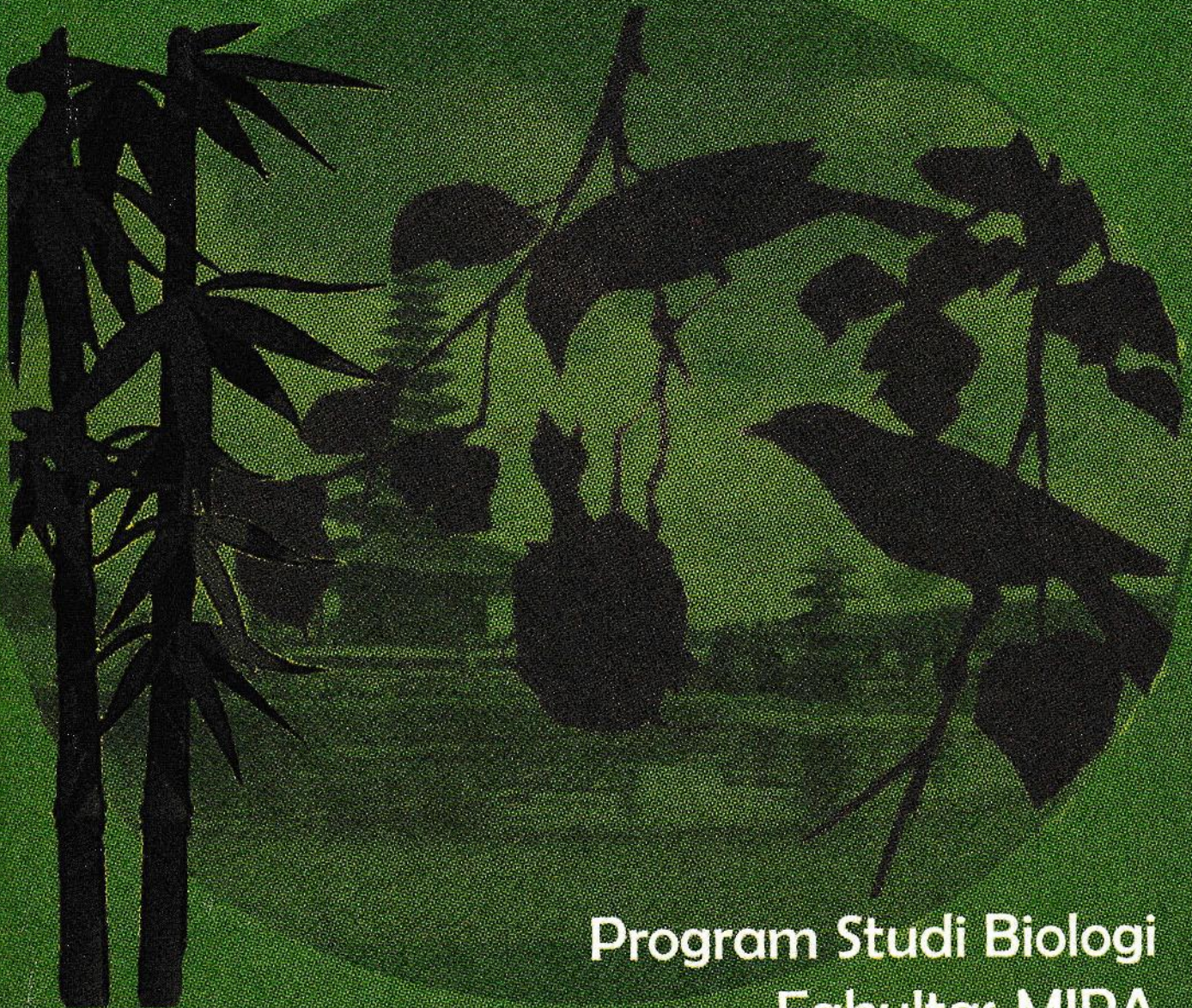


Volume 06 Nomor 01 Maret 2015

ISSN : 2086-5783

II.A.1.b.3/8
Jurnal Nasional
tak terakreditasi

WIDYA BIOLOGI



Program Studi Biologi
Fakultas MIPA
Universitas Hindu Indonesia

WIDYA BIOLOGI

DEWAN REDAKSI

Ketua

I Nyoman Arsana

Sekretaris

I Putu Sudiartawan

Anggota

Euis Dewi Yuliana, Ni Ketut Ayu Juliasih, Ni Luh Gede Sudaryati, I Wayan Suarda, Israil Sitepu

Redaktur Ahli (*Peer Riview*)

Prof. Dr. I Dewa Made Tantera Keramas, MSc (Program Pasca Sarjana UNHI)

Dr. I Gede Ketut Adiputra (Program Studi Biologi UNHI)

Dr. I Wayan Suana, S.Si., M.Si (Program Studi Biologi UNRAM)

Jurnal Widya Biologi, (ISSN No. 2086-5783) diterbitkan oleh Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Hindu Indonesia Denpasar, sebagai wadah informasi ilmiah bidang biologi baik yang berupa hasil penelitian ataupun kajian pustaka

Jurnal Widya Biologi menerima naskah dari dosen, peneliti, mahasiswa maupun praktisi yang belum pernah diterbitkan dalam publikasi lain dengan ketentuan seperti tercantum pada bagian belakang jurnal ini.

Langganan

Jurnal Widya Biologi terbit dua nomor dalam satu tahun (Maret dan Oktober). Langganan untuk satu tahun (termasuk ongkos kirim) sebagai berikut:

1. Lembaga.Institusi : Rp. 150.000,- (seratus lima puluh ribu rupiah)
2. Individu/Pribadi : Rp. 75.000,- (tujuh puluh Lima ribu rupiah)
3. Mahasiswa : Rp. 30.000,- (tiga puluh ribu rupiah)

Pembayaran dapat dilakukan dengan cara: a) Pembayaran langsung, b) wesel pos. Salinan bukti pembayaran (b) harap dikirimkan ke redaksi.

Alamat Redaksi

Program Studi Biologi FMIPA UNHI
Jl Sangalangit, Tembau-Penatih, Denpasar, Bali
E-mail : widyabiologi@yahoo.co.id
Website : www.unhi.ac.id

DAFTAR ISI

WIDYABILOGI

<p>BIOREMEDIASI ZAT WARNA PADA AIR TERCEMAR LIMBAH INDUSTRI PENCELUPAN DENGAN PEMANFAATAN TUMBUHAN AIR DAN BIOMATERIAL ALAMI Ni Made Susun Parwanayoni</p>	1
<p>PEMANFAATAN AMPAS TEH SEBAGAI PUPUK ORGANIK UNTUK MEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT (<i>Capsicum frutescens</i> L.) A.Sri Utami, Ni Putu Adriani Astiti, Ni Made Puspawati</p>	11
<p>POTENSI <i>Glacilaria</i> sp. SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL Ni Putu Widyastuti, Yan Ramona, Yenni Ciawi</p>	19
<p>JENIS DAN SEBARAN <i>Uca</i> spp. (CRUSTACEA: DECAPODA: OCYPODIDAE) DI KAWASAN HUTAN MANGROVE BENOA, BADUNG, BALI I Wayan Wahyudi, Ni Luh Watiniasih, Deny Suhernawan Yusup</p>	28
<p>IDENTIFIKASI JAMUR PADA LONTAR YANG DISIMPAN DI UNIT PELAKSANA TEKNIS MUSEUM BALI Ni Luh Putu Suratini dan I Putu Sudiartawan</p>	36
<p>IDENTIFIKASI KLON KAKAO PADA DUA SISTEM PERKEBUNAN BERBEDA, AGROFOREST DAN MONOKULTUR, DI KABUPATEN TABANAN I Gede Ketut Adiputra dan I Wayan Surtha</p>	42
<p>UJI SENSITIFITAS BAKTERI <i>Escherichia coli</i> TERHADAP EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS (<i>Garcinia mangostana</i> L.) SECARA IN-VITRO Didik Prasetya dan I Nyoman Arsana</p>	52
<p>POTENSI EKSTRAK DAUN SIRSAK (<i>Annona muricata</i> Linn) TERHADAP SPERMATOGENESIS SEBAGAI BAHAN ANTIFERTILITAS PADA MENCIT (<i>Mus musculus</i> L) Ni Nyoman Wirasiti dan Dwi Ariani Yulihastuti</p>	59
<p>PENGARUH WAKTU FERMENTASI TEH KOMBUCHA TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI <i>Salmonella typhi</i> Desak Putra Artini dan I Wayan Suarda</p>	68

IDENTIFIKASI KLON KAKAO PADA DUA SISTEM PERKEBUNAN BERBEDA, AGROFOREST DAN MONOKULTUR, DI KABUPATEN TABANAN

I Gede Ketut Adiputra¹⁾ dan I Wayan Surtha²⁾

¹⁾Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Hindu Indonesia. Denpasar.

Jl. Sangalangit, Tembau Penatih, Denpasar, Bali. e-mail: dr_gede_adiputra@yahoo.co.id

²⁾Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Hindu Indonesia

Jl. Sangalangit, Tembau Penatih, Denpasar, Bali.

ABSTRAK

Penyakit utama kakao disebabkan oleh jamur, yang menyukai kelembaban tinggi, sehingga perkebunan kakao system agroforest dengan cuaca lembab akan berisiko lebih tinggi mendapat serangan penyakit dibanding perkebunan kakao monokultur. Akan tetapi abiotik stress, yang dapat memperlemah resistensi terhadap penyakit, lebih mudah terjadi pada perkebunan monokultur. Oleh karena itu, kedua system menjadi berisiko tinggi terhadap serangan jamur. Untuk mengurangi resiko ini, baik pada system agroforest maupun monokultur, sebaiknya dibudidayakan klon kakao yang resisten. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi klon kakao tahan penyakit yang dibudidayakan pada perkebunan agroforest pada ketinggian 680 m dpl dan monokultur pada ketinggian 236 m dpl. Penelitian ini menemukan bahwa klon kakao yang dibudidayakan dengan system agroforest pada ketinggian 680 m dpl adalah SPA9, SC 6, GS 36, SPA11, UF 667, SCA 6 dan di ketinggian 236 m dpl adalah SPA 9, SPA 10, SPA 11, SPA 17, SC 41, GS 29, ICS 40, ICS 100. Dengan menggunakan pedoman ICGD, didapat bahwa hanya 50% dari klon yang ditemukan di kedua lokasi tersebut termasuk kelompok resisten terhadap penyakit, yaitu SPA 9, SPA 10, SPA 17, ICS 40, ICS 100 dan SCA 6. Disimpulkan bahwa untuk memelihara keberlanjutan produksi biji kakao diperlukan peremajaan tanaman dengan klon tahan penyakit.

Kata kunci: Agroforest, klon kakao, monokultur, resisten, penyakit.

ABSTRACTS

Major diseases in cacao plant are caused by organism that classified as fungi. Since outbreak of this diseases occur under high humidity, agroforest system which has slower evaporations rate facing a higher risk to the pathogenic fungus rather than monoculture. However, abiotic stress is more likely to occur in monoculture plantations because full exposure to sunlight. This abiotic stress could decreased resistance respond of host plant, so monoculture system could subsequently have similar problem to that in agroforest system. Therefore, cacao plants cultivated in both agroforest and monoculture system should resistant to pathogenic fungus, phytophthora. This study was performed to identify resistant cacao clone cultivated in 2 different agricultural system, agroforest and monoculture. This study found that cacao clones cultivated in agroforest system were: SPA9, SC 6, GS 36, SPA11, UF 667, SCA 6 and in monoculture system were, SPA 10, SPA 11, SPA 17, SC 41, GS 29, ICS 40, ICS 100. According to ICGD, these cacao clones were only 50% categorized as resistant to phytophthora, i.e. SPA 9, SPA 10, SPA 17, ICS 40, ICS 100 and SCA 6.

Key words: Agroforest, Cacao clones, monoculture, pathogens, resistency.

PENDAHULUAN

Salah satu upaya yang dilakukan untuk menanggulangi penyakit pada perkebunan kakao adalah penggunaan fungisida dan pestisida (Ogunlade and Agbeniyi, 2011, Gianessi and Reigner, 2006). Akan tetapi, penggunaan senyawa kimia ini menimbulkan kekhawatiran karena berbahaya, tidak hanya bagi keaneka ragam hayati tetapi juga bagi kesehatan manusia (Dias, 2012; Norgrove and Hauser, 2013; Enyiukwu, 2014). Oleh karena itu, dilakukanlah upaya pengurangan penggunaan pestisida kimia melalui metode alternatif seperti fitosanitasi-biokontrol (Medeiros *et al.*, 2010; Opoku *et al.*, 2007), agroforest (Bos *et al.*, 2007; Clough *et al.*, 2009) dan penggunaan bibit tahan penyakit (Motamayor *et al.*, 2013; Phillip-Mora *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2013). Di antara metode alternatif ini, penggunaan bibit tahan penyakit nampaknya merupakan metode yang cukup murah. Akan tetapi, karena ketahanan terhadap penyakit suatu klon berhubungan dengan kondisi lingkungan, maka kondisi ini juga menjadi faktor penting yang perlu dikaji, disamping bibit tahan penyakit.

Menurut Motamayor *et al.* (2013), klon kakao yang paling banyak dijumpai pada sebagian besar perkebunan kakao di Amerika latin adalah CCN 51. Klon ini memiliki kombinasi sifat yang unggul yaitu produksi banyak dan tahan penyakit. Pada penelitian lain, yang dilakukan oleh Phillip-Mora *et al.* (2005), ditemukan bahwa ICS 95 termasuk klon yang resisten terhadap penyakit *black pod*. Sementara itu, disebutkan ada 32 klon kakao yang resisten terhadap penyakit *witches broom* yang telah dikaji secara molekuler (Lima *et al.*, 2013). Laporan tentang klon tahan penyakit ini seharusnya menjadi perhatian serius bagi perkebunan kakao di Indonesia terutama setelah Indonesia mengalami krisis kakao akibat serangan penyakit (Clough *et al.*, 2009). Kakao tahan penyakit yang telah dilaporkan tersebut dapat digunakan untuk mengkaji apakah klon kakao yang dibudidayakan pada perkebunan di Indonesia termasuk resisten atau rentan terhadap penyakit. Hasil kajian ini selanjutnya digunakan sebagai pedoman dalam upaya penanggulangan

penyakit mengingat klon yang rentan akan memerlukan lebih banyak fito-sanitasi dan fungisida dibanding klon resisten. Apabila klon kakao yang telah dibudidayakan masyarakat ternyata termasuk kelompok tahan penyakit, maka penanggulangan penyakit tidak perlu dilakukan dengan mengganti tanaman, tetapi lebih diarahkan pada perbaikan lingkungan abiotik. Penanganan lingkungan abiotik diduga sama pentingnya dengan pengendalian penyakit karena toleransi suatu klon terhadap perubahan cuaca dapat sangat terbatas. Apabila tanaman berada pada lingkungan di luar rentangan toleransi maka tanaman tersebut akan mengalami stres dan kemudian cenderung lebih sensitif terhadap serangan penyakit (Atkinson and Urwin, 2012; Clough and Tschardtke, 2009). Oleh karena itu, krisis kakao di Indonesia sangat mungkin disebabkan tidak hanya oleh serangan penyakit, tetapi juga oleh faktor lingkungan abiotik yang tidak sesuai.

Perhatian yang sungguh-sungguh terhadap lingkungan abiotik sangat diperlukan karena kakao adalah tanaman C3 (Matta *et al.*, 2001). Menurut Taiz and Zieger (2002), kelompok tanaman C3 tidak tahan terhadap sinar matahari langsung. Sifat tanaman C3 ini sesuai dengan lingkungan hutan hujan tropis seperti lingkungan tempat asal tanaman kakao. Walau demikian, Almeida and Valle (2007) menyebutkan bahwa kakao adalah tanaman yang toleran terhadap naungan tetapi dapat tumbuh pada berbagai sistem perkebunan. Pada beberapa perkebunan, produksi biji kakao justru menjadi lebih tinggi jika menggunakan sistem monokultur yang menerima sinar langsung (Ahenkorah, 1974 dalam Zuidema, 2005). Namun demikian, produksi tinggi pada perkebunan kakao tanpa naungan ini, menurut Bos *et al.* (2007) dan Clough *et al.* (2009) dapat berlangsung hanya sementara sebelum kemudian menjadi tidak produktif.

Dalam hubungannya dengan sistem perkebunan, Efombagn (2009) mengemukakan bahwa lingkungan dapat mempengaruhi tampilan lapangan dari genotip kakao. Oleh karena itu, sesuai dengan sifat klon yang dibudidayakan, keragaman sistem perkebunan akan

mempengaruhi tingkat produksi. Di beberapa negara, tanaman kakao dibudidayakan dengan sistem *intercropping* misalnya, dengan kelapa, kopi, tanaman kehutanan atau tanaman lain (Bonsu *et al.*, 2002; Ananda, 2006; Johansson and Persson, 2012; Almeida and Valle, 2007). Sistem *intercropping*, walaupun alasannya untuk diversifikasi pendapatan, dapat mengurangi intensitas sinar yang diterima oleh tanaman kakao. Tidak semua klon kakao diduga sesuai dengan kondisi sistem perkebunan yang ada. Suatu klon dapat sangat sensitif terhadap suatu lingkungan seperti halnya pertanian yang dikatakan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh perubahan lingkungan, maka diperlukan berbagai upaya penanggulangan seperti perbaikan varietas tanaman budidaya (Henry and Nevo, 2014). Hal ini juga berarti bahwa perbaikan produksi biji kakao memerlukan kajian tentang klon kakao yang toleran terhadap perubahan lingkungan abiotik. Untuk tujuan tersebut maka pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap variasi klon kakao yang dibudidayakan di dua lokasi berbeda yaitu pada ketinggian 236 m dpl dan 680 m dpl dan dengan agrosistem berbeda yaitu *agroforest* dan monokultur.

MATERIAL DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi berbeda yaitu daerah penyangga hutan dan daerah persawahan. Lokasi pertama berada pada ketinggian 680 m (dpl), bertempat di Desa Wongaya Gede, Penebel, Tabanan. Lokasi kedua berada pada ketinggian 236 m (dpl), bertempat di desa Telaga tunjung, Kecamatan Kerambitan, Kabupaten Tabanan. Lokasi 1 merupakan perkebunan agroforest. Pada lokasi ini kakao dibudidayakan secara *intercropping* dengan berbagai tanaman lain seperti tanaman hutan (majegau, cempaka), peteduh (gamal, lamtoro, dadap) dan tanaman buah-buahan (kopi, kelapa, nangka, pisang). Dengan banyaknya jenis pohon tersebut maka tanaman kakao sebagian besar berada dibawah kanopi sehingga menerima intensitas sinar yang rendah.

Lokasi kedua merupakan perkebunan monokultur, sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman kakao adalah sinar langsung. Pada masing-masing lokasi, jumlah tanaman kakao yang dipilih sebagai sampel adalah 10 pohon dari sekitar 100 pohon tanaman kakao yang ada di perkebunan. Pohon kakao yang digunakan sebagai sampel ini berumur sekitar 12 tahun. Masing-masing pohon dari sampel tanaman diberi nomor untuk memudahkan identifikasi.

Untuk mengetahui variasi klon yang dibudidayakan pada dua lokasi penelitian maka dilakukan identifikasi terhadap karakter morfologis dari organ tanaman. Organ tanaman yang dikumpulkan dari perkebunan meliputi; daun, bunga dan buah. Sampel organ tanaman yang dikumpulkan ini selanjutnya diidentifikasi menggunakan metode identifikasi dari *international cacao germplasm database* (ICGD) (<http://www.icgd.rdg.ac.uk/>).

Pada identifikasi ini, bentuk daun dikarakterisasi menggunakan posisi bagian daun terlebar dan tegak lurus dengan aksis terpanjang, apakah pada basis, di tengah atau pada ujung lamina (Malhado *et al.*, 2009). Apabila bagian terlebar terletak pada basis lamina, maka daun tersebut disebut *ovatus*, jika bagian terlebar terletak ditengah maka disebut *elliptic* sedangkan jika bagian terlebar terletak pada bagian ujung disebut *obovatus*. Apabila bagian terlebar dari suatu daun merupakan suatu zona pada bagian tengah lamina, mencapai 1/3 dari panjang axis sehingga tepi daun yang posisinya berlawanan tanpak sejajar maka dikategorikan sebagai *oblong*. Untuk menentukan panjang dan lebar daun maka digunakan metode De Swart (2004) yang mendefinisikan panjang daun sebagai jarak antara ujung daun dengan titik percabangan tulang daun pertama pada axis utama. Sementara itu, lebar daun didefinisikan sebagai daerah terlebar dari daun yang tegak lurus dengan aksis utama.

Untuk menentukan bentuk buah maka digunakan metode yang menyerupai karakterisasi bentuk daun. Akan tetapi untuk menentukan tipe dasar dan ujung buah maka digunakan template dari gambar buah yang telah dikarakterisasi

bentuknya, baik oleh ICGD maupun oleh "Field guide to ICS clones of Trinidad". Untuk menentukan warna buah kakao maka digunakan buah yang dewasa ataupun buah yang telah matang. Warna biji dikarakterisasi menggunakan warna kotiledon dari biji yang baru diambil dari buah. Warna ini kemudian dibandingkan dengan pallo warna.

Hasil karakterisasi organ tanaman kakao, yang meliputi a.l. warna buah, bentuk ujung buah, dasar buah, bentuk daun, warna biji, dll., kemudian digunakan sebagai entri data untuk identifikasi metode ICGD. Pada sistem ICGD, karakter organ tanaman, yang ditemukan di lapangan, dimasukkan kedalam program ICGD untuk diolah oleh system. Hasil pengolahan ini kemudian ditampilkan oleh program tersebut dalam bentuk nama klon.

Hasil identifikasi dengan sistem ini yang berupa nama klon kemudian dicocokkan dengan data referensi untuk klon tersebut yang dimiliki oleh ICGD. Hasil ini juga dicocokkan dengan data visual, seperti warna buah, bentuk buah, permukaan buah, yang juga dimiliki oleh ICGD. Apabila klon hasil identifikasi I yang ditampilkan oleh sistem ICGD, tidak sesuai dengan data referensi atau data visual, maka identifikasi diulangi dengan memasukkan kembali data lapangan setelah dilakukan re-interpretasi karakter. Re-interpretasi ini diperlukan karena karakter tanaman yang digunakan adalah data kualitatif yang dapat dipengaruhi oleh faktor subjektivitas. Misalnya, kesulitan sering terjadi pada saat menentukan perbedaan antara dapat diabaikan (*negligible*) dengan *absent*. Demikian juga dengan *intermediate* sampai *strong* dengan *strong*. Hasil re-interpretasi ini selanjutnya dimasukkan kembali kedalam sistem ICGD untuk mendapatkan hasil identifikasi 2. Apabila hasil identifikasi 2 ini sesuai dengan data referensi dan data visual maka klon tersebut dianggap benar. Jika tidak sesuai, maka reinterpretasi dilakukan kembali dan seterusnya.


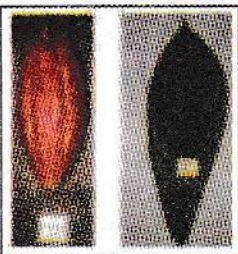
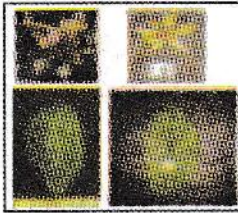
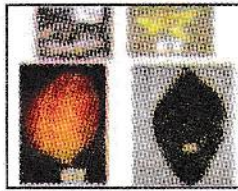
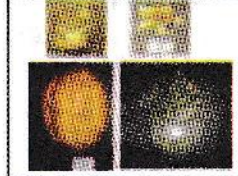
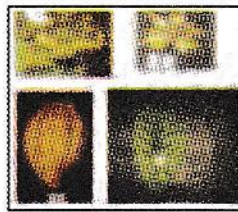
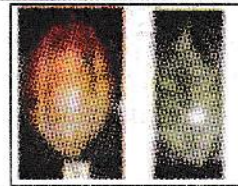
HASIL PENELITIAN

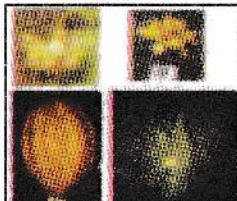
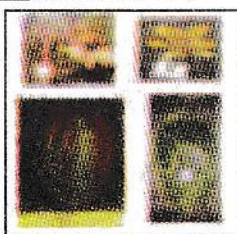
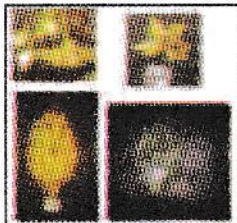
Variasi Klon Kakao Pada Lokasi I dan II

Karakter kualitatif organ tanaman yang dikumpulkan dari lokasi I (Tabel 1) maupun pada lokasi II (tabel 2) sangat bervariasi. Karakter kualitatif ini digunakan untuk memasukan data kedalam sistem ICGD. Identifikasi oleh sistem ICGD menunjukkan bahwa klon kakao yang dibudidayakan pada perkebunan rakyat sangat beragam. Variasi karakter yang paling nampak jelas adalah warna buah. Oleh karena itu pada proses identifikasi, warna buah merupakan karakter pertama yang dimasukkan kedalam sistem, sebelum karakter lainnya. Untuk sampai pada sebuah nama klon, jumlah karakter yang diperlukan berkisar antara tiga sampai enam. Pada lokasi I ditemukan ada enam klon yaitu: SPA9, SC 6, GS 36, SPA11, UF 667, SCA 6 (Tabel. 1). Pada lokasi II ditemukan ada delapan klon yaitu: SPA 9, SPA 10, SPA 11, SPA 17, SC 41, GS 29, ICS 40 dan ICS 100 (Tabel 2).

Menurut ICGD, klon kakao dapat dibedakan menjadi lima kelompok berdasarkan ketahanannya terhadap serangan jamur *phytophthora* yaitu: *resisten*, *moderate resisten*, *intermediate*, *moderate susceptabel*, dan *susceptible*. Dengan menggunakan pengelompokan menurut ICGD ini, maka klon kakao yang ditemukan kemudian diketahui memiliki ketahanan yang beragam. Pada lokasi I ditemukan ada II klon yang memiliki sifat resisten yaitu: SPA 9 dan SCA 6. Klon lainnya yaitu SPA 11, SC 6, GS 36, UF 667 memiliki sifat yang kurang tahan terhadap penyakit. Pada lokasi II ditemukan lima klon yang tahan terhadap penyakit yaitu SPA 9, SPA 10, SPA 17 dan ICS 40 dan ICS 100. Klon lainnya yaitu SPA 11, GS 29 dan ICS 40 kurang tahan terhadap penyakit (Tabel 3). Sedikitnya klon tahan penyakit yang ditemukan pada perkebunan lokasi I mengakibatkan upaya pemeliharaan produksi berkelanjutan menjadi lebih kompleks.

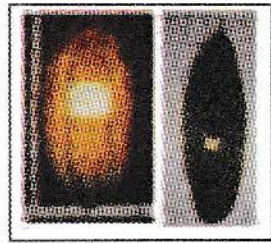

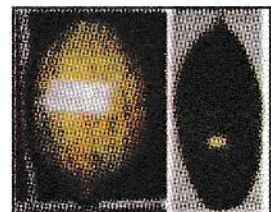
Tabel 1.
Data Visual Daun, Bunga Dan Buah Kakao Lokasi 1 Yang Digunakan Sebagai Data
Pada Sistem ICGD Untuk Mengidentifikasi Klon.

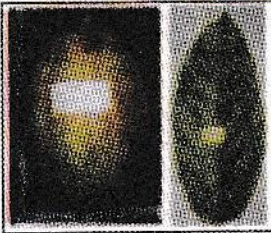
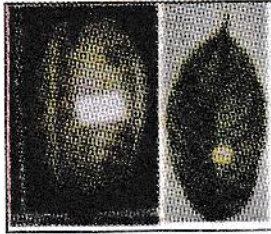





No	Data Visual Tanaman Kakao	Nama Klon menurut ICGD dan data entry
1		Name: SPA 9 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT shape 'elliptical' FRUIT: SELECT basal constriction 'slight' LEAF: SELECT shape 'elliptic'
2		Name: SC 6 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'red' FRUIT: SELECT apex form 'attenuate' LEAF: SELECT shape 'obovate' FRUIT: SELECT basal constriction 'slight' FRUIT: SELECT shape 'elliptical' FRUIT: SELECT rugosity 'slight' FRUIT: SELECT furrow depth 'superficial'
3		Name: SPA 9 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' LEAF: SELECT shape 'elliptic' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT basal constriction 'slight' FRUIT: SELECT shape 'elliptical'
4		Name: GS 36 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'slight anthocyanin' FRUIT: SELECT shape 'obovate' FRUIT: SELECT apex form 'mammillate' FLOWER: SELECT bud colour 'slight anthocyanin'
5		Name: SPA 9 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' LEAF: SELECT shape 'elliptic' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT shape 'elliptical'
6		Name: SPA 9 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' LEAF: SELECT shape 'elliptic' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT basal constriction 'slight' FRUIT: SELECT shape 'elliptical'
7		Name: GS 36 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'slight anthocyanin' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT shape 'obovate' FLOWER: SELECT bud colour 'slight anthocyanin'

8		<p>Name: SPA 11 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' LEAF: SELECT shape 'elliptic' FRUIT: SELECT apex form 'indented'</p>
9		<p>Name: UF 667 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'slight anthocyanin' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT basal constriction 'very slight' FRUIT: SELECT rugosity 'very slight' FLOWER: SELECT bud colour 'slight anthocyanin'</p>
10		<p>Name: SCA 6 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'yellow' FRUIT: SELECT shape 'oblong' FLOWER: SELECT bud colour 'white'</p>

Tabel 2.

Data Visual Daun, Bunga Dan Buah Kakao Lokasi II yang Digunakan Sebagai Data Pada Sistem ICGD Untuk Mengidentifikasi Klon.

No	Data Visual Tanaman Kakao	Nama Klon menurut ICGD dan data entry
1		<p>Nama: SPA 11 Data entry: Fruit colour: Yellow Apex form: obtuse Fruit shape: elliptical Basal constriction: slight Rugosity: moderate Leaf shape: Elliptic</p>
2		<p>Nama: SC 41 Data entry: LEAF: SELECT shape 'obovate' FRUIT: SELECT colour 'red' FRUIT: SELECT apex form 'attenuate' FRUIT: SELECT basal constriction 'strong'</p>
3		<p>Nama: SP 10 Data entry: FRUIT: SELECT colour 'green' FRUIT: SELECT apex form 'acute' FRUIT: SELECT basal constriction 'moderate' LEAF: SELECT shape 'elliptic'</p>

4		<p>Nama: SPA 17 atau UF 667</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'yellow'</p> <p>FRUIT: SELECT basal constriction 'moderate'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'obtuse'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'very slight'</p>
5		<p>Nama ICS 40 atau SCA 6</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'green'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'attenuate'</p> <p>FRUIT: SELECT basal constriction 'moderate'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'moderate'</p> <p>FRUIT: SELECT furrow depth 'intermediate'</p>
6		<p>Nama: GS 29</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'high anthocyanin'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'acute'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'intense'</p> <p>FRUIT: SELECT basal constriction 'moderate'</p>
7		<p>Nama: SPA 11</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'yellow'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'indented'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'intense'</p> <p>LEAF: SELECT shape 'elliptic'</p>
8		<p>Nama: SPA 11</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'green'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'indented'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'moderate'</p> <p>LEAF: SELECT shape 'elliptic'</p> <p>FRUIT: SELECT furrow depth 'intermediate'</p>
9		<p>Nama: ICS 100</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'yellow'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'mammillate'</p> <p>FRUIT: SELECT basal constriction 'slight'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'moderate'</p> <p>FRUIT: SELECT furrow depth 'intermediate'</p>
10		<p>Nama: SPA 9</p> <p>Data entry:</p> <p>FRUIT: SELECT colour 'yellow'</p> <p>FRUIT: SELECT apex form 'acute'</p> <p>FRUIT: SELECT basal constriction 'absent'</p> <p>FRUIT: SELECT rugosity 'slight'</p> <p>LEAF: SELECT shape 'elliptic'</p>

Tabel 3.
Klon Kakao Yang Ditemukan Pada Lokasi 1 Dan 2 Serta Tingkat Ketahanannya Terhadap Penyakit Yang Disebabkan Oleh Pythophtora.

No	Klon	Lokasi Penelitian		Tingkat ketahanan terhadap penyakit (ICGD)
		Agroforest 680 dpl	Monokultur 236 dpl	
1	SPA 9	4	1	Resisten
2	SPA 10	-	1	Resisten
3	SPA 11	1	3	Moderat resisten
4	SPA 17	-	1	Resisten
5	SC 6	1	-	Moderat resisten
6	SC 41	-	1	-
7	GS 36	2	-	Moderat resisten
8	GS 29	-	1	Moderat resisten
9	UF 667	1	-	Intermediate
10	SCA 6	1	-	Resisten
11	ICS 40	-	1	Resisten
12	ICS 100	-	1	Resisten

PEMBAHASAN

Krisis kakao, seperti yang terjadi di Indonesia (Clough et al. 2009), dapat menyebabkan berkurangnya sumber pendapatan bagi masyarakat yang jumlahnya sangat banyak. Krisis ini menghadapkan pekebun pada pilihan, membiarkan perkebunan menjadi lahan terlantar atau mengganti dengan tanaman perkebunan baru. Ribuan hektar lahan terlantar ditemukan di Amerika Latin, Afrika dan sangat mungkin juga di Indonesia akibat sulitnya mengatasi penyakit. Pilihan sulit yang dihadapi pekebun kemudian sedikit mendapat jalan keluar setelah ICGD mengidentifikasi dan mengelompokkan klon kakao berdasarkan ketahanannya terhadap penyakit. Secara teori, penggunaan klon tahan penyakit akan mengurangi banyak pekerjaan untuk memelihara keberlanjutan produksi. Namun demikian, upaya mengganti perkebunan dengan klon baru masih memerlukan kajian pendahuluan, terutama apakah klon sebelumnya termasuk katagori tahan penyakit atau rentan terhadap penyakit. Jika tanaman yang diganti termasuk tanaman tahan penyakit, maka penggantian tanaman saja hanyalah mengulangi masalah yang sama. Pada situasi ini, penggantian klon tanaman menjadi metode yang tidak tepat

untuk mengatasi masalah produksi kakao. Fakta yang ditemukan dilapangan, jika hasil identifikasi yang dilaporkan ini sudah benar, mengisyaratkan bahwa peremajaan dengan klon tahan penyakit memang perlu dilakukan. Hal ini didasarkan pada hasil identifikasi yang menunjukkan bahwa hanya sebagian dari klon yang ditemukan termasuk klon resisten terhadap penyakit.

Pada periode awal pembukaan perkebunan, ketersediaan nutrient masih cukup tinggi dan terutama penyakit belum banyak berkembang. Akan tetapi, pada periode selanjutnya ketika ketersediaan nutrient sudah semakin sulit dan populasi penyakit sudah tinggi, perkebunan yang membudidayakan tanaman rentan penyakit memiliki konsekuensi yang jauh lebih besar dibanding tanaman yang tahan penyakit. Tanaman yang rentan terhadap penyakit sangat sensitive dan berproduksi optimal hanya pada lingkungan yang sangat ideal. Keadaan ini sesuai dengan laporan oleh Clough (2009) yang menyebutkan bahwa pada awalnya perkebunan kakao menghasilkan panen yang sangat tinggi (boom), tetapi pada periode yang tidak terlalu lama kemudian mengalami penurunan produksi (burst). Namun demikian, penggunaan klon tahan penyakit bukanlah tanpa masalah. Ketersediaan nutrient perlu dijaga disamping factor lingkungan

lainnya. Oleh karena itu, studi lanjutan masih perlu terus dilakukan terutama untuk mengetahui klon kakao yang lebih toleran terhadap perubahan cuaca dan klon kakao yang kurang toleran.

KESIMPULAN

Pada lokasi penelitian, klon kakao yang dibudidayakan hanya sebagian (50%) termasuk katagori resisten terhadap penyakit. Oleh karena itu, peremajaan tanaman dengan klon resisten dipandang sangat perlu. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa klon yang tidak resisten memerlukan lingkungan yang sangat ideal dan sulit ditemukan kembali, kecuali jika lingkungan ideal tersebut terpelihara secara berkelanjutan.

SARAN

Untuk memelihara keberlanjutan produksi biji kakao, perlu dilakukan peremajaan dengan bibit tahan penyakit. Namun demikian, upaya pemeliharaan lingkungan abiotik yang sesuai bagi tanaman kakao juga terus dilakukan, misalnya pemakaian tanaman pelindung yang mampu mengurangi abiotik stress, serangan penyakit dan laju pemiskinan unsure hara.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida AF and Valle RR. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol.* 19(4):425-448.
- Amedie FA. 2013. Impacts of climate change on plant growth, ecosystem services, biodiversity, and potential adaptation measure. Master thesis in atmospheric science, Dept. of Biological and Environmental Sciences, University of Gothenburg.
- Ananda KS. 2006. Cocoa cultivation practices. Central plantation crops research institute, Kerala, India.
- Atkinson NJ and Urwin PE 2012. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J. Exp. Bot.* 63(10):3523-3544.
- Bos MM, Steffan-Dewenter I, Tschardt T. 2007. Shade tree management affects fruit abortion, insect pests and pathogens of cacao. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 120: 201-205.
- Clough Y, Faust H, Tschardt T 2009. Cacao boom and bust: sustainability of agroforests and opportunities for biodiversity conservation. *Conservation letters* 2: 197-205.
- De Swart EAM, Groenwold R, Kanne HJ, Stam P, Marcelis LFM and Voorrips RE. 2004. Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages and accessions of *Capsicum annuum* L. *Journal of horticultural science & Biotechnology* 79(5):764-770.
- Dias MC 2012. Phytotoxicity: An overview of the physiological responses of plants exposed to fungicides. *Journal of Botany* 1-4. Hindawi publishing corporation.
- Efombagn MIB, Sounigo O, Nyasse S, Manzanares-Dauleux M, Eskes AB. 2009. Phenotypic variation of cacao (*Theobroma cacao* L.) on farms and in the gene bank in Cameroon. *Journal of plant breeding and crop science* 1(6):258-264.
- Enyiukwu DN, Awurum AN, Ononuju CC, Nwaneri JA 2014. Significance of characterization of secondary metabolites from extracts of higher plants in plant disease management. *IJAAR* 2, 8-28.
- Gianessi L and Reigner N 2006. The importance of fungicides in U.S. crop production. *CroLife Foundation*, Washington, DC, USA.
- Henry RJ and Nevo E 2014. Exploring natural selection to guide breeding for agriculture. *Plant Biotechnology Journal* 12: 655-662.
- Johansson H and Persson L. 2012. Intercropping strategies and challenges in cacao production-A field study in Juanjui, Peru. *Swedish University of Agricultural Science*.
- Lima EM, Pereira NE, Pires JL, Barbosa AMM, Correa RX. 2013. Genetic molecular diversity, production and resistance to

- witches broom in cacao clones. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 13:127-135.
- Malhado ACM, Whittaker RJ, Malhi Y, Ladle RJ, H. Steege HT, Butt N, Arag LEOC, Quesada CA, Murakami-Araujo A, Phillips OL, Peacock J, Gonz'alez GL, Baker TR, Anderson LO, Arroyo L, Almeida S, Higuchi N, Killeen TJ, Monteagudo A, Neill DA, Pitman NCA, Prieto A, Salom RP, V'asquez-M R, Laurance WF, and Ram'ýrez H. 2009. Spatial distribution and functional significance of leaf lamina shape in Amazonian forest trees. *Biogeosciences* 6:1577-1590.
- Medeiros FHV, Pomella AWV, de Souza JT, Niella GR, Valle R, Bateman, RP, Fravel D, Vinyard B, Hebbar PK 2010. A Novel, integrated method for management of witches' broom disease in cacao in Bahia, Brazil. *Crop Protection*: 704-711.
- Motamayor JC, Mockaitis K, Schmutz J, Haiminen N, Livingstone III D, Cornejo O, Findley SD, Zheng P, Utró F, Royaert S, Saski C, Jenkins J, Podicheti R, Zhao M, Scheffler BE, Stack JC, Feltus FA, Mustiga GM, Amores F, Phillips W, Marelli JP, May GD, Shapiro H, Ma J, Bustamante CD, Schnell RJ, Main D, Gilbert D, Parida L and Kuhn DN. 2013. The genome sequence of the most widely cultivated cacao type and its use to identify candidate genes regulating pod color. *Genome Biology* 14:r53 (<http://genomebiology.com/2013/14/6/r53>)
- Norgrove L and Hauser S 2013. Carbon stocks in shaded *Theobroma cacao* farms and adjacent secondary forests of similar age in Cameron. *Tropical Ecology* 54(1):15-22.
- Ogunlade MO and Agbeniyi SO 2011. Impact of pesticides use on heavy metals pollution in cocoa soils of Cross-River State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* 6(16):3725-3728.
- Opoku IY, Assuah MK and Aneani F 2007. Management of black pod disease of cocoa with reduced number of fungicide application and crop sanitation. *African Journal of Agricultural Research* 2(11): 601-604.
- Osei-Bonsu K, Opoku-Ameyaw K, Amoah FM, Oppong FK. 2002. Cacao-coconut intercropping in Ghana: agronomic and economic perspectives. *Agroforestry system* 55:1-8. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Phillip-Mora W, Castillo J, Krauss U, Rodríguez E, and Wilkinson MJ. 2005. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones against seven Colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. *Plant pathology* 54: 483-490.
- Taiz L and Zieger E 2002. *Plant physiology*. Sinauer Publishing
- Zuidema A, Leffelaar PA, Gerritsma W, Mommer L, Anten NPR. 2005. A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): model presentation, validation and application.