

Potensi Bakteri Endofit Dalam Menekan Pertumbuhan *Phytophthora Palmivora* (Butler) Secara *In Vitro*

SUSAN CAMILA FOEH
I GEDE RAI MAYA TEMAJA *)
KHAMDAN KHALIMI

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80231 Bali

*)Email: raitemaja@unud.ac.id

ABSTRACT

Potential of Endophytic Bacteria in Suppressing The Growth of *Phytophthora palmivora* (Butler) *in Vitro*

The purpose of this study was to determine the potential of endophytic bacteria in controlling cocoa fruit rot caused by the fungus *Phytophthora palmivora*. The study was conducted *in vitro* and direct test on cocoa fruit. The results of the inhibitory test showed that 4 isolates of endophytic bacteria had the best inhibition for suppressing the growth of *Phytophthora palmivora*. The *in vitro* inhibitory test showed, the treatment of TN41 isolates was able to inhibit *Phytophthora palmivora* with the highest inhibition percentage of 92.52% when compared to the control at the observation of 5 days after inoculation. The direct test on cocoa fruit showed the treatment of TN41 isolate had the least area of spot that is 0.20 mm² at 7 days after inoculation. Further research needs to be conducted related to the stability of endophytic bacteria isolate TN41 as an antagonist agent against *Phytophthora palmivora*.

Keywords: Endophytic bacteria, antagonist agents, and *Phytophthora palmivora*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan di Indonesia yang memberikan kontribusi tinggi bagi devisa negara, sehingga penting bagi perekonomian nasional (Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, 2004). Salah satu penyakit penting tanaman kakao adalah busuk buah yang disebabkan oleh cendawan *P. palmivora*. Kerugian yang disebabkan oleh penyakit busuk buah di Indonesia berkisar antara 25% - 50% (Darent dan Guest, 2004). Pengendalian penyakit busuk buah kakao yang biasa dilakukan adalah dengan sanitasi, membenamkan buah kakao

dan bagian tanaman yang terinfeksi kedalam tanah, mengurangi kelembaban kebun, memperbaiki saluran air (Drenth dan Guest, 2004).

Salah satu teknik pengendalian berbasis ramah lingkungan yang dikembangkan saat ini yakni pemanfaatan mikroorganisme antagonis yaitu mikroba endofit. Mikroba endofit merupakan mikroorganisme (bakteri, jamur, atau aktinomisetes) yang hidup dan berkoloni di dalam jaringan inang tanpa menimbulkan efek negatif, bahkan memberi keuntungan terhadap inangnya dan lingkungan. Meskipun endofit lebih sering berasosiasi dengan inang yang spesifik, dan interaksi antara endofit dengan patogen cenderung kompleks dan spesifik juga (Arnold *et al.*, 2003), tidak tertutup kemungkinan endofit yang berasal dari inang lain atau bagian tanaman yang lain mampu mengkoloni inang atau bagian tanaman yang lain (Compants *et al.*, 2005).

Pemanfaatan bakteri endofit merupakan agens pengendalian hayati yang banyak dikembangkan saat ini untuk pengendalian berbagai penyakit tanaman. Bakteri endofit dilaporkan menghasilkan antibiotik dan enzim pendegradasi yang dapat menghambat perkembangan patogen secara *in vitro* (Hallmann,1997), meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dengan menginduksi reaksi ketahanan tanaman(Marwan,2012). Pemanfaatan bakteri endofit pada tanaman kakao merupakan salah satu agensia hayati untuk mengendalikan busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora*,salah satu solusi pengendalian yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui potensi bakteri endofit dalam mengendalikan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora* secara *in vitro*.

2 Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari 2019 sampai Mei 2019.Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biopestisida, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah labu *Erlenmeyer*, cawan Petri, tabung reaksi, gelas ukur, mikropipet, *cover glass*, *microscope slides*, *autoclave*, kertas amplop, sendok pengaduk, kompor, api bunsen, panci, timbangan digital, jarum Ose, pisau, gunting, *shaker*, *mixer*, mikroskop, *laminar flow cabinet*, penjepit, saringan, kain kasa, tisu, *aluminium foil*, kapas, masker,sarung tangan, penggaris, kamera, kertas stiker, dan spidol. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri endofit isolat TN41, DP6, DP8, dan isolat DP1, buah kakao yang terserang penyakit busuk buah dan buah kakao yang sehat, media Potato Dextrose Agar (PDA), media cair Potato Dextrose Broth (PDB), air steril, alkohol 70%.

2.3 Pelaksanaan penelitian

2.3.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *P. palmivora*

Isolasi dilakukan dengan cara memotong bagian buah yang setengah sakit dan setengah sehat. Kemudian potongan buah direndam dengan alkohol 70% selama 1 menit, dan dibilas menggunakan aquades steril 2 kali masing-masing 1 menit. Lalu dikeringkan atau ditiriskan pada tissue steril. Potongan-potongan tersebut dimasukkan dalam cawan Petri yang berisi media PDA. Setelah miselium tumbuh, diisolasi kembali untuk mendapatkan biakan murni *P. palmivora*. Koloni jamur yang diduga *P. palmivora* diamati perkembangan koloni, warna jamur, dan pengamatan dengan mikroskop Identifikasi dilakukan merujuk pada pustaka yang menunjukkan ciri-ciri *P. palmivora*.

2.3.2 Isolasi Bakteri Endofit

Bakteri endofit diambil bagian daun yang sehat. Daun sampel tanaman terlebih dahulu dibersihkan dengan cara dibilas, selanjutnya dipotong kecil-kecil, daun yang sudah dipotong kemudian direndam dalam larutan buffer fosfat, rendaman potongan daun dicampur kedalam PDA dan di goyang sampai media padat dan merata. Setelah padat jamur *P. palmivora*. yang telah dibiakkan pada cawan Petri diambil dengan *cork borer* diameter 5 mm, kemudian menggunakan jarum *ose* isolat jamur tersebut diletakkan dibagian tengah Petri. Setelah itu diamati apabila jamur *P. palmivora* tidak tumbuh maka bakteri endofit yang ada diambil dan dimurnikan ke petri baru yang berisi media biakan (PDA) yang sudah ditambahkan dengan antibiotik (nystatin 500mg). Biakan di inkubasi, setelah itu biakan hasil permunian digunakan untuk uji daya hambat terhadap patogen *P. palmivora* secara in vitro di laboratorium.

2.3.3 Pengujian Daya Hambat Bakteri Endofit Terhadap Pertumbuhan Jamur *P. palmivora* Secara In Vitro

Pengujian daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivor* secara in vitro menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan *P. palmivor* ditentukan dengan mengacu pada metode yang digunakan oleh Khalimi dan Wiry (2009). Persiapan media tumbuh dilakukan dengan menuangkan 10 ml media PDA yang masih encer pada cawan Petri. Setelah dituangkan media kemudian digoyang-goyangkan secara melingkar sampai rata di seluruh permukaan cawan Petri dan ditunggu sampai padat. Isolat bakteri endofit diinokulasi pada cawan petri yang telah berisi media PDA pada 4 sisi mengapit jamur *P. palmivora* masing-masing berjarak 2 cm dari Jamur *P. palmivor* yang berada ditengah-tengah cawan Petri. Untuk satu cawan Petri berisi satu isolat bakteri endofit dan jamur *P. palmivora*. Kemudian cawan Petri diinkubasi pada suhu ruang. Penentuan luas koloni jamur *P. palmivor* ditentukan dengan menggunakan kertas milimeter blok dan kertas kalkir.

Penentuan persentase daya hambat bakteri endofit ditentukan dengan rumus (Dolar, 2001) :

$$\text{Daya hambat (\%)} = \frac{\text{diameter koloni kontrol} - \text{diameter koloni perlakuan}}{\text{diameter koloni kontrol}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

2.3.4 Uji Daya Hambat Filtrat Bakteri Endofit Terhadap Koloni Jamur *P. palmivora* Secara In Vitro

Sebanyak 4 isolat bakteri endofit hasil uji *in vitro* yang memiliki kemampuan daya hambat tertinggi. Media *Potato dextrose broth* (PDB) 200 ml dibuat untuk masing-masing isolat bakteri endofit yang akan digunakan sebagai perlakuan. Setelah dingin, masing-masing media PDB ditambahkan 1 ml suspensi bakteri endofit sesuai dengan jenisnya. Selanjutnya kultur bakteri endofit tersebut dikocok menggunakan shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 14 hari. Selanjutnya, kultur disentrifugasi dengan kecepatan 4500 rpm selama 10 menit. Supernatan disaring menggunakan membran Millipore 0,45 μm . Kemudian filtrat kultur diuji daya hambatnya terhadap koloni jamur *P. palmivora* pada cawan Petri. Pengujian daya dilakukan dengan beberapa konsentrasi yaitu: 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari hingga jamur pada kontrol memenuhi cawan petri. Luas koloni jamur *P. palmivora* ditentukan dengan menggunakan kertas milimeter blok dan kertas kalkir.

2.3.5 Pengujian Biomassa Jamur *P. palmivora*

Uji biomassa koloni jamur *P. palmivora* ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada pengujian ini, terdapat 5 perlakuan KT (kontrol *P. palmivora*), TN41 (*P. palmivora* + isolat bakteri TN41), DP8 (*P. palmivora* + isolat bakteri DP8), D6 (*P. palmivora* + isolat bakteri D6), dan DP1 (*P. palmivora* + isolat bakteri DP1). Pengujian dilakukan dengan menggunakan media cair PDB. Sebanyak 200 ml media cair PDB dimasukkan ke dalam masing-masing gelas kaca, kemudian disterilkan dalam *autoclave*. Setelah steril, masing-masing media didinginkan dan dimasukkan bahan perlakuan yang akan diujikan. Pertama masukkan suspensi jamur *P. palmivora* sebanyak 1 ml pada masing-masing media. Lalu, masukkan 1 ml masing-masing isolat bakteri endofit yang sebelumnya telah dibiakkan pada media cair PDB selama 24 jam kecuali pada perlakuan kontrol. Perlakuan di-shaker selama 14 hari. Setelah di-shaker masing-masing biomassa jamur diambil dengan disaring menggunakan tisu. Tisu yang digunakan untuk menyaring koloni jamur sebelumnya ditimbang. Masukkan tisu beserta koloni jamur dalam kertas amplop dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 7 hari. Setelah 7 hari, timbang biomassa jamur. Kurangi berat akhir tisu dengan berat awal tisu untuk diketahui biomassa jamur pada tiap perlakuan.

2.3.6 Uji Aplikasi Bakteri Endofit Dalam Menekan Penyakit Busuk Buah Pada Buah Kakao Secara In Vivo

Uji ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan Kontrol, TN41, DP6, DP8, dan DP1 dilakukan pada potongan buah dengan 5 ulangan. Buah kakao sehat yang masih utuh disterilkan seperti isolasi jamur *P. palmivora*.

Kemudia ditiriskan pada tissue hingga kering, setelah itu buah dipotong menjadi 4 bagian dengan total 25 potongan buah yang akan dipakai. Potongan buah disterilkan dengan merendam dalam laruta antibiotik nystatin. Potongan buah ditusuk menggunakan jarum sebanyak 5 kelompok dengan masing-masing 5 tusukan. Potongan buah disemprot dengan formulasi bakteri endofit kemudian didiamkan selama 1 jam. Setelah itu ditempelkan miselia jamur *P. palmivora* yang diambil dari koloni jamur biakan menggunakan *cork borer* menggunakan jarum ose. Parameter pengamatan dalam percobaan ini adalah besarnya luas koloni *P. palmivora* dan bercak yang muncul. Luas bercak dapat dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Rubiyo *et al.* (2010) :

$$L = 3,14 \times ((p + l)/4)^2 \dots\dots\dots(2)$$

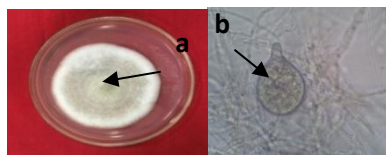
2.3.7 Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisa secara kuantitatif menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila antara perlakuan yang diujikan terdapat perbedaan pengaruh yang nyata terhadap variabel yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* taraf 5%.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *P. palmivora*

Berdasarkan hasil identifikasi menunjukkan bahwa jamur patogen tersebut merupakan jamur *P. palmivora*. Secara karakteristik morfologi koloni berwarna putih baik pada bagian atas maupun bagian bawah cawan petri, pola sebaran koloni melingkar konsentris dengan tepian tidak rata sehingga tampak seperti kelopak bunga. *P. palmivora* membutuhkan waktu 6-7 hari untuk dapat memenuhi cawan petri yang berdiameter 9 cm dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur jamur *P. palmivora* (a) koloni jamur hasil isolasi dari buah kakao yang menunjukkan gejala busuk buah (5 HSI). (b) sporangium jamur *P. palmivora* diamati melalui mikroskop pada Pembesaran 40x10

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa *P. palmivora* memiliki hifa yang tidak bersekat dan hialin. Sporangium berbentuk seperti buah pear, pada ujungnya terdapat papila. Hasil pengamatan ini sesuai dengan pendapat Semangun (2000), hifa *P. palmivora* hialin dan tidak bersekat. Sporangia berbentuk buah pir, dengan ukuran 30-60x20-53 μ m. Motulo (2007) yang telah mendeskripsikan ciri morfologi dari *P. palmivora* yaitu, sporangianya mempunyai papilla yang mencolok. Bentuk sporangia sangat beragam tergantung pada isolatnya, pada

umumnya berbentuk elipsoid sampai ke ovoid dan mempunyai papilla yang menonjol. Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi yang dilakukan pada jamur isolat patogen, dapat diambil kesimpulan bahwa jamur tersebut merupakan patogen *P. palmivora*.

3.2 Seleksi Bakteri Endofit

Hasil seleksi uji daya hambat isolat bakteri sebanyak 20 isolat bakteri endofit terhadap *P. palmivora*, didapatkan 4 isolat bakteri endofit yang memiliki potensi sebagai bakteri antagonis bagi pertumbuhan jamur patogen *P. palmivora*. Masing-masing isolat bakteri endofit tersebut diisolasi dari beberapa tanaman hias dan tanaman hutan. Bakteri endofit isolat TN41, DP8, DP6, dan isolat DP1 masing-masing diisolasi dari tanaman kepel (*Stelechocarpus burahol*), beluntas (*Pluhea indica*), belimbing (*Averrhoa carambola*), dan mangkokan (*Polyscias scutellaria*). Dimana masing-masing isolat tersebut memiliki kemampuan daya hambat yang berbeda-beda.

3.3 Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Luas Koloni Jamur *P. palmivora* secara *in vitro*

Hasil penelitian menunjukkan adanya bakteri endofit mampu menekan pertumbuhan luas koloni jamur *P. palmivora* secara efektif. Luas koloni jamur *P. palmivora* pada pengamatan 5 hari setelah inokulasi yang terkecil ditunjukkan perlakuan isolat TN41 sebesar 78,50 mm², perlakuan isolat DP6 sebesar 142,34 mm², perlakuan isolat DP8 sebesar 153,86 mm², dan perlakuan isolat DP1 sebesar 357,96 mm² dibandingkan perlakuan kontrol dapat dilihat pada Tabel 1.

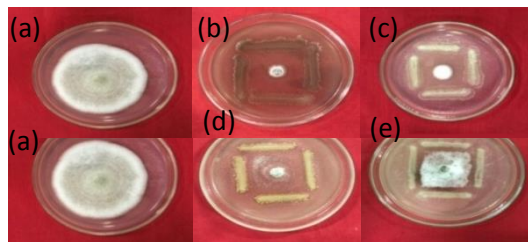
Tabel 1 Luas koloni jamur *P. palmivora* dan daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* 5 hari setelah inokulasi

Perlakuan	Luas koloni jamur	Dayahambat
	mm ²	%
Kontrol	1759,44a	0,00
TN41	78,50c	95,52
DP6	142,34 c	91,94
DP8	153,86 c	91,24
DP1	357,96 b	79,69
DP8	153,86 c	91,24
DP1	357,96 b	79,69

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Perlakuan isolat TN41 mampu menghambat *P. palmivora* dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 95,52% apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada pengamatan 5 hari setelah inokulasi. Adanya bakteri endofit tersebut mampu

menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* secara *in vitro* dapat dilihat pada Gambar 2. Koloni jamur *P. palmivora* tanpa perlakuan bakteri endofit (kontrol) tumbuh dengan baik karena kebutuhan nutrisi terpenuhi. Sementara itu, pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* yang diujikan bersebelahan dengan bakteri endofit terlihat pertumbuhannya terhambat. Penekanan bakteri endofit terhadap pertumbuhan *P. palmivora* ditandai dengan pertumbuhan jamur yang tidak normal dan adanya zona bening diantara bakteri endofit dan jamur. Zona bening diduga terjadi akibat produksi senyawa anti jamur yang dihasilkan oleh bakteri endofit. Mekanisme penghambatannya terhadap patogen adalah dengan menghasilkan antibiotik, toksin, kompetisi ruang dan nutrisi (Fernando *et al.*, 2005). Perlakuan bakteri endofit menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora* ditunjukkan dengan adanya zona bening (Gambar 2) semua perlakuan menunjukkan adanya zona bening namun isolat TN41 menunjukkan zona bening terbesar, cara lain agens biokontrol dalam menghambat patogen yaitu dengan lisis. Mekanisme lisis pada hifa patogen ditandai dengan berubahnya warna hifa patogen menjadi jernih dan kosong karena isi sel dimanfaatkan oleh agen biokontrol sebagai nutrisi serta kemampuan agens biokontrol menghasilkan enzim yang dapat melisiskan dinding sel patogen dan akhirnya menyebabkan kematian sel (Sunarwati dan Yoza, 2010).



Gambar 2. Hasil uji perlakuan bakteri endofit terhadap jamur *P. palmivora* pada pengamatan 5 hari setelah inokulasi. Keterangan: (a) Kontrol *P. palmivora*; (b) isolat TN41, (c) isolat DP6, (d) isolat DP8, (e) isolat DP1.

3.5 Pengujian Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Biomassa Jamur *P. palmivora*

Hasil pengujian pengaruh bakteri endofit terhadap biomassa jamur *P. palmivora* memperlihatkan penekanan pertumbuhan biomassa jamur yang efektif. Adanya perlakuan bakteri endofit dapat menekan pertumbuhan biomassa jamur. Biomassa jamur *P. palmivora* pada perlakuan bakteri endofit menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dapat dilihat pada Tabel 2. Biomassa jamur *P. palmivora* pada perlakuan isolat TN41, isolat DP6, isolat DP8, dan isolat DP1 sebesar 0 g. Sedangkan, biomassa jamur *P. palmivora* pada perlakuan kontrol sebesar 0,14 g. Seiring dengan terhambatnya perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium jamur *P. palmivora* yang diinokulasikan dengan bakteri endofit tentunya berdampak pada rendahnya biomassa jamur yang akan terbentuk. Pada uji biomassa ini, bakteri endofit mampu berkompetisi memperebutkan ruang dan nutrisi dengan baik. Masing-

masing mikroorganisme akan bersaing untuk memperebutkan ruang dan nutrisi dengan menghasilkan senyawa antibiotik, enzim, maupun toksin (Pal *et al.* 2012). Senyawa antibiotik, enzim, maupun toksin ini yang akan mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

Tabel 2. Uji bakteri endofit terhadap biomassa jamur *P. palmivora* pada pengamatan 14 hari setelah inokulasi

Perlakuan	Biomassa jamur <i>P. palmivora</i>
	g
Kontrol	0,14 b
TN41	0,0 a
DP6	0,0 a
DP8	0,0 a
DP1	0,0 a

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf sama pada masing-masing perlakuan pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Data dianalisis setelah ditransformasi ke transformasi akar ($\sqrt{(X + 0,5)}$)

3.4 Uji Daya Hambat Filtrat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Luas Koloni Jamur *P. palmivora* secara *in vitro*

Hasil uji filtrat beberapa bakteri endofit terhadap jamur *P. palmivora* secara *in vitro* menunjukkan bahwa, penggunaan filtrat bakteri endofit mampu menekan pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara efektif. Masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivora* pada pengamatan 7 HIS. Kemampuan daya hambat mengalami peningkatan pada setiap konsentrasi filtrat namun mengalami penurunan setiap harinya, hal ini diduga karena menurunnya daya racun dari senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri endofit sehingga filtrat bakteri mampu bersifat sebagai fungistatik, dimana mampu untuk menghambat pertumbuhan jamur namun tidak mengakibatkan kematian pada sel jamur patogen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Daya Hambat Filtrat bakteri endofit terhadap Jamur *Phytophthora palmivora*

Konsentrasi	Perlakuan			
	TN41	DP6	DP8	DP1
	%			
10%	86,68 a	84,04 a	88,86 a	55,54 a
20%	92,78 b	88,86 b	92,82 b	71,70 b
30%	95,04 c	95,07 c	94,54 c	98,74 c
40%	97,58 d	98,25 d	98,15 d	99,22 d
50%	99,18 e	99,80 e	99,79 e	99,54 e

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf sama pada masing-masing perlakuan pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%. Data dianalisis setelah ditranformasi ke arcsin ($\sin^{-1}\sqrt{(X/100)}$)

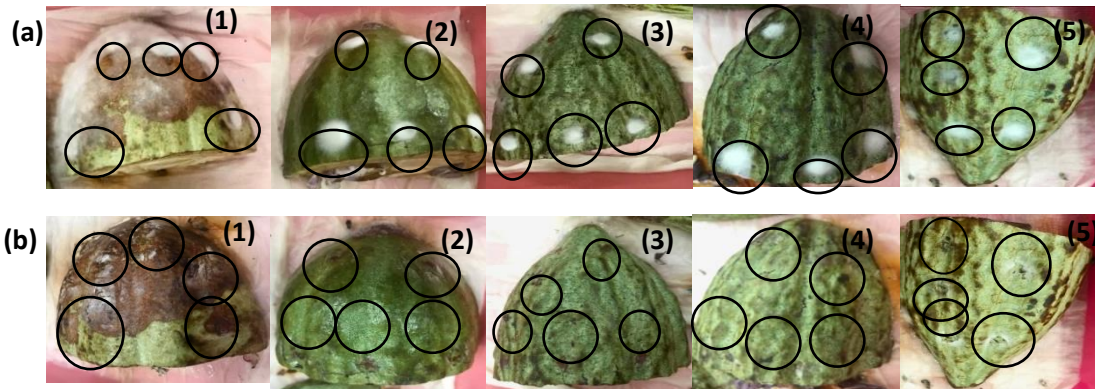
3.6 Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Luas Koloni Jamur dan Luas Bercak pada Potongan Buah Kakao Secara *In Vitro*

Hasil uji bakteri endofit pada potongan buah kakao menunjukkan luas koloni dan luas bercak pada perlakuan kontrol merupakan yang terbesar yaitu 215,80 mm² dan luas bercak 259,53 mm², sedangkan luas koloni terendah ditunjukkan oleh potongan buah dengan perlakuan isolat bakteri endofit DP6 sebesar 58,85. Sedangkan luas bercak terendah ditunjukkan oleh bakteri endofit TN41 sebesar 0,20 mm² dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri endofit mampu menghambat perkembangan bercak, namun koloni jamur *P. palmivora* masih tetap tumbuh dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 4. Luas koloni dan luas bercak jamur *P. palmivora* pada potongan buah kakao secara *in vivo* pada pengamatan 7 hari setelah inokulasi

Perlakuan	Luas Koloni	Luas Bercak
	mm ²	
Kontrol	215,80 c	259,53 b
TN41	66,49 a	0,20 a
DP6	58,85 a	1,60 a
DP8	108,63 b	0,68 a
DP1	83,96 ab	0,67 a

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf sama pada masing-masing perlakuan pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%



Gambar 3. Uji perlakuan bakteri endofit terhadap Jamur *P. palmivora* pada Potongan buah kakao pengamatan 7 hsi. Keterangan, (a) koloni jamur *P. palmivora* (b) luas bercak, (1) kontrol, (2) TN41, (3) DP6, (4) DP8, (5) DP1

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Uji seleksi bakteri endofit didapatkan 4 isolat yang mampu menghambat jamur *P. palmivora*. yaitu isolat TN41, DP8, DP6, dan isolat DP1 masing-masing diisolasi dari tanaman kepel (*Stelechocarpus burahol*), beluntas (*Pluhea indica*), belimbing (*Averrhoa carambola*), dan mangkokan (*Polyscias scutellaria*). Isolat TN41 mampu menghambat *P. palmivora* dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 92,52%. Hasil uji daya hambat filtrat bakteri endofit terhadap jamur *P. palmivora* secara *in vitro* didapatkan hasil terbesar yang ditunjukkan pada konsentrasi 50% yaitu isolat TN41 99,18%, DP6 99,80%, DP8 99,79%, dan DP1 99,54%. Isolat TN41 mampu menghambat luas koloni *P. palmivora* sebesar 66,49 mm² dan luas bercak *P. palmivora* terkecil sebesar 0,20 mm² apabila dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan 7 HSI pada buah kakao secara *in vivo*.

4.2 Saran

Perlu dilakukan analisis sekuen DNA untuk mengetahui spesies bakteri endofit yang mampu menekan *P. palmivora*. Perlu dilakukan penelitian yang berkelanjutan terkait formulasi bakteri endofit untuk dapat digunakan sebagai agen biokontrol dalam mengendalikan *P. palmivora* di lapangan serta kestabilan isolat bakteri endofit di lapangan.

Daftar Pustaka

Arnold A.E., L. C. Meji`a, D. Kylo, E. I. Rojas, Z. Maynard, N. Robbins, E. A. Herre. 2003. "Fungal Endophytes limit Pathogen Damage in a Tropical Tree. Proceeding of the National academy of Sciences 100:15.649-15.654.

- Compants B.D., J. Nowak, C. Ciement and E.A. Barka. 2005. "Use of plant growth-promoting bacterial for biocontrol of plant diseases. Principles Mechanisms of action and future prospects. *Appl Environ Microbiol.* 71:4951-4959.
- Darenth, A. and D.I. Guest. 2004 Diversity and management of *Phytophthora* in Southeast Asia. Canberra : ACIAR.
- Dolar, F.S. 2001. Antagonistic effect of *Aspergillus melleus* Yukawa on Soil Borne Pathogens of Chickpea. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 8(2): 167-170.
- Eliza, Munif A, Djatnika I, Widodo. 2007. Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran Graminae terhadap Fusarium dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang. *J Hort.* 17:150-160.
- Fernando, D., Nakkeeran, and Z. Yilan. 2005. Biosynthesis of Antibiotics by PGPR and Its Relation in Biocontrol of Plant Diseases in: Z.A. Siddiqui(ed.), *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Springer. 67-109.
- Hallmann J, Quadt-Hallmann A, Mahaffee WF, Kloepper JW. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol* 43:895-914.
- Motulo, H.F.J. 2007. Karakter morfologi dan molekuler isolat *Phytophthora palmivora* asal kelapa dan kakao. *Jurnal LITTRI* 13(3):111-118.
- Puslit Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Rubiyo dan Siswanto. 2010. Peningkatan Produksi dan Pengembangan Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin RISTRI*. 3(1) 2012.
- Semangun, H. 2000. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.
- Sunarwati, D. dan R. Yoza. 2010. Kemampuan *Trichoderma* dan *Penicillium* dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*Phytophthora palmivora*) Secara In Vitro. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara.