

Terakreditasi LIPI
Nomor 437/AU2/P2MI-LIPI/08/2012

ISSN 0215-0212

Pelita PERKEBUNAN

JURNAL PENELITIAN KOPI DAN KAKAO
COFFEE AND COCOA RESEARCH JOURNAL

Volume 30 Nomor 1

April 2014



PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA
Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute

Pelita Perkebunan	Vol. 30	No. 1	Hal. 1 - 80	Jember April 2014	ISSN 0215-0212
-------------------	---------	-------	-------------	----------------------	-------------------

JURNAL PENELITIAN KOPI DAN KAKAO

Pelita PERKEBUNAN

Sejak berdiri pada tahun 1911 Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang pada waktu itu bernama *Besoekisch Proefstation* telah mempublikasikan hasil penelitiannya melalui jurnal "Mededeelingen van het Besoekisch Proefstation". Antara tahun 1948-1981 lembaga penelitian ini menjadi bagian Balai Penelitian Perkebunan Bogor dan hasil penelitiannya dipublikasikan melalui jurnal *De Bergcultures* yang kemudian berganti nama menjadi "Menara Perkebunan".

Jurnal Pelita Perkebunan diterbitkan pertama kali pada bulan April 1985. Penerbitan jurnal Pelita Perkebunan dilakukan seiring dengan meningkatnya hasil penelitian sebagai akibat perubahan status dari Sub Balai menjadi Balai Penelitian Perkebunan yang bertaraf nasional sejak tahun 1981.

Pelita Perkebunan merupakan jurnal yang melaporkan hasil penelitian Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan lembaga-lembaga lain yang tidak hanya terbatas pada komoditas kopi dan kakao saja, tetapi juga komoditas lain yang relevan dengan kopi dan kakao. Komoditas lain tersebut meliputi tanaman penaung, tanaman untuk tumpang sari, serta tanaman pematah angin.

Since its establishment in 1911, Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCR), formerly Besoekisch Proefstation, had published its research findings through a journal called Mededeelingen van het Besoekisch Proefstation. Between 1948-1981 the research institute was under the supervision of Bogor Research Institute for Estate Crops, and published its research findings through De Bergcultures which was later changed to Menara Perkebunan.

Since the institute held the national mandate for coffee and cocoa commodities, and due to the rapid increase in the research findings, ICCRI published its first issue of Pelita Perkebunan journal in April 1985.

Pelita Perkebunan is a journal which publishes the research findings not only for coffee and cocoa commodities but also other commodities relevant with coffee and cocoa i.e. shade trees, intercrops, and wind-breakers.

Penerbit (*Publisher*)

PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA
Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute

Penanggung Jawab/Direktur (*Patron/Director*)

- Teguh Wahyudi

Dewan Redaksi <i>Editorial Board</i>	Keahlian <i>Expertise</i>
• John Bako Baon (Ketua/ <i>Chairman</i>)	Ilmu Tanah <i>Soil Science</i>
• A. Adi Prawoto	Ilmu Tanaman <i>Crop Science</i>
• Soekadar Wiryadiputra	Perlindungan Tanaman <i>Crop Protection</i>
• Agung Wahyu Susilo	Pemuliaan Tanaman <i>Crop Breeding</i>
• Misnawi	Teknologi Pascapanen <i>Postharvest Technology</i>

Redaksi Pelaksana (*Editorial Secretary*)

- Waris
- Sujivo

Alamat Redaksi (*Editorial Address*):

Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia
Tel. (0331) 757130, 757132
Fax. (0331) 757131
e-mail: pelita@iccri.net

Surat Tanda Terdaftar:

SK Menteri Penerangan Republik Indonesia
No. 1234/SK/DITJEN PPG/STT/1988

Terakreditasi LIPI

No. 437/AU2/P2MI-LIPI/08/2012,
tanggal 7 Agustus 2012

- Jurnal diterbitkan secara berkala 3 nomor setahun yaitu pada bulan April, Agustus dan Desember (*Published three times per year i.e. in April, August and December*).
- Tirai penerbitan 500 eksemplar setiap nomor, dapat juga diturun muat di www.iccri.net (*Each issue is printed 500 copies, free download available at www.iccri.net*).
- Dicetak oleh "Megah Offset", Arjasa, Jember (*Printed by "Megah Offset", Arjasa, Jember*).

PELITA PERKEBUNAN
Vol. 30 No. 1 April 2014

DAFTAR ISI
Content

	Halaman <i>Page</i>
● Evaluasi ketahanan beberapa klon kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> [<i>Evaluation the resistance of cocoa clones (Theobroma cacao L.) to Phytophthora palmivora</i>]. Agung Wahyu Susilo dan Indah Anita-Sari	1
● Pengaruh <i>Polyethylene glycol 6000</i> dan lama penyimpanan terhadap mutu benih kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) [<i>Effect of polyethylene glycol 6000 and storage period on seed quality of cocoa (Theobroma cacao L.)</i>]. Astiti Rahayu, Triani Hardiyati, dan Ponendi Hidayat	15
● Pengaruh pakan tepung sari terhadap parasitasi dan pemangsaan <i>Cephalonomia stephanoderis</i> pada <i>Hypothenemus hampei</i> (<i>Effect of pollen feed on parasitization and predatism of Cephalonomia stephanoderis on Hypothenemus hampei</i>). Dwi Suci Rahayu dan Endang Sulistyowati ...	25
● Keefektifan serai, bawang putih dan bunga paitan sebagai insektisida nabati terhadap penghisap buah kakao, <i>Helopeltis antonii</i> (<i>The effectiveness of lemongrass, garlic, and tree marigold as botanical insecticides in controlling of cocoa mirid, Helopeltis antonii</i>). Endang Sulistyowati, Muhammad Ghorir, Suryo Wardani, dan Setyo Purwoko	35
● Isolasi mikroba dari ekstrak buah nenas dan aplikasinya terhadap penyakit busuk buah, <i>Phytophthora palmivora</i> (<i>Microbial isolation derived from pineapple extract and its application on cocoa pod rot disease, Phytophthora palmivora</i>). Sylvia Sjam, Ade Rosmana, M. Danial Rahim, Vien Sartika Dewi, dan Untung Surapati	47
● Penurunan cemaran mikroorganisme pada proses pengukusan biji kakao menggunakan kolom pengukus (<i>Reduction of microbe contamination through steaming process to cocoa beans using steaming chamber</i>). Hendy Firmanto	55
● Thermal behavior, microstructure, and texture properties of fermented-roasted rambutan seed fat and cocoa butter mixtures (<i>Perilaku suhu, struktur mikro, dan sifat tekstur campuran lemak biji rambutan terfermentasi-tersangrai dan lemak kakao</i>). Noor Ariefandie Febrianto, Utthapon Issara, Tajul Aris Yang, and Wan Nadiah Wan Abdullah	65
● Mitra Bestari Undangan Pelita Perkebunan Volume 30, Nomor 1, 2014 (<i>Invited reviewers of Pelita Perkebunan Volume 30, Number 1, 2014</i>)	80

Evaluasi Ketahanan Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao L.*) Terhadap *Phytophthora palmivora*

*Evaluation the Resistance of Cocoa Clones (*Theobroma cacao L.*) to *Phytophthora palmivora**

Agung Wahyu Susilo¹⁾ dan Indah Anita-Sari¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB Sudirman 90, Jember, Indonesia

²⁾Alamat penulis (*corresponding author*): soesiloiccri@yahoo.com

Naskah diterima (*received*) 16 November 2013, disetujui (*accepted*) 04 Maret 2014

Abstrak

Percepatan seleksi klon kakao tahan penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*) dilakukan melalui inokulasi *P. palmivora* secara buatan untuk mengetahui potensi ketahanan secara dini. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi ketahanan beberapa klon kakao hasil seleksi terhadap *P. palmivora* melalui inokulasi buatan untuk mendapatkan klon tahan penyakit busuk buah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Isolat diambil dari buah busuk akibat *P. palmivora* di Kebun Jatirono, Banyuwangi kemudian diinokulasikan pada buah contoh klon-klon yang diuji, masing-masing sebanyak tiga buah per klon. Percobaan dilaksanakan dalam dua tahap pengujian untuk mengetahui stabilitas ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap *P. palmivora*. Jumlah klon yang diuji pada pengujian tahap I dan tahap II tidak sama. Pada pengujian tahap I diuji sebanyak 31 klon sedangkan pada pengujian tahap II diuji sebanyak 37 klon, dan hanya 27 klon yang sama diuji pada kedua tahap pengujian tersebut. Peubah pengamatan adalah luas bercak diukur mulai hari kesatu hingga hari ketujuh setelah inokulasi. Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan nyata luas bercak antarklon mulai pengamatan hari kesatu hingga hari ketujuh setelah inokulasi sebagai cerminan adanya keragaman sifat ketahanan penyakit busuk buah. Respons ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap *P. palmivora* diklasifikasikan ke dalam lima kelompok. Berdasarkan pengelompokan tersebut terdapat tiga klon yang konsisten menunjukkan rerata luas bercak lebih rendah dibandingkan klon tahan (Sca 6) sehingga diduga bersifat tahan penyakit busuk buah. Klon-klon tersebut adalah Jano/IV/4/13 (persilangan TSH 858 x ICS 13), Jano next to I/7, dan Kate/I/10/18 (persilangan Sulawesi 01 x TSH 858) yang selanjutnya akan dimanfaatkan dalam seleksi tahap lanjut.

Kata kunci: klon kakao, ketahanan, inokulasi buah, *Phytophthora palmivora*

Abstract

*Acceleration on clonal selection of cocoa resistance to pod rot (*Phytophthora palmivora*) was carried out by early evaluation of the resistance using laboratory test. This research has objective to select the promising clone resistance to *P. palmivora* for field evaluation. Trials were carried out at the Laboratory of Plant Pathology at the Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute using in-vitro inoculation. Isolate of *P. palmivora* were collected from the infected pods at Jatirono Estate, Banyuwangi then inoculated to three mature pods of each tested clones. Trials were carried out in two steps to confirm the stability of performance of the resistance.*

A total of 41 clones were tested in these trials. However due to the availability of pod sample was limited then at 1st trial 31 clones were tested and at 2nd trial 37 clones were tested, both of the test using 27 same clones. The assessed variables were lesion size on pod surface due to Phytophthora infection at 1st to 7th day after inoculation. The lesion sizes were significantly different among tested clones that performing any variability of the resistance. The variability were grouped into five groups as the resistant classification by which three clones were identified, namely Jano/IV/4/13 (TSH 858 x ICS 13), Jano next to I/7 and Kate/I/10/18 (Sulawesi 01 x TSH 858) consistently performing lowest size of the lesion compared to Sca 6 that could be selected as the resistant clones for field evaluation.

Key words: cocoa clones, resistance, pod inoculation, Phytophthora palmivora

PENDAHULUAN

Permasalahan penyakit busuk buah kakao masih menjadi perhatian serius dalam budidaya kakao di Indonesia maupun di daerah-daerah penghasil kakao lainnya di dunia meskipun spesies jamur penyebab busuk buah tersebut tidak sama. Kehilangan hasil akibat penyakit busuk buah kakao secara global sangat besar, berkisar antara 20–30% (Guest, 2007), misalnya di Papua Nugini dilaporkan mencapai sebesar 15–40% (Saul-Maora *et al.*, 2003). Tingkat kehilangan hasil akibat penyakit busuk buah kakao tersebut dipengaruhi oleh kondisi tingkat kelembaban lingkungan tumbuh tanaman. Pada daerah-daerah dengan tipe iklim basah, intensitas serangan penyakit busuk buah lebih tinggi dengan kehilangan hasil bisa mencapai >60% (PTPN XII, komunikasi pribadi). Susilo *et al.* (2002) melaporkan bahwa sifat kerentanan kakao terhadap *P. palmivora* memiliki daya waris arti luas tergolong sedang sehingga ekspresi ketahanan kakao terhadap penyakit busuk buah juga ditentukan oleh kondisi lingkungan tumbuh. Menurut Guest (2007) jamur *Phytophthora* tidak hanya menyebabkan penyakit busuk buah saja tetapi juga menyebabkan penyakit kanker batang yang mematikan tanaman hingga 10% (Guest,

2007). Kondisi ini terjadi apabila tidak dilakukan sanitasi terhadap buah-buah busuk akibat *P. palmivora* sehingga infeksi jamur tersebut menjalar masuk batang tanaman. Hingga saat ini pemanfaatan bahan tanam tahan masih dianggap sebagai metode pengendalian penyakit busuk buah yang efektif dan ramah lingkungan.

Sasaran program pemuliaan kakao di Indonesia adalah mendapatkan bahan tanam unggul, baik klon maupun hibrida yang bersifat tahan penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora* dan juga hama/penyakit penting lainnya. Perakitan bahan tanam kakao tahan penyakit busuk buah sudah dilakukan sejak awal tahun 1980-an. Materi genetik sumber gen ketahanan penyakit busuk buah tersebut adalah klon-klon hasil introduksi, seperti Sca 6 dan Sca 12 (Winarno & Sukamto, 1986; Iswanto & Winarno, 1992). Klon-klon tersebut dimanfaatkan sebagai tetua jantan dalam persilangan sehingga telah direkomendasikan beberapa hibrida anjuran tahan penyakit busuk buah, seperti DR 1 x Sca 6/Sca 12, DR 2 x Sca 6/Sca 12, ICS 60 x Sca 6/Sca 12, TSH 858 x Sca 6. Selanjutnya perakitan bahan tanam kakao tahan penyakit busuk buah diarahkan untuk mendapatkan klon unggul tahan penyakit busuk buah.

Melalui seleksi pada populasi hibrida persilangan DR 2 x Sca 6 dan populasi ICS 60 x Sca 12 diperoleh beberapa klon harapan tahan penyakit busuk buah (Suhendi *et al.*, 2005) yang di antaranya telah dilepas sebagai klon anjuran, yaitu ICCRI 03 (DR 2 x Sca 6) dan ICCRI 04 (ICS 60 x Sca 12).

Dengan semakin kompleksnya permasalahan hama dan penyakit kakao di Indonesia, selanjutnya perakitan bahan tanam kakao diarahkan untuk mendapatkan klon unggul yang memiliki sifat ketahanan poligenik terhadap penyakit busuk buah dan juga penyakit VSD (*vascular-streak dieback*). Dalam hal ini Sca 6 dapat dijadikan sebagai acuan klon yang memiliki sifat ketahanan poligenik terhadap penyakit busuk buah (Napitupulu *et al.*, 1991; Monteiro *et al.*, 2011) dan juga penyakit VSD (Susilo *et al.*, 2009). Untuk tujuan tersebut dilakukan persilangan antarklon unggul terpilih berdasarkan sifat kompatibilitas penyerbukan, daya hasil, dan ketahanan penyakit VSD (Susilo & Anita-Sari, 2011). Materi genetik hasil persilangan tersebut juga dimanfaatkan untuk seleksi genotipe unggul tahan penyakit busuk buah. Proses rekombinasi genetik melalui persilangan antarklon unggul terpilih tersebut berpeluang membentuk genotipe tahan penyakit busuk buah. Adanya peluang ini telah dimanfaatkan untuk mendapatkan genotipe kakao tahan penyakit busuk buah (*P. megakarya*) melalui seleksi pada populasi kakao kerabat liar di French Guiana (Paulin *et al.*, 2008). Keberhasilan mendapatkan klon kakao tahan penyakit busuk buah (*P. palmivora*) hasil seleksi pada pertanaman hibrida di lapangan (*on-farm selection*) di Indonesia juga telah dilaporkan (McMahon *et al.*, 2010). Selanjutnya seleksi dapat dilakukan secara paralel untuk mendapatkan genotipe tahan penyakit VSD dan sekaligus mendapatkan genotipe tahan penyakit busuk buah.

Dalam upaya mendapatkan klon kakao tahan penyakit VSD dan penyakit busuk buah maka dilakukan seleksi pada populasi F_1 hasil persilangan antarklon unggul terpilih sebagaimana tersebut di atas. Seleksi dilakukan pada populasi hibrida yang tertanam di beberapa lokasi percobaan uji multilokasi di Jawa Timur. Seleksi tahap awal dilakukan berdasarkan penilaian potensi daya hasil, ketahanan penyakit VSD dan penyakit busuk buah, serta vigor tumbuh tanaman di lapangan sehingga terseleksi beberapa genotipe unggul untuk dikembangkan sebagai klon harapan. Seleksi tahap lanjut dilakukan terhadap klon-klon hasil pengembangan genotipe terseleksi yang diujilapangkannya di Kebun Jatirono (PTPN XII), Banyuwangi. Proses evaluasi ketahanan penyakit busuk buah di lapangan perlu dilakukan selama beberapa periode masa tanaman berbuah untuk mengetahui stabilitas ketahanan tanaman terhadap *P. palmivora* sehingga memerlukan waktu yang relatif lama. Oleh karena itu secara paralel juga perlu dilakukan deteksi ketahanan *P. palmivora* secara dini melalui inokulasi buatan di laboratorium untuk mempercepat proses seleksi. Selanjutnya proses evaluasi ketahanan di lapangan akan terarah pada klon-klon yang menunjukkan potensi ketahanan yang baik terhadap *P. palmivora*. Deteksi dini sifat ketahanan *P. palmivora* dapat dilakukan melalui inokulasi secara buatan pada daun (Nyassé *et al.*, 1995; Djocgoue *et al.*, 2007) atau buah (Nyassé *et al.*, 2007), keduanya terbukti memberikan hasil yang sama (Rubiyo *et al.*, 2008). Tulisan ini melaporkan hasil evaluasi ketahanan beberapa klon harapan kakao hasil seleksi pada populasi hibrida tersebut terhadap *P. palmivora* melalui inokulasi buatan guna mendapatkan informasi potensi ketahanan klon-klon tersebut terhadap penyakit busuk buah.

BAHAN DAN METODE

Materi Genetik

Materi percobaan adalah klon-klon kakao hasil seleksi pada populasi hibrida hasil persilangan antarklon terpilih sebagaimana dilaporkan Susilo & Anita-Sari (2011). Klon-klon materi percobaan tersebut

ditanam di Kebun Jatirono (PTPN XII), Banyuwangi. Total terdapat 41 klon yang diuji ketahanannya terhadap *P. palmivora* berasal dari 17 genotipe berbeda (Tabel 1). Di antara klon yang diuji tersebut terdapat TSH 858 dan Sulawesi 01 sebagai tetua persilangan, serta Sca 6 sebagai kontrol klon tahan. Guna mengetahui stabilitas ketahanan

Tabel 1. Daftar genotipe kakao materi percobaan uji ketahanan *P. palmivora*

Table 1. List of cocoa genotypes for the evaluation of resistance to *P. palmivora*

No.	Klon/genotipe (Clones/genotypes)	Keterangan (Notes)
1.	TSH 858	Klon rekomendasi (<i>recommended clone</i>)
2.	Sulawesi 01	Klon rekomendasi (<i>recommended clone</i>)
3.	Sca 6	Klon tahan (<i>resistant clone</i>)
4.	JANO/I/4/15 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
5.	JANO/I/7/14 (KEE 2 x NIC 7)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
6.	JANO/I/8/4 (KEE 2 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
7.	JANO/I/8/14 (KEE 2 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
8.	JANO/I/8/20 (KEE 2 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
9.	JANO/I/10/3 (Sul-01 x TSH 858)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
10.	JANO/III/5/3 (KEE 2 x TSH 858)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
11.	JANO/III/10/22 (Sul-01 x TSH 858)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
12.	JANO/IV/1/9 (TSH 858 x KEE 2)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
13.	JANO/IV/4/13 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
14.	JANO/IV/4/20 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
15.	JANO/IV/6/20 (KEE 2 x Sul-01)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
16.	JANO/IV/9/20 (Sul-01 x KEE 2)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
17.	JANO/IV/14/3 (KW 165 x KEE 2)	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
18.	JANO next to I/7	Seleksi di Jatirono (<i>selected in Jatirono</i>)
19.	KATE/I/10/18 (Sul-01 x TSH 858)	Seleksi di Kalitelepak (<i>selected in Kalitelepak</i>)
20.	KATE/II/1/16 (TSH 858 x KEE 2)	Seleksi di Kalitelepak (<i>selected in Kalitelepak</i>)
21.	KATE/III/11/11 (Sul-01 x NIC 7)	Seleksi di Kalitelepak (<i>selected in Kalitelepak</i>)
22.	SA/I/2/2 (TSH 858 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
23.	SA/I/3/5 (TSH 858 x NIC 7)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
24.	SA/I/4/4 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
25.	SA/I/6/4 (KEE 2 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
26.	SA/I/14/20 (KW 165 x KEE 2)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
27.	SA/II/1/3 (TSH 858 x KEE 2)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
28.	SA/II/2/9 (TSH 858 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
29.	SA/II/2/20 (TSH 858 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
30.	SA/II/2/24 (TSH 858 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
31.	SA/II/4/13 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
32.	SA/III/1/22 (TSH 858 x KEE 2)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
33.	SA/III/4/11 (TSH 858 x ICS 13)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
34.	SA/II/7/3 (KEE 2 x NIC 7)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
35.	SA/III/11/23 (Sul-01 x NIC 7)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
36.	SA/IV/6/9 (KEE 2 x Sul-01)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
37.	SA/IV/7/28 (KEE 2 x NIC 7)	Seleksi di Sumber Asin (<i>selected in Sumber Asin</i>)
38.	Kembu/III/6M/21 (PBC 123 x BR 25)	Seleksi di Kendenglembu (<i>selected in Kendenglembu</i>)
39.	Kembu/HKW1/8 (TSH 858 x KEE 2)	Seleksi di Kendenglembu (<i>selected in Kendenglembu</i>)
40.	KWN/IV/9/1 (Sul-01 x KEE 2)	Seleksi di Kaliwining (<i>selected in Kaliwining</i>)
41.	KWN/II/14/10 (KW 165 x KEE 2)	Seleksi di Kaliwining (<i>selected in Kaliwining</i>)

klon-klon kakao terhadap infeksi *P. palmivora* maka dilakukan dua kali pengujian. Meskipun demikian akibat terbatasnya ketersediaan contoh buah di lapangan maka jumlah klon yang diuji pada setiap tahap pengujian tersebut tidak sama. Jumlah klon yang diuji pada pengujian tahap I sebanyak 31 klon, sedangkan pada pengujian tahap II sebanyak 37 klon, dan hanya ada 27 klon yang dapat diikutkan pada setiap tahap pengujian tersebut.

Rancangan Percobaan

Percobaan dirancang dalam susunan acak lengkap dengan tiga ulangan. Unit percobaan adalah contoh buah yang diambil dari tanaman percobaan di lapangan dengan kriteria telah berkembang penuh, sekitar umur empat bulan. Contoh buah kemudian dibawa ke Laboratorium Penyakit Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia untuk tahap inokulasi dengan *P. palmivora*. Guna mengetahui stabilitas ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap inokulasi *P. palmivora* maka pengujian di laboratorium diulang sebanyak dua kali.

Pengujian ketahanan kakao terhadap *P. palmivora* dilakukan mengikuti prosedur yang diterapkan di Laboratorium Penyakit Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Sumber inokulum berasal dari buah busuk akibat infeksi *P. palmivora* yang diambil dari Kebun Jatirono Banyuwangi, tempat lokasi pengujian lapangan klon-klon materi percobaan. Contoh buah kakao yang akan diinokulasi dengan *P. palmivora* terlebih dahulu dicuci dengan air bersih dan disterilisasi menggunakan larutan kloroks 10% kemudian diletakkan pada kotak inkubasi di atas alas busa yang telah dibasahi dengan air steril untuk meningkatkan kelembaban udara di dalam kotak inkubasi (tingkat kelembaban $\pm 90\%$). Inokulum

diambil dari buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* kemudian bagian kulitnya (*mesocarp*) dipotong-potong menjadi bagian kecil (ukuran $\pm 0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm}$). Setelah itu potongan-potongan kulit buah yang mengandung inokulum *P. palmivora* diletakkan di atas permukaan contoh buah lalu ditutup dengan kapas yang dibasahi air steril. Setelah proses inokulasi tersebut, kotak inkubasi ditutup dengan kaca tembus pandang untuk menjaga kelembaban udara dan suhu.

Pengamatan

Peubah pengamatan yang diukur adalah luas bercak akibat infeksi *P. palmivora* mulai hari kesatu hingga hari ketujuh setelah inokulasi. Pengamatan luas bercak dilakukan hingga hari ketujuh, sebab pada hari ketujuh luas bercak sudah menutupi hampir seluruh permukaan kulit buah klon yang rentan. Data luas bercak (mm^2) dihitung berdasarkan konversi data diameter bercak (mm) per buah. Berdasarkan data luas bercak hari kesatu hingga hari ketujuh maka dapat dihitung kecepatan perkembangan luas bercak (mm^2/hari). Guna mengetahui tingkat ketahanan *P. palmivora* maka dibuat tingkat perbandingan rerata luas bercak (mm^2) dan kecepatan perluasan bercak (mm^2/hari) antara klon-klon kakao materi percobaan terhadap kontrol klon tahan, Sca 6.

Data pengamatan terlebih dahulu ditransformasi dengan $\sqrt{Y + 0,5}$ untuk memenuhi asumsi kenormalan data sebelum dilakukan analisis ragam. Selanjutnya dilakukan analisis *fastclus* untuk pengelompokan kelas ketahanan klon-klon materi percobaan dengan program *statistical analysis system* (SAS) berdasarkan komponen utama peubah luas bercak hari kesatu hingga hari ketujuh dan kecepatan perkembangan luas bercak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam data luas bercak hari kesatu hingga hari ketujuh (Tabel 2) menunjukkan adanya pengaruh nyata jenis klon terhadap luas bercak akibat inokulasi *P. palmivora*. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan respons ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap *P. palmivora*. Ragam luas bercak antarklon semakin besar dengan semakin lama waktu pengamatan. Dengan demikian penilaian respons ketahanan klon-klon materi percobaan akan semakin efektif dengan semakin lama waktu pengamatan. Dalam hal ini tampak pada Gambar 1 yang menunjukkan perbedaan yang semakin jelas rerata luas bercak antarklon pada hasil pengamatan hari ketujuh setelah inokulasi. Efombagn *et al.* (2011) mendapatkan hasil pada pengujian ketahanan kakao terhadap *Phytophthora megakarya* melalui uji daun (*leaf disc test*) bahwa pengamatan luas bercak hari kelima, keenam, dan ketujuh setelah inokulasi yang memberikan perbedaan nyata antargenotipe kakao. Meskipun demikian pengelompokan klon-klon materi percobaan selanjutnya tetap berdasarkan peubah luas bercak mulai hari kesatu hingga hari ketujuh sebab perbedaan antarklon sudah terlihat sejak hari kesatu setelah inokulasi. Adanya perbedaan luas bercak tersebut menunjukkan adanya

perbedaan sifat ketahanan busuk buah yang dimiliki oleh klon-klon materi percobaan. Sebelumnya dilaporkan adanya korelasi positif antara hasil pengujian ketahanan *P. palmivora* di laboratorium dengan pengujian di lapangan (Tahi *et al.*, 2000) sehingga klon-klon yang menunjukkan tingkat ketahanan yang baik terhadap inokulasi *P. palmivora* berpotensi tahan terhadap penyakit busuk buah di lapangan.

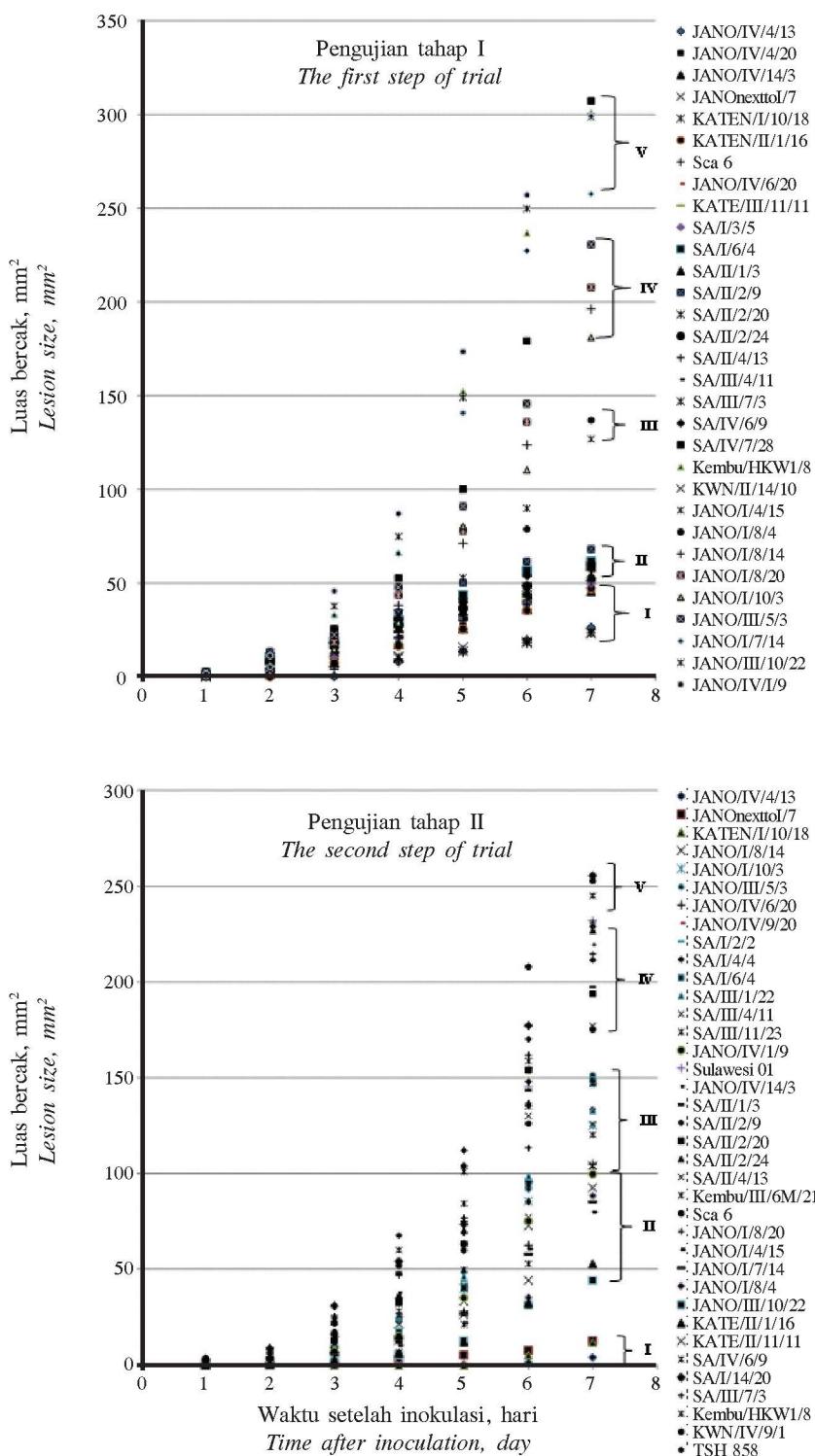
Klon-klon materi percobaan di-kelompokkan ke dalam lima grup untuk menduga tingkat ketahanannya terhadap *P. palmivora*. Pengelompokan ke dalam lima grup ini berdasarkan dugaan bahwa ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap inokulasi *P. palmivora* bervariasi antara tahan (kelompok I), agak tahan (kelompok II), agak rentan (kelompok III), rentan (kelompok IV), hingga sangat rentan (kelompok V) sebagaimana yang pernah dilakukan dalam pengelompokan ketahanan kakao terhadap hama penggerek buah kakao (Susilo *et al.*, 2009). Pengelompokan ketahanan penyakit busuk buah yang dilaporkan Phillips-Mora *et al. cit.* Phillips *et al.* (2011) bahkan menambahkan kategori sangat tahan (*highly resistant*). Hasil pengelompokan pada pengujian tahap I dan tahap II (Tabel 4 dan 5) diperoleh hasil yang relatif sama sebab beberapa klon materi percobaan tetap masuk dalam kelompok yang

Tabel 2. Jumlah kuadrat pengaruh klon terhadap luas bercak pada buah kakao yang di inokulasi dengan *P. palmivora*

Table 2. Sum square of clone's effect to lesion size on cocoa pod which were infected by *P. palmivora*

Sumber keragaman <i>Sources of variation</i>	Derajad bebat <i>Degree of freedom</i>	Tahap pengujian <i>Step of testing</i>	Jumlah kuadrat <i>Sum of square</i>						
			Hari ke-1 1 st day	Hari ke-2 2 nd day	Hari ke-3 3 rd day	Hari ke-4 4 th day	Hari ke-5 5 th day	Hari ke-6 6 th day	Hari ke-7 7 th day
Klon (Clone)	32	I	7.42 *	78.61 *	191.16 *	312.73 *	601.53 *	1056.69 *	1428.26 *
		II	16.58 *	40.28 *	194.85 *	397.41 *	641.86 *	1169.72 *	1550.70 *
Sisa (Error)	66	I	3.39	27.75	80.03	103.33	136.83	146.83	166.59
		II	14.74	42.09	169.08	325.99	538.18	1015.49	1411.05
Total	98	I	10.81	106.37	271.19	416.06	738.36	1203.53	1594.85
		II	31.32	82.37	363.94	723.41	1180.05	2185.22	2961.75

Keterangan (Note): *) hasil uji Fisher menunjukkan ada pengaruh nyata pada aras 1% (*Fisher test indicate significant effect at 1% of level test*)



Gambar 1. Perkembangan luas bercak hari ke-1 hingga hari ke-7 setelah inokulasi *P. palmivora* pada pengujian tahap I dan tahap II

Figure 1. Development of lesion size at the 1st day to 7th day after inoculation of *P. palmivora* on 1st and 2nd step of trial

sama meskipun ada perbedaan rentang nilai luas bercak antara pengujian tahap I dan tahap II. Perbedaan rentang nilai minimum dan maksimum data luas bercak hari ketujuh setelah inokulasi pada pengujian tahap II (62,3 kali) lebih besar dibandingkan hasil pengujian tahap I (13,2 kali). Hal ini menyebabkan adanya perbedaan hasil pengelompokan antara pengujian tahap I dan tahap II pada sebagian klon-klon materi percobaan yang menunjukkan adanya ketidakstabilan respons genotipe terhadap waktu pengujian (lingkungan). Fenomena ini juga ditunjukkan oleh Sca 6 sebagai kontrol tahan yang pada pengujian tahap I masuk dalam kelompok I, sedangkan pada pengujian tahap II masuk dalam kelompok III. Respons ketahanan klon-klon kakao terhadap inokulasi *Phytophthora* sp. dilaporkan ada yang stabil dan ada yang tidak stabil (Pinto *et al.*, 2007). Disebutkan bahwa klon-klon yang responsnya stabil diduga memiliki ketahanan horizontal terhadap *Phytophthora* sp.

Pengelompokan tersebut sebagai cerminan potensi ketahanan klon-klon materi percobaan terhadap *P. palmivora* sebagai dasar pertimbangan dalam seleksi tahap lanjut. Berdasarkan pengelompokan tersebut (Tabel 4 dan 5) diketahui ada beberapa klon yang menunjukkan potensi tahan terhadap *P. palmivora* sebab termasuk dalam satu kelompok dengan Sca 6 bahkan pada pengujian tahap II beberapa klon menunjukkan rerata luas bercak yang lebih rendah dibandingkan Sca 6 (Tabel 3). Di antara klon-klon tersebut yang konsisten menunjukkan rerata luas bercak rendah adalah Jano/IV/4/13 (TSH 858 x ICS 13), Jano next to I/7, dan Kate/I/10/18 (Sulawesi 01 x TSH 858) yang pada pengujian tahap I maupun pengujian tahap II masuk dalam kelompok I. Di antara klon-klon tersebut merupakan genotipe hasil persilangan yang

melibatkan TSH 858 sebagai induknya walaupun hasil pengujian diketahui bahwa TSH 858 memiliki tingkat ketahanan yang rendah terhadap *P. palmivora*. Sebelumnya dilaporkan bahwa ketahanan TSH 858 terhadap *P. palmivora* termasuk kategori moderat (Napitupulu *et al.*, 1991; Rubiyo *et al.*, 2008) bahkan termasuk kategori tahan (Wirianata, 2004). Perbedaan hasil ini diduga akibat adanya perubahan patogenisitas *P. palmivora*. Di samping ketiga klon tersebut, pada pengujian tahap II juga diketahui ada beberapa klon lainnya yang menunjukkan potensi tahan *P. palmivora* sebab masuk dalam satu kelompok dengan Sca 6 (kelompok III) dan bahkan ada yang rerata luas bercaknya lebih rendah dibandingkan Sca 6 (kelompok II) (Tabel 5). Sebagian klon-klon tersebut juga merupakan hasil persilangan yang melibatkan TSH 858 sebagai induknya. Hasil ini membuktikan bahwa proses rekombinasi genetik berpeluang membentuk genotipe baru yang memiliki sifat berbeda dengan sifat induknya.

Ketahanan kakao terhadap *P. palmivora* dilaporkan melibatkan mekanisme struktural dan kimiawi (Wirianata, 2004). Secara struktural dilaporkan bahwa kedalaman alur kulit buah dan panjang pori mulut kulit buah berperan dalam ketahanan sebelum penetrasi sedangkan pascapenetrasi ketahanan kakao terhadap *P. palmivora* diatur oleh mekanisme kimiawi yang melibatkan senyawa lignin dan tanin. Lignifikasi pada sel-sel epidermis dan sub epidermis diduga kuat berperan dalam ketahanan pascapenetrasi *P. palmivora* pada buah kakao. Klon-klon tahan yang dikendalikan secara kimiawi akan menunjukkan kecepatan perluasan bercak yang rendah sebab mampu menghambat perkembangan infeksi *P. palmivora* dalam jaringan kulit buah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh klon kakao yang diuji

buahnya terinfeksi oleh *P. palmivora*, termasuk Sca 6 sehingga diduga bahwa ketahanannya tidak melibatkan mekanisme struktural yang mampu menghalangi penetrasi *P. palmivora* ke dalam buah. Adanya lignifikasi pada sel-sel epidermis dan subepidermis diduga juga berperan dalam ketahanan kakao terhadap penyakit VSD sebab Sca 6, selain tahan penyakit busuk buah juga tahan penyakit VSD.

Proses seleksi klon tahan busuk buah selanjutnya dapat lebih terarah pada klon-klon yang memiliki potensi ketahanan terhadap *P. palmivora* melalui hasil pengujian tersebut. Berdasarkan hasil pengelompokan maka seleksi tahap lanjut dapat terarah pada klon-klon yang termasuk dalam kelompok I dan kelompok II, baik hasil pengujian tahap I maupun hasil pengujian tahap II. Evaluasi tahap lanjut akan ditekankan pada tingkat ketahanan lapangan terhadap infeksi *P. palmivora* secara alami guna mendapatkan ketahanan aktual merujuk potensi ketahanan yang terungkap melalui hasil pengujian laboratorium tersebut. Dengan demikian proses seleksi akan lebih efisien sebab evaluasi di lapangan tidak perlu melibatkan seluruh materi percobaan, terutama klon-klon yang terbukti rentan. Nyadanu *et al.* (2012) melaporkan bahwa daya waris luas bercak akibat inokulasi *Phytophthora* sp. pada buah melalui pengujian di laboratorium lebih tinggi dibandingkan hasil pengujian di lapangan sehingga hasil pengujian laboratorium mencerminkan respons ketahanan tanaman terhadap penyakit busuk buah. Efombagn *et al.* (2011) juga melaporkan adanya korelasi positif antara hasil pengujian ketahanan kakao terhadap *P. megakarya* di laboratorium (inokulasi pada buah dan daun) dengan hasil pengujian di lapangan.

Klon-klon yang berpotensi tahan penyakit busuk buah tersebut selanjutnya yang akan dimanfaatkan dalam seleksi

tahap lanjut untuk mengetahui potensi keunggulan sifat-sifat lainnya, seperti ketahanan terhadap penyakit VSD, daya hasil, dan mutu biji. Sasaran program pemuliaan kakao masa depan harus diarahkan pada penemuan genotipe-genotipe unggul yang memiliki ketahanan poligenik terhadap beberapa jenis hama dan penyakit guna memenuhi tuntutan kebutuhan petani yang saat ini menghadapi permasalahan serangan beberapa jenis hama dan penyakit. Efektivitas pengendalian penyakit busuk buah menggunakan metode kultur teknis dan fungisida dilaporkan masih rendah padahal frekuensi kejadian serangan penyakit busuk buah masih menempati peringkat pertama di beberapa negara produsen kakao dunia (Adu-Ampomah *et al.*, 2006). Marfu *et al.* (2006) melaporkan keberhasilannya mendapatkan beberapa klon kakao yang memiliki ketahanan terhadap penyakit busuk buah dan VSD hasil seleksi pada populasi persilangan Trinitario dan Amazon di Papua Nugini. Dalam jangka panjang, keberhasilan penyediaan bahan tanam kakao unggul yang memiliki ketahanan poligenik terhadap beberapa jenis penyakit akan menjadi tolok ukur keberhasilan pengelolaan penyakit sehingga menentukan keberlanjutan produksi kakao. Adanya permasalahan serangan penyakit pada kakao selama ini terbukti hanya dapat dikendalikan secara efektif menggunakan bahan tanam tahan. Kasus serangan penyakit VSD di Indonesia dapat teratasi setelah petani merehabilitasi tanaman-tanaman kakao yang rentan menggunakan klon tahan, seperti klon Sulawesi 01 dan klon Sulawesi 02. Oleh sebab itu program pemuliaan ketahanan kakao harus dilakukan secara berkesinambungan agar selalu tersedia teknologi bahan tanam yang mampu memenuhi tuntutan perkembangan permasalahan di lapangan.

Tabel 3. Rerata luas bercak dan kecepatan perluasan bercak hari kesatu hingga hari ketujuh setelah inokulasi *P. palmivora* pada klon-klon materi percobaan

Table 3. Mean of lesion size and lesion enlargement on 1st to 7th day after inoculation of *P. palmivora* on the tested cocoa clones

No.	Klon <i>Clones</i>	Rerata luas bercak, mm ² <i>Mean of lesion size, mm²</i>		Rerata kecepatan perluasan bercak, mm ² /hari <i>Mean of lesion enlargement, mm²/day</i>	
		Uji tahap I <i>1st testing</i>		Uji tahap II <i>2nd testing</i>	
1.	Sca 6	3.83 (100 %)	59.11 (100 %)	9.72 (100 %)	29.19 (100 %)
2.	JANO/I/4/15	21.09 (550 %)	25.71 (43.50 %)	45.33 (466.34 %)	13.27 (45.48 %)
3.	JANO/I/7/14	42.91 (1120 %)	27.43 (46.40 %)	104.12 (1071.18 %)	14.13 (48.41 %)
4.	JANO/I/8/4	22.79 (595 %)	19.80 (33.49 %)	39.99 (411.40 %)	14.72 (50.43 %)
5.	JANO/I/8/14	32.66 (852.67 %)	34.19 (57.85 %)	64.36 (662.16 %)	17.19 (58.90 %)
6.	JANO/L/8/20	34.58 (902.94 %)	69.14 (116.97 %)	69.38 (713.74 %)	35.21 (120.65 %)
7.	JANO/L/10/3	30.15 (787.25 %)	39.31 (66.50 %)	59.61 (613.23 %)	20.78 (71.21 %)
8.	JANO/III/5/3	38.36 (1001.71 %)	46.77 (79.13 %)	77.42 (796.47 %)	25.09 (85.98 %)
9.	JANO/III/10/22	49.60 (1295.15 %)	13.85 (23.43 %)	117.17 (1205.42 %)	7.37 (25.25 %)
10.	JANO/IV/1/9	49.61 (1295.40 %)	33.40 (56.50 %)	125 (1285.99 %)	16.59 (56.86 %)
11.	JANO/IV/4/13	4.38 (114.32 %)	0.90 (1.53 %)	9.63 (99.07 %)	0.69 (2.37 %)
12.	JANO/IV/4/20	8.42 (219.76 %)	30.44 (51.51 %)	20.71 (213.06 %)	17.48 (59.89 %)
13.	JANO/IV/6/20	9.42 (245.95 %)	46.70 (79.01 %)	26.02 (267.67 %)	24.37 (83.49 %)
14.	JANO/IV/14/3	7.49 (195.78 %)	71.29 (120.60 %)	19.52 (200.77 %)	36.33 (124.49 %)
15.	JANOnexttol/7	3.84 (100.20 %)	4.40 (7.45 %)	11.04 (113.60 %)	2.13 (7.32 %)
16.	KATE/I/10/18	3.91 (100.2 %)	2.46 (4.16 %)	10.79 (111.01 %)	1.99 (6.81 %)
17.	KATE/II/1/16	7.85 (204.96 %)	15.33 (25.93 %)	18.84 (193.83 %)	8.78 (30.07 %)
18.	KATE/III/11/11	9.47 (247.23 %)	26.59 (44.99 %)	23.71 (243.93 %)	15.32 (52.48 %)
19.	SA/I/6/4	10.13 (264.43 %)	43.80 (74.10 %)	31.58 (324.88 %)	24.81 (85 %)
20.	SA/II/1/3	8.83 (230.51 %)	70.14 (118.66 %)	26.75 (275.19 %)	32.66 (111.92 %)
21.	SA/II/2/9	10.85 (283.41 %)	68.36 (115.65 %)	36.56 (376.16 %)	35.24 (120.74 %)
22.	SA/II/2/20	9.67 (252.42 %)	65.33 (110.52 %)	29.39 (302.40 %)	32.31 (110.72 %)
24.	SA/II/2/24	9.75 (254.54 %)	70.53 (119.33 %)	28.24 (290.53 %)	37.49 (128.45 %)
25.	SA/II/4/13	8.44 (220.26 %)	55.80 (94.39 %)	23.28 (239.58 %)	29.44 (100.86 %)
26.	SA/III/4/11	8.68 (226.60 %)	39.95 (67.58 %)	23.21 (238.82 %)	20.84 (71.41 %)
27.	SA/III/7/3	8.86 (231.30 %)	78.97 (133.60 %)	27.73 (285.31 %)	37.96 (130.09 %)
28.	SA/IV/6/9	9.45 (246.74 %)	26.42 (44.70 %)	30.36 (312.40 %)	17.29 (59.25 %)
29.	Kembu/HKW1/8	50.14 (1309.19 %)	76.86 (130.03 %)	113.66 (1169.36 %)	40.73 (139.56 %)
30.	KWN/II/14/10	9.76 (255.06 %)		26.81 (275.84 %)	
31.	SA/I/3/5	8.28 (216.35 %)		22.13 (227.67 %)	
32.	SA/IV/7/28	51.02 (1332.10 %)		95.43 (981.85 %)	
33.	KWN/IV/9/1		92.22 (156.02 %)		41.57 (142.44 %)
34.	TSH 858		87.60 (148.20 %)		37.56 (128.68 %)
35.	Sulawesi 01		70.88 (119.92 %)		38.46 (131.78 %)
36.	SA/I/2/2		45.10 (76.30 %)		24.22 (82.99 %)
37.	SA/I/4/4		37.19 (62.92 %)		22.22 (76.14 %)
38.	SA/I/14/20		86.22 (145.87 %)		41.98 (143.85 %)
39.	SA/III/1/22		45.35 (76.71 %)		22.12 (75.79 %)
40.	SA/III/11/23		44.03 (74.50 %)		20.03 (68.64 %)
41.	Kembu/III/6M/21		67.85 (114.79 %)		24.19 (82.88 %)

Tabel 4. Hasil pengelompokan klon-klon kakao materi percobaan berdasarkan luas bercak hingga hari ke-7 setelah inokulasi *P. palmivora* dan kecepatan perluasan bercak pada pengujian tahap I

Table 4. Clustering the tested cocoa clones based on the variable of lesion size up to 7th day after inoculation of *P. palmivora* and speed of lesion enlargement at the first step of trial

Kelompok Groups	Rerata luas bercak hari ke-7, mm ² Mean of lesion size at 7 th day after inoculation ^{a)}	Kecepatan perluasan bercak per hari, mm ² /hari Velocity of lesion enlargement, mm ² /day ^{a)}	Genotipe Genotypes
I	34.2 (23.2–50.5)	5.7 (3.8–8.4)	Jano/IV/4/13, Jano/IV/4/20, Jano/IV/14/3, Jano/next to I/7, Kate/I/10/18, Kate/II/1/16, Sca 6.
II	57.6 (49.7–68.0)	9.5 (8.3–10.9)	Jano/IV/6/20, Kate/III/11/11, SA/I/3/5, SA/I/6/4, SA/II/1/3, SA/II/2/9, SA/II/2/20, SA/II/2/24, SA/II/4/13, SA/III/4/11, SA/III/7/3, SA/IV/6/9, Kwn/II/14/10.
III	131.7 (126.7–136.8)	21.9 (21.1–22.8)	Jano/I/4/15, Jano/I/8/4.
IV	203.9 (181.0–230.5)	33.9 (30.2–38.4)	Jano/I/8/14, Jano/I/8/20, Jano/I/10/3, Jano/III/5/3.
V	292.7 (257.6–307.1)	48.7 (42.9–51.0)	Jano/I/7/14, Jano/III/10/22, Jano/IV/1/9, SA/IV/7/28, Kembu/HKW1/8.

Keterangan (Note): ^{a)}angka dalam kurung adalah rentang nilai (^{a)}the number in the bracket is the range value)

Tabel 5. Hasil pengelompokan klon-klon kakao materi percobaan berdasarkan luas bercak hingga hari ketujuh setelah inokulasi *P. palmivora* dan laju perluasan bercak pada pengujian tahap II

Table 5. Clustering the tested cocoa clones based on the variable of lesion size up to 7th day after inoculation of *P. palmivora* and rate of lesion enlargement at the second step of trial

Kelompok Groups	Rerata luas bercak hari ke-7, mm ² Mean of lesion size at 7 th day after inoculation ^{a)}	Kecepatan perluasan bercak per hari, mm ² /hari Velocity of lesion enlargement, mm ² /day ^{a)}	Genotipe Genotypes
I	9.6 (4.1–12.8)	1.6 (0.69–2.14)	Jano/IV/4/13 ^{c)} , Jano next to I/7 ^c , Kate/I/10/18 ^c
II	78.1 (44.2–103.8)	12.98 (7.37–17.29)	Jano/I/4/15, Jano/I/7/14, Jano/I/8/4, Jano/III/10/22, Kate/II/1/16, Kate/III/11/11 ^c , Jano/IV/1/9
III	199.5 (147.2–232.0)	33.05 (24.19–38.46)	Sulawesi 01, Jano/IV/14/3, SA/II/1/3, SA/II/2/9, SA/II/2/20, SA/II/2/24, SA/II/4/13,
IV	128.2 (99.6–151.4)	21.31 (16.6–25.1)	Kembu/III/6M/21, Sca 6, Jano/I/8/20, SA/IV/6/9 Jano/I/8/14 ^c , Jano/I/10/3 ^c , Jano/III/5/3 ^c , Jano/IV/6/20, Jano/IV/9/20, SA/I/2/2, SA/I/4/4, SA/I/6/4, SA/III/1/22, SA/III/4/11, SA/III/11/23
V	242.7 (229.0–255.5)	39.9 (37.56–41.98)	SA/I/14/20, SA/III/7/3, Kembu/HKW1/8 ^c , Kwn/IV/9/1, TSH 858

Keterangan (Note): ^{a)}angka dalam kurung adalah rentang nilai (^{a)}the number in the bracket is the range value)

KESIMPULAN

- Ada perbedaan nyata respons ketahanan *P. palmivora* antarklon materi percobaan berdasarkan luas bercak mulai hari kesatu hingga hari ketujuh dan kecepatan perluasan bercak yang membuktikan adanya potensi keragaman sifat ketahanan busuk buah pada klon-klon materi percobaan.
- Keragaman ketahanan *P. palmivora* klon-klon materi percobaan tersebut dapat dikelompokkan ke dalam lima kelas ketahanan. Berdasarkan hasil pengelompokan diketahui terdapat tiga klon, yaitu Jano/IV/4/13 (TSH 858 x ICS 13), Jano next to I/7, dan Kate/I/10/18 (Sulawesi 01 x TSH 858) yang stabil termasuk dalam kelompok I (tahan), baik pada pengujian tahap I dan

tahap II sehingga diduga memiliki tingkat ketahanan yang sama dengan Sca 6 sebab juga menunjukkan rerata luas bercak yang juga relatif sama dengan Sca 6 pada pengujian tahap I.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia atas ijin publikasi hasil penelitian ini, manajer Kebun Jatirono, PTPN XII atas fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan percobaan di lapangan, Supandi, SP. dan Sukarmin atas bantuan teknis selama pelaksanaan percobaan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia maupun di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu-Ampomah, Y.; E.G. Asante & S.Y. Opoku (2006). Farmers' knowledge, attitudes, and perceptions of innovation in cocoa production and implications for participatory improved germplasm development. p. 11–25. In: A.B. Eskes; Y. Efron; M.J. End & F. Bekele (Eds.). *Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding for Farmers Needs*, 15th–17th October 2006, San José, Costa Rica. INGENIC and CATIE.
- Djocgoue, P.F.; T. Boudjeko; H.D. Mbouobda; D.J. Nankeu; I. El Hadrami & N.D. Omokolo (2007). Heritability of phenols in the resistance of *Theobroma cacao* against *Phytophthora megakarya*, the causal agent of black pod disease. *Journal of Phytopathology*, 155, 519–525.
- Eformbagn, M.I.B.; D. Bieysse; S. Nyassé & A.B. Eskes (2011). Selection for resistance to *Phytophthora* pod rot of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Cameroon: Repeatability and reliability of screening tests and field observations. *Crop Protection*, 30, 105–110.
- Guest, D. (2007). Black pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology*, 97, 1650–1853.
- Iswanto, A. & H. Winarno (1992). Cocoa breeding at RIEC Jember and the role of planting material resistant to VSD and black pod. p. 163–169. In: P.J. Keane & C.A.J. Putter (Eds.). *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australasia*. Food and Agriculture Organization of The United Nation. Rome, Italy.
- Marfu, J.; Y. Efron & P. Epaina (2006). Selection of new cocoa varieties through multi-location on-farm testing in Papua New Guinea. p. 115–122. In: A.B. Eskes; Y. Efron; M.J. End & F. Bekele (Eds.). *Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding for Farmers' Needs*, 15th–17th October 2006, San José, Costa Rica. INGENIC and CATIE.
- McMahon, P.; A. Purwantara; A.W. Susilo; Sri-Sukamto; A. Wahab; Hussin bin Purung; M. Hidayat; D. Ismail; Taproni; S. Lambert; D. Guest & P. Keane (2010). On-farm selection for quality and resistance to pest/diseases of cocoa in Sulawesi: (ii) quality and performance of selections against *Phytophthora* pod rot and vascular-streak dieback. *International Journal of Pest Management*, 56, 351–361.
- Monteiro, W.R.; U.V. Lopes; J.L. Pires; E.D.M.N. Luz; S.D.V.M. Silva; D.S. Reis & D.C. Silva de Araujo (2011). On-farm and on-station selection of new cocoa varieties in the State of Bahia, Brazil. p. 8–30. In: A.B. Eskes (Ed). *Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement*. Final Report of the CFC/ICCO/Bioversity International Project on "Cocoa Productivity and Quality Improvement: a Participatory Approach" (2004–2010), Common Fund for Commodities, International Cocoa Organization and Bioversity International.

- Napitupulu, L.A.; A. Iswanto; H. Winarno & Soedarsono (1991). Penampilan beberapa bahan tanaman kakao seleksi Pusat Penelitian Perkebunan Medan dan Jember. *Konferensi Nasional Kakao III*, Medan 1991, 125–140.
- Nyadanu, D.; R. Akromah; B. Adomako; C. Kwoseh; S.T. Lowor; H. Dzahini-Obiatey; A.Y. Akrofi & M.K. Assuah (2012). Inheritance and general combining ability studies of detached pod, leaf disc and natural field resistance to *Phytophthora palmivora* and *Phytophthora megakarya* in cacao (*Theobroma cacao L.*). *Euphytica*, 188, 253–264.
- Nyassé, S.; C. Cilas; C. Herail & G. Blaha (1995). Leaf inoculation as an early screening test for cocoa (*Theobroma cacao L.*) resistance to Phytophthora black pod disease. *Crop Protection*, 14, 657–663.
- Nyassé, S.; M.I.B. Efombagna; B.I. Ke'be'; M. Tahi; D. Despreaux & C. Cilas (2007). Integrated management of Phytophthora diseases on cocoa (*Theobroma cacao L.*): Impact of plant breeding on pod rot incidence. *Crop Protection*, 26, 40–45.
- Paulin, D.; M. Ducamp & P. Lachenaud (2008). New sources of resistance to *Phytophthora megakarya* identified in wild cocoa tree populations of French Guiana. *Crop Protection*, 27, 1143–1147.
- Phillips, W.; C. Astorga; A. Mata; A. Sánchez; A. Arciniegas; M. Leandro; J. Castillo & A.B. Eskes (2011). Germplasm evaluation and breeding for moniliaisis and black pod resistance at CATIE in Costa Rica. p. 38–41. In: A.B. Eskes (Ed). *Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement*. Final Report of the CFC/ICCO/Bioversity International Project on “Cocoa Productivity and Quality Improvement: a Participatory Approach” (2004–2010), Common Fund for Commodities, International Cocoa Organization and Bioversity International.
- Pinto, L.; M. Roberto ; S. Dalva; V.M. Silva & M.M. Yamada (2007). Evaluation of phenotypic stability of resistance to *Phytophthora* spp. in cacao clones. *Fitopatologia Brasileira*, 32, 453–457.
- Rubiyo; A. Purwantara; D. Suhendi; Trikoesoemaningtyas; S. Ilyas & Sudarsono (2008). Uji ketahanan kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap penyakit busuk buah dan efektivitas metode inokulasi. *Pelita Perkebunan*, 24, 95–113.
- Saul-Maora, J.; Y. Namaliu; C. Cilas & G. Blaha (2003). Durability of field resistance to black pod disease of cacao in Papua New Guinea. *Plant Disease*, 87, 1423–1425.
- Suhendi, D.; S. Mawardi & H. Winarno (2005). Daya hasil dan daya adaptasi beberapa klon harapan kakao lindak. *Pelita Perkebunan*, 21, 1–11.
- Susilo, A.W. & I. Anita-Sari (2011). Respons ketahanan beberapa hibrida kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap serangan penyakit pembuluh kayu (*vascular-streak dieback*). *Pelita Perkebunan*, 27, 168–180.
- Susilo, A.W.; S. Mawardi & Sudarsianto (2009). Keragaman daya hasil klon kakao (*Theobroma cacao L.*), Sca 6 dan DRC 15, tahan penyakit pembuluh kayu. *Pelita Perkebunan*, 25, 76–85.
- Susilo, A.W.; W. Mangoendidjojo; Witjaksono; E. Sulistyowati & S. Mawardi (2009). Respons ketahanan beberapa klon kakao (*Theobroma cacao L.*) terhadap hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). *Pelita Perkebunan*, 25, 161–173.
- Tahi, M.; B.I. Ke'be'; A.B. Eskes; S. Ouattara; A. Sangare & F. Mondeil (2000). Rapid screening of cocoa genotypes for field resistance to *Phytophthora palmivora* using leaves, twigs and root. *European Journal of Plant Pathology*, 106, 87–94.

Winarno, H. & S. Sukamto (1986). Uji laboratorium ketahanan tongkol beberapa hibrida terhadap penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora*. *Pelita Perkebunan*, 2, 115–119.

Wirianata, H. (2004). *Mekanisme Ketahanan Kakao Terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora palmivora)*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 142 hal.
