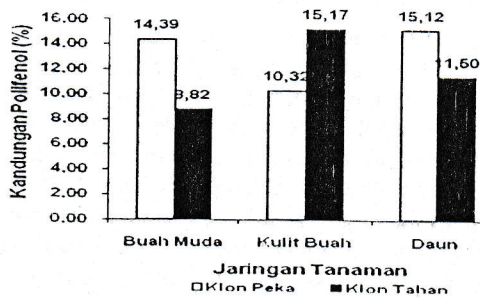
Di dalam tanaman, Si memenuhi sebagian besar lapisan dinding sel dalam jaringan daun yang dewasa dan bertindak sebagai *barier* kutikula terhadap laju transpirasi dan menghambat penetrasi patogen dan fungsi pada daun. Transport Si ditandai dengan adanya polimer asam silisik yang saling berikatan di dalam dinding sel dan sebagian besar terletak di bagian luar dinding sel epidermis, trikoma atau bagian-bagian yang mengalami transpirasi tinggi (Richard, 2004).

Penyimpanan unsur Si dalam lapisan epidermis daun sangat efektif untuk meningkatkan ketahanan mekanik jaringan dalam menghadapi serangan jamur seperti *powdery mildew* dan serangan hama (Marschner, 1995). Kandungan Si dapat diasosiasikan dengan peningkatan kadar silika gel ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) yang berasosiasi dengan selulosa pada sel epidermis dari dinding sel daun, menyebabkan lapisan silika gel yang tebal membantu menahan atau memperlambat kehilangan air akibat penguapan dan menahan serangan hama penggerek batang dan pucuk. Larva penggerek sebelum memulai serangan ke batang, terlebih dulu memakan jaringan epidermis daun. Adanya kristal Si dalam jaringan epidermis tersebut menghindari terjadinya serangan, karena pada saat itu serangga akan mengalami kerusakan rahang karena menggigit kristal Si (Yukamgo and Yuwono, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tanaman tebu, penyimpanan terbesar Si adalah terdapat pada jaringan daun. Si terserap dalam tanaman tebu dalam bentuk yang relatif tidak mobil. Pergerakan Si dari akar ke batang dan bagian tanaman lain mengikuti aliran air. Air diserap akar, masuk ke batang kemudian



menguap lewat batang atau daun. Si terakumulasi dalam sel epidermis tebu, kemudian berintegrasi sehingga memberikan kekuatan kepada batang dan daun tebu. Distribusi Si dalam daun tergantung pada laju evapotranspirasi tanaman (Savant *et al.* dalam Yukamgo, 2007). Kakao termasuk ke dalam tanaman yang tumbuh di bawah naungan, dimana laju evapotranspirasi lebih rendah dibanding tanaman yang tumbuh tanpa naungan karena pohon naungan mampu menurunkan suhu tanaman yang dinaungi dengan mengurangi intensitas sinar matahari yang diterima tanaman yang dinaungi (Whiting, 2007). Si masuk ke dalam tanaman mengikuti aliran air dan tergantung pada laju evapotranspirasi, dengan laju evapotranspirasi kakao yang rendah maka menurunkan jumlah Si yang terserap tanaman.



Gambar 2. Kandungan Polifenol

Peningkatan kadar Si dalam tebu dapat mendukung tanaman untuk tumbuh lebih tegak dan daun merentang dengan baik sehingga meningkatkan kekuatan mekanis jaringan (Yukamgo dan Yuwono, 2007). Pada kakao, tanaman dengan bentuk tajuk tegak kompak akan memungkinkan penyerapan sinar matahari yang efisien. Kondisi demikian menyebabkan hama PBK tidak kerasan, karena hama PBK cenderung berlindung pada bagian yang tidak terkena sinar matahari (Asrul, 2004).

#### Kandungan Polifenol Jaringan Tanaman Kakao

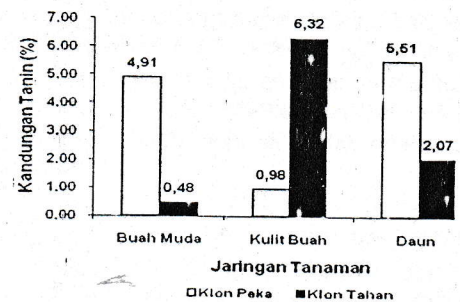
Kandungan polifenol jaringan tanaman kakao dianalisis dengan methanol sebagai pelarutnya. Hasil analisis kandungan polifenol disajikan pada Gambar 2.

Hasil analisis untuk kandungan polifenol pada jaringan buah muda, kulit buah dan daun pada tanaman klon tahan dan klon peka, terlihat bahwa pada jaringan buah muda dan daun, lebih tinggi pada tanaman klon peka dibanding pada tanaman klon tahan (Gambar 2). Jaringan buah muda klon peka mengandung 14,39% dan pada klon tahan mengandung polifenol sebesar 8,82%. Jaringan daun klon peka mengandung polifenol sebesar 15,12% dan pada klon tahan mengandung polifenol sebesar 11,50%. Berbeda halnya pada jaringan kulit buah, pada klon tahan memiliki kandungan polifenol yang lebih tinggi (15,17%) dibanding klon yang peka (10,32%). Pada buah muda, seluruh bagian buah digunakan sebagai sampel, sehingga angka kandungan polifenol menjadi rendah. Sedangkan pengukuran polifenol pada kulit buah sebagai sampel. Perbedaan penggunaan bahan sampel tersebut diduga menjadi

salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran kandungan polifenol.

Kandungan polifenol dalam kulit buah dewasa pada klon tahan, lebih tinggi dibanding klon peka. Meskipun kandungan polifenol dalam buah muda lebih rendah dibanding klon peka. Hal ini diduga, klon tahan memiliki kemampuan mensintesis polifenol lebih intensif saat setelah terjadinya serangan patogen. Peran polifenol dalam ketahanan tanaman terhadap patogen lebih didasarkan atas besarnya pengaruh zat sitotoksiknya yang merupakan hasil reaksi oksidasi setelah infeksi. Telah diketahui bahwa salah satu mekanisme ketahanan tanaman terhadap serangan patogen adalah sel tanaman mensintesa senyawa metabolit sekunder yang dapat menghambat proses perusakan oleh patogen (Ayer'yanov and Lapikova, 1994).

Sesuai dengan hasil penelitian pada buah kakao yang diinokulasikan *Phytophthora megakarya* Bra. and Grif. 4 hari setelah terjadinya infeksi, kandungan fenolik meningkat pada bagian yang terinfeksi. Peningkatan fenolik terjadi dalam bentuk senyawa hidroksisanimik dan flavonol (Ndoumou, et al., 1995).



Gambar 3. Kandungan Tanin

#### Kandungan Tanin di dalam Tanaman Kakao

Kandungan tanin jaringan tanaman kakao dianalisis menggunakan metanol sebagai pelarutnya. Hasil analisis kandungan tanin masing-masing disajikan pada Gambar 3.

Tanin merupakan suatu kelompok senyawa polifenolik yang terdiri dari 2 kelas utama yaitu terkondensasi dan terhidrolisat (Gamble, *et al.*, 1996). Tanin dalam tanaman berfungsi sebagai bentuk pertahanan tanaman terhadap serangan bakteri dan jamur. Tanin menimbulkan efek *astringent* yang merusak mulut dan pencernaan dari organisme penyerang tanaman (McGee, 2009). Pada Gambar 3 terlihat bahwa tanin yang terkandung dalam jaringan buah muda dan daun pada klon peka lebih tinggi nilainya dibanding pada klon tahan. Namun jaringan kulit buah pada klon tahan kandungan tanin lebih tinggi dibanding klon peka (Gambar 3). Jaringan buah muda klon peka mengandung tanin sebesar 4,91% dan pada klon tahan mengandung tanin sebesar 0,48%. Jaringan daun klon peka mengandung 5,51% tanin dan jaringan daun klon tahan mengandung 2,07% tanin. Jaringan kulit buah klon peka mengandung tanin sebesar 0,98% dan klon tahan mengandung tanin sebesar 6,32%.

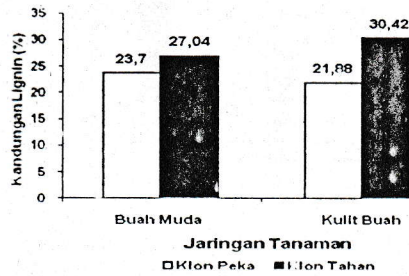
Tanin telah diketahui menjadi faktor resistensi tanaman sorgum, sehingga biji sorgum yang



mengandung tanin dalam jumlah cukup mampu menahan serangan hama *Sorghum midge* (Sharma dalam Samsudin, 2008). Kandungan tanin pada beberapa tanaman seperti aprikot hibrida yang tahan terhadap larva *Sclerotinia Laxa* diketahui lebih tinggi daripada tanaman yang peka (Gulcan, et. al., dalam Misirli, et al., 2008).

**Lignin Jaringan Tanaman Kakao**

Kandungan lignin jaringan tanaman kakao pada klon yang tahan dan peka PBK, masing-masing disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kandungan Lignin

Kandungan lignin dalam jaringan buah muda dan kulit buah pada kakao klon tahan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan lignin dalam buah muda dan kulit buah kakao klon peka (Gambar 4). Jaringan buah muda klon peka mengandung lignin sebesar 23,7% dan kandungan lignin pada klon tahan adalah sebesar 27,04%. Jaringan kulit buah klon peka mengandung lignin sebesar 21,88% dan jaringan kulit buah klon tahan mengandung lignin sebesar 30,42%. Hal ini menjelaskan bahwa lignin termasuk dalam faktor kimiawi pembentuk ketahanan alami tanaman kakao. Seperti halnya pada tanaman gandum, tingkat akumulasi lignin mampu menurunkan tingkat kedalaman dari lingkaran penetrasi oleh hifa *Gaeumannomyces graminis var. Tritici* (Rengel et al., 1994). Mujnisa (2007), menyatakan bahwa kulit kakao mengandung serat kasar dan lignin yang tinggi yang dapat menjadi faktor pembatas utama mikroorganisme untuk mencernanya. Lignin dapat membentuk senyawa kompleks dengan selulosa dan hemiselulosa yang sulit ditembus oleh enzim mikroba sehingga menghambat pencernaan dinding sel. Menurut Susilo, et al. (2007), proses lignifikasi dalam jaringan sklerotik kakao klon tahan PBK lebih intensif dan lebih kompak dibanding lignifikasi sklerotik klon moderat dan rentan.

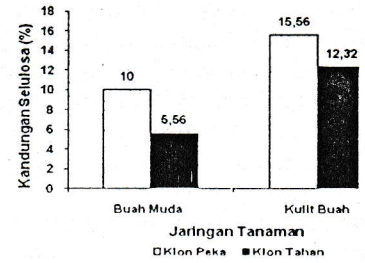
Saupe (2007), menyatakan bahwa lignin merupakan polimer dari phenol, terutama *phenylpropanoids*. Lignin adalah agen utama yang mengatur tingkat kekerasan dinding sel dan menahan serangan patogen atau jamur. Beberapa teori menyatakan terdapat interaksi antara Si terhadap biosintesis lignin dalam membentuk dinding sel. Reaksi interaksinya berupa ikatan antara asam silisik dengan kelompok fenolik dari lignin hingga membentuk ester, dan bentuk ikatan ini menyebabkan dinding sel lebih stabil dan keras (Richard, 2004).

Lignin merupakan faktor yang mempengaruhi kepadatan, massa, dan warna coklat pada kayu. Sekitar 40% dari berat pohon – pohon di hutan dunia adalah

lignin. Kayu disusun dalam sel xylem yang telah mati dan mengering. Jaringan yang mati bersifat keras dan padat karena lignin berada di lapisan kedua dari dinding sel (Armstrong, 2006). Selain sebagai penyebab kekerasan dinding sel, lignin juga mempengaruhi reaksi delignifikasi.

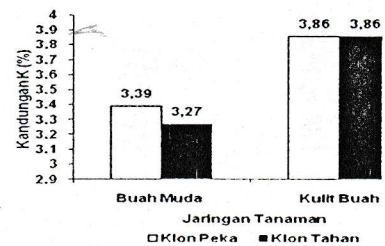
**Selulosa Jaringan Tanaman Kakao**

Selulosa merupakan salah satu penyusun utama dinding sel bersama lignin dan hemiselulosa. Kandungan selulosa jaringan tanaman kakao pada klon yang tahan dan peka PBK, masing-masing disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kandungan Selulosa

Kandungan selulosa jaringan tanaman pada klon kakao tahan dan peka menunjukkan hasil yang berbeda dengan kandungan lignin (Gambar 5). Jaringan buah muda klon peka mengandung selulosa sebesar 10%, dan jaringan buah muda klon tahan mengandung selulosa sebesar 5,56%.



Gambar 6. Kandungan Kalium

Kandungan selulosa jaringan kulit buah klon peka sebesar 15,56% dan pada jaringan kulit buah klon tahan sebesar 12,32%. Sanjaya (2001) menjelaskan bahwa selulosa adalah komponen utama dinding sel. Molekul selulosa dibentuk oleh sekitar 10.000 monomer glukosa yang diikat dengan ikatan 1,4-β-glukosida. Setiap monomer glukosa memiliki tiga gugus hidroksil (-OH). Sebanyak 36 molekul selulosa terikat dengan ikatan hidrogen membentuk seberkas fibril elementer. Fibril elementer bergabung membentuk mikrofibril, kemudian mikrofibril bergabung membentuk serat-serat selulosa.

**Kalium Jaringan Tanaman Kakao**

Hasil analisis kandungan kalium (K) pada jaringan tanaman kakao klon tahan dan peka PBK, (Gambar 6) menunjukkan kandungan K pada jaringan tanaman klon kakao peka dan kakao tahan tidak berbeda. Jaringan buah muda klon peka dibanding buah muda klon tahan memiliki kandungan K berturut-turut sebesar 3,39% dan 3,27%. Pada jaringan kulit buah peka dan kulit buah



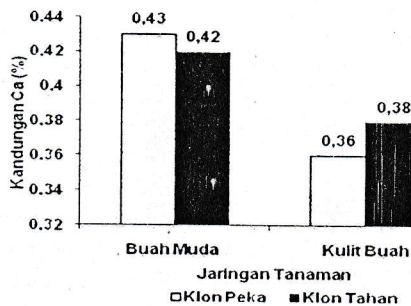
klon tahan PBK memiliki kandungan K yang sama besar, yaitu 3,86%.

Hal ini menjelaskan bahwa unsur K bukan merupakan faktor kimiawi yang berpengaruh langsung terhadap ketahanan alami tanaman kakao. Jaringan tanaman yang digunakan sebagai sampel penelitian sebagian besar berasal dari perkebunan kakao yang telah melaksanakan sistem budidaya yang optimum termasuk dalam pemenuhan nutrisi terutama nutrisi makro seperti K. Sehingga kandungan K yang terdapat dalam jaringan tanaman buah muda dan kulit buah berada dalam jumlah yang cukup dibutuhkan untuk pertumbuhannya.

Meski perannya dalam ketahanan alami tanaman kakao belum diketahui pasti, namun bila tanaman tidak tercukupi kebutuhannya akan kalium, maka beberapa reaksi penting dalam tanaman akan terganggu. Tanaman membutuhkan ion kalium ( $K^+$ ) untuk sintesis protein dan proses membuka dan menutupnya stomata, yang diatur oleh lompatan proton untuk membuat daerah sekitar sel pelindung menjadi lebih turgid dan lebih lentur. Kekurangan K menyebabkan tanaman lebih mudah terserang hama dan mengalami kerusakan.

#### Kalsium Jaringan Tanaman Kakao

Hasil analisis kandungan kalsium (Ca) pada jaringan tanaman kakao klon tahan dan peka PBK, disajikan dalam Gambar 7.



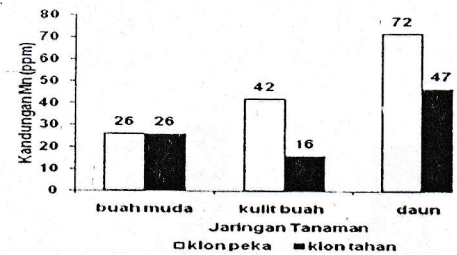
Gambar 7. Kandungan Kalsium (Ca)

Kandungan Ca dalam jaringan buah muda dan kulit buah kakao klon tahan dan peka memperlihatkan hasil yang tidak berbeda (Gambar 7). Jaringan buah muda klon peka mengandung Ca sebesar 0,43% dan jaringan buah muda pada klon tahan mengandung Ca sebesar 0,42%. Kulit buah kakao klon peka memiliki kandungan Ca sebesar 0,36% dan kulit buah kakao klon tahan memiliki kandungan Ca sebesar 0,38%. Hal ini menjelaskan bahwa unsur Ca bukan merupakan faktor kimiawi yang berpengaruh langsung terhadap ketahanan alami tanaman kakao terhadap PBK. Sifat Ca yang tidak mobil diduga menyebabkan kandungan Ca pada bagian muda lebih rendah daripada jaringan yang lebih tua. Sesuai teori yang disampaikan dalam Tanindo (2009), Ca relatif tidak mobil di dalam tanaman, Ca begitu kuat menyatu dalam dinding sel, sehingga tidak dapat dipindahkan dari sel-sel yang tua untuk membentuk sel-sel baru. Nilai kandungan Ca dalam jaringan buah muda dan kulit buah tidak menunjukkan perbedaan di antara 2 klon. Ca sebagian besar terdapat dalam daun dan batang

dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella tengah pada dinding sel yang menyebabkan tanaman mempunyai dinding sel yang lebih tebal sehingga tahan terhadap serangan hama dan penyakit.

#### Mangan Jaringan Tanaman Kakao

Hasil analisis kandungan mangan (Mn) pada jaringan tanaman kakao klon tahan dan peka PBK disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Kandungan Mangan (Mn)

Kandungan Mn pada jaringan buah muda klon peka dan klon tahan tidak ada perbedaan, yaitu 26 ppm. Sedangkan pada jaringan kulit buah dan daun, klon peka memiliki kandungan Mn yang lebih tinggi dibanding klon tahan.

Berdasarkan hasil kandungan Mn tersebut, dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi kandungan Mn dalam tanaman, maka tanaman menjadi semakin peka terhadap serangan hama. Hal ini berkaitan dengan terjadinya degradasi lignin yang terjadi seiring peningkatan Mn dalam tanaman.

Berdasarkan teori Kerem (1997), penambahan Mn ditemukan telah meningkatkan degradasi lignin pada *Pleurotus ostreatus*. Hal ini ditunjukkan dengan reaksi mineralisasi yang terjadi antara  $^{14}C$  lignin seiring dengan mineralisasi pada Mn-Peroksidase. Pada kandungan Mn yang tinggi ( $Mn^{2+}$  dan  $Mn^{3+}$ ), bersama dengan senyawa chelat yang sesuai menyebabkan produksi lignin peroksidase (LiP) menjadi terhambat, dan produksi *manganese peroksidase* (MnP) meningkat (Perez. 1992).

#### Simpulan

Simpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

1. Kandungan Si, polifenol, tanin, dan lignin kakao klon tahan PBK lebih tinggi dibandingkan klon kakao yang peka PBK.
2. Kandungan selulosa kakao klon tahan PBK lebih rendah dibandingkan kakao klon peka PBK.
3. Kandungan Ca dan K tidak berbeda antara klon yang tahan dan klon yang peka PBK.
4. Kandungan Mn klon tahan lebih rendah dibandingkan klon peka PBK. Semakin tinggi Mn dalam tanaman, semakin rendah ketahanan tanaman terhadap PRK.

#### Daftar Pustaka

- Misirli, A, A. Kuder, G. Demir, and R. Gulcan. 2008. Determination of Phenolic Compounds in Some Almond Hybrids Varying in Resistance to *Pseudomonas amygdali*. www.tgt.ac.id. Diakses tanggal 14 September 2009.



amella tengah  
tan tanaman  
ehingga tahan

(Mn) pada  
n peka PBK,

(Mn)

ada klon peka  
aitu 26 ppm.  
an daun, klon  
lebih tinggi

ersebut, dapat  
an Mn dalam  
peka terhadap  
an terjadinya  
tingkatan Mn

ambahan Mn  
lignin pada  
engan reaksi  
lignin seiring  
sidase. Pada  
( $n^{3+}$ ), bersama  
menyebabkan  
di terhambat  
(P) meningkat

agai berikut:  
lignin kakao  
dingkan klon

n PBK lebih  
PBK.

ara klon yang

a dibandingkan  
lam tanaman,  
adap PRK.

Gulcan. 2008  
ds in Some  
esistance to  
.id. Diakse

- Armstrong, W. P. 2006. Major Types of Chemical Compounds in Plants and Animals. [www.waynesword.palomar.edu/chemid2](http://www.waynesword.palomar.edu/chemid2). Diakses tanggal 26 Juni 2008.
- Asul, L. 2004. Seleksi dan Karakterisasi Morfologi Tanaman Kakao Harapan Tahan Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol 4 (3), 109 – 122.
- Ayer yanov and lapikcva, 1994. Participation of Active Forms of Oxygen in the Mechanism of Ferulic Acid Toxicity. *Biology Bulletin (Izvestiya Akademik Nauk SSSR, Seriya Biologicheskaya)*, N4 : 352 – 357.
- Gamble, G. R., D. E. Akin, H.P.S. Makkar and K. Becker. 1996. Biological Degradation of Tannin in *Sericea lespedeza* by The White Rot Fungi. [www.library.usu.ac.id](http://www.library.usu.ac.id). Diakses tanggal 24 September 2008.
- Indonesian Biotechnology Information Centre. 2006. Identifikasi Transporter Silikon dalam Padi. [www.indobic-biotrop.org](http://www.indobic-biotrop.org). diakses tanggal 14 September 2007.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited. London.
- McGee, H. 2009. What Are Tannins?. [www.ochef.com](http://www.ochef.com). Diakses tanggal 04 Mei 2009.
- Mujnisa, A. 2007. Kecernaan Bahan Kering In Vitro, Proporsi Molar Asam Lemak Terbang dan Produksi Gas Pada Kulit Kakao, Biji Kapuk, Kulit Markisa dan Biji Markisa. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, vol. 6 (2), 31-35.
- Ndjomou, O. D, Ndzomo, T. G., and P. F. Djogque. 1995. Changes in Carbohydrate, Amino acid and Phenol Contents in Cocoa Pods from Three Clones After Infection with *Phytophthora megakarya* Bra. and Grif. *Annals of Botany Company*. [www.aob.oxforjournals.org.htm](http://www.aob.oxforjournals.org.htm). Diakses tanggal 09 Februari 2009.
- Patterson, G. 2007. Calcium Nutrition in Plants. CCA. Diakses tanggal 23 Juni 2008.
- Perez, J and Jeffries, T. W. 1992. Roles of Manganese and Organic Acid Chelators in Regulating Lignin Degradation and Biosynthesis of Peroxidases by *Phanerochaete chrysosporium*. [www.aem.asm.org](http://www.aem.asm.org). Diakses tanggal 28 Mei 2008.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2006. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Richard, J. Hull. 2004. Scientist Start to Recognize Silicon's Beneficial Effects. [www.tgt.ac.id](http://www.tgt.ac.id). Diakses tanggal 5 Maret 2008.
- Robinson, T. 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi. Penerbit ITB. Bandung.
- Samsudin. 2008. Resistensi Tanaman Terhadap Serangga Hama. [www.lembagapertanian\\_sehat.co.id](http://www.lembagapertanian_sehat.co.id). Diakses tanggal 10 Maret 2009.
- Sanjaya. 2001. Pengaruh Anhidridasetat Terhadap Struktur Molekuler Kayu dalam Stabilisasi Dimensi Kayu Pinus merkusii Et. De Vr. [www.fmipa.itb.ac.id](http://www.fmipa.itb.ac.id). Diakses tanggal 09 Pebruari 2009.

- Saupe, G.S. 2007. Cell Walls – Structure and Function. *Plant Physiology (Biology 327)*. [www.csbsju.edu](http://www.csbsju.edu). Diakses tanggal 23 Juni 2008.
- Sulistiyowati dan Sulistiyowati, E. 2003. Pengaruh Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) terhadap mutu biji kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*.( 15), 29 – 36.
- Susilo, A. W, Woerjono, dan M, Witjaksono. 2007. Hubungan Karakteristik Jaringan Kulit Buah Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Sifat Ketahanan terhadap Hama Penggerek Buah Kakao. *Pelita Perkebunan* 2007, 23 (3), 159-175.
- Tanindo. 2009. Peranan Unsur Kalsium Pada Tanaman. [www.tanindo.com](http://www.tanindo.com). Diakses tanggal 09 Pebruari 2009.
- Warmada, I. W, dan Anastasia, D. T. 2004. Agromineral II: Nutrisi Mikro. [www.warmada.staff.ugm.ac.id](http://www.warmada.staff.ugm.ac.id). Diakses tanggal 14 September 2007.
- Widarto, H. T, 2008. Bagaimana Tumbuhan Melindungi Diri dari Serangan Hama Serangga Hama?. Direktorat Perlindungan Perkebunan. [www.ditjenbun.go.id](http://www.ditjenbun.go.id). Diakses tanggal 20 Maret 2009.
- Yukamgo, E., dan N. Y Wiyono, 2007. Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat Pada Tanaman Tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 7 ( 2), 103-116.