



Eksplorasi Bakteri Filoplan Daun Karet dan Potensinya sebagai Agens Hayati terhadap *Pestalotiopsis* sp. Penyebab Penyakit Gugur Daun

Sherly Oktarianti¹, Fadjar Rianto², Edy Syahputra³

Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

sherlyoktarianti@upb.ac.id^{1,*})

^{*)}Corresponding author

Kata Kunci:

Agens Pengendali Hayati;
Bakteri Filoplan;
Pestalotiopsis sp.; Tanaman
Karet

ABSTRAK

Karet di Indonesia merupakan salah satu penyumbang yang cukup besar terhadap devisa negara di sektor perkebunan. Upaya pengendalian digunakan untuk menekan penyakit gugur daun, Pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami diketahui dapat menekan pertumbuhan patogen. Diperlukan pencarian musuh alami yang efektif dalam mengendalikan patogen. Eksplorasi agens hayati merupakan langkah awal pada pengembangan pengendalian hayati. Penelitian ini bertujuan untuk eksplorasi bakteri filoplan daun karet yang berpotensi sebagai agens hayati terhadap *Pestalotiopsis* sp. penyebab penyakit gugur daun karet. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak. Pelaksanaan penelitian dimulai dari eksplorasi bakteri filoplan pengambilan sampel bakteri filoplan tanaman karet, selanjutnya dilakukan isolasi dengan media Nutrient Broth, pemurnian dengan media Nutrient Agar dan identifikasi bakteri filoplan. Variabel yang diamati meliputi daya antagonisme bakteri filoplan terhadap *Pestalotiopsis* sp. dengan uji dual culture, uji reaksi gram dan respon hipersensitivitas (HR). Hasil eksplorasi mikroba filoplan pada daun karet ditemukan 6 isolat bakteri yang memiliki sifat antagonis dari 36 isolat yang ditemukan dilapangan yaitu FK10, FK11, FK21, FK24 dan FK26. Terdapat 4 isolat yang memiliki daya hambat dibawah 60 % yaitu FK2, FK10, FK11 dan FK24. Sedangkan 2 isolat memiliki daya hambat diatas 60% yaitu isolat FK21 dan FK26. Persentase penghambat tertinggi diperlihatkan isolat FK26 yaitu 61,2%. Isolat FK2, FK21, FK24 dan FK26 tidak bersifat patogen bagi tanaman pada hasil uji HR.

Exploration of Rubber Leaf Filoplan Bacteria and Its Potential as a Biological Agent against *Pestalotiopsis* sp. Causes of Leaf Loss Disease

Keywords:

Biological Agents; Filloplan
Bacteria; *Pestalotiopsis* sp.; Rubber
Plants

ABSTRACT

*Rubber in Indonesia is a fairly large contributor to the country's foreign exchange in the plantation sector. Control efforts are used to suppress leaf fall disease. Biological control using natural enemies is known to suppress the growth of pathogens. It is necessary to search for natural enemies that are effective in controlling pathogens. Exploration of biological agents is the first step in the development of biological control. This research aims to explore rubber leaf phylloplan bacteria which have potential as biological agents against *Pestalotiopsis* sp. causes of rubber leaf fall disease. The research was conducted at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University, Pontianak. The research began with exploration of phylloplan bacteria, taking samples of phylloplan bacteria from rubber plants, then isolation using Nutrient Broth media, purification using Nutrient Agar media and identification of phylloplan bacteria. The variables observed included the antagonism of phylloplan bacteria against *Pestalotiopsis* sp. with dual culture test, gram reaction test and hypersensitivity response (HR). The results of exploration of phyllosphere microbes on rubber leaves found 6 bacterial isolates that had antagonistic properties from 36 isolates found in the field, namely FK10, FK11, FK21, FK24 and FK26. There were 4 isolates that have an inhibitory power below 60%, namely FK2, FK10, FK11 and FK24. Meanwhile, 2 isolates had an inhibitory power above 60%, namely isolates FK21 and FK26. The highest percentage of inhibitors was shown by isolate FK26, namely 61.2%. Isolates FK2, FK21, FK24 and FK26 were not pathogenic for plants in the HR test results.*

PENDAHULUAN

Ekspor karet di Indonesia merupakan salah satu penyumbang yang cukup besar terhadap devisa negara di sektor perkebunan. Nilai ekspor karet alam pada tahun 2018 mencapai US\$ 3,94 miliar, dari periode yang sama pada tahun 2019 nilai ekspor karet turun menjadi sebesar US\$ 3,52 miliar dan kembali turun pada tahun 2020 menjadi US\$ 3,01 (BPS, 2020). Prospek industri karet masih sangat besar mengikuti perubahan pola konsumsi karet global yang berpindah dari Eropa dan Amerika ke Asia. Oleh karena itu, perusahaan-perusahaan dari berbagai perkebunan karet harus memiliki kemampuan untuk menghasilkan secara optimal.

Luas areal perkebunan karet di Provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2019 mencapai 389.219 ha. Luas areal perkebunan karet di Indonesia mencapai 3,67 juta hektar dalam setahun pada tahun 2019, luasnya bertambah 0,13 dibandingkan tahun sebelumnya (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020). Indonesia memiliki kesempatan meningkatkan produksi mengingat luas areal perkebunan karet Indonesia yang dapat dimanfaatkan cukup besar. Salah satu kendala dalam meningkatkan produktivitas karet adalah disebabkan oleh penyakit. Luas serangan pada Provinsi Kalimantan Barat mencapai 235,00 ha dengan luas areal 366,091.96 ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020). Penyakit ini cenderung bertambah luas sehingga perlu dilakukan penanganan yang efektif dan efisien. Salah satu penanganan penyakit *Pestalotiopsis* sp dapat menggunakan agens pengendalian hayati.

Wabah penyakit Gugur Daun Karet (GDK) menyerang sebagian besar perkebunan karet di Indonesia. Jamur yang dominan menyebabkan penyakit GDK yang akhir-akhir ini mewabah adalah

Pestalotiopsis sp. Di Indonesia luas serangan penyakit gugur daun karet yang disebabkan *Pestalotiopsis* sp. pada bulan Juli tahun 2019 mencapai 386.930 ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020).

Pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami diketahui dapat menekan pertumbuhan patogen. Musuh alami yang efektif dalam menekan pertumbuhan patogen dapat dimanfaatkan dalam sistem pengendalian penyakit tanaman. Diperlukan pencarian musuh alami yang efektif dalam mengendalikan patogen. Eksplorasi agens hayati merupakan langkah awal pada pengembangan pengendalian hayati. Pengendalian hayati sebagai pemanfaatan agen hayati guna mengurangi jumlah inokulum atau aktivitas patogen penyebab penyakit pada tanaman. Agens hayati sebaiknya ditemukan di wilayah di mana penyakit yang disebabkan oleh patogen tidak ada atau mengalami penurunan, bahkan jika tanaman rentan telah ditanam, dan dimana patogen tidak mampu berkembang. Selanjutnya, pengendalian hayati, penting untuk mempertimbangkan keragaman biologis dan taksonomi dari agen hayati yang digunakan Baker dan Cook (1974). Berdasarkan informasi di atas, perlu untuk melakukan penelitian mengenai pengendalian penyakit gugur daun pada tanaman karet dengan memanfaatkan agens hayati. Cukup banyak mikroba yang berpotensi digunakan sebagai agens hayati. Sebagai langkah awal untuk mendapatkan agens hayati adalah melakukan eksplorasi bakteri filoplan daun karet yang mempunyai habitat serupa dengan patogen GDK seperti *Pestalotiopsis* sp.. Tujuan penelitian ini adalah eksplorasi bakteri filoplan daun karet yang berpotensi sebagai agens hayati terhadap *Pestalotiopsis* sp. penyebab penyakit gugur daun karet.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Waktu penelitian Agustus 2021 sampai dengan Mei 2022.

Tahapan Penelitian

Eksplorasi Bakteri Filoplan

Eksplorasi bakteri filoplan tanaman karet Gugur Daun Karet (GDK) melalui tahap pengambilan sampel bakteri pada tanaman karet selanjutnya diisolasi, dilakukan pemurnian, dan identifikasi bakteri. Lokasi pengambilan sampel daun bakteri filoplan di Desa Kapur, Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kuburaya, Kalimantan Barat. Isolasi bakteri filoplan dilakukan dengan cara 1x1 cm *Nutrient Broth* (NB) yang di-*shaker* selama 24 jam supaya bakteri yang jumlahnya sedikit dapat terisolasi selanjutnya diinokulasi pada media *Nutrient Agar* (NA) dan diinkubasi selama 7 hari sampai tidak ada lagi koloni yang tumbuh. *Purification* menggunakan media NA dengan *streak plate method*. Mikroorganisme yang diperoleh diidentifikasi berdasarkan bentuk koloni pada media Agar secara makroskopis dengan melihat bentuk, tepi, dan warna koloni.

Uji Reaksi Gram

Penggunaan KOH 3% dalam pengujian ini difokuskan pada mengidentifikasi jenis Gram dari isolat bakteri. Prosesnya melibatkan pencampuran isolat bakteri dengan larutan KOH 3% pada kaca preparat yang steril. Langkah identifikasi mencakup penempatan tetes KOH 3% di atas kaca preparat dan pemindahan bakteri yang telah tumbuh melalui metode sebar dan penggoresan ke dalam larutan KOH 3%. Setelah itu, dilakukan pengamatan terhadap hasilnya. Dalam metode lain, lingkaran koloni bakteri dari lempeng kultur dicampurkan dalam suspensi 3% KOH di atas kaca slide. Setelah suspensi diaduk selama satu menit, loop lembut digunakan untuk mengambil sampel. Hasil positif ditandai dengan kemunculan serat dalam 30 detik pertama setelah pencampuran dalam larutan KOH (Jaya et al., 2011).

Respon Hipersensitivitas

Pada proses Uji Hipersensitivitas, langkah-langkahnya dimulai dengan membuat inokulum dari isolat yang terpilih pada media NB. Kemudian, inokulum isolat tersebut diinokulasikan pada daun tembakau dengan cara menyuntikan suspensi bakteri ke dalam daun tembakau sehingga ruang antar sel menjadi lembab. Selanjutnya daun tembakau diberi label sesuai inokulum isolat yang diinokulasikan dan

diinkubasi selama 48 jam di dalam rumah kaca. Reaksi positif ditandai dengan adanya nekrosis dan reaksi negatif yang tidak mengalami gejala hanya berwarna kekuningan pada zona yang disuntikan (Herdiyantoro et al., 2022).

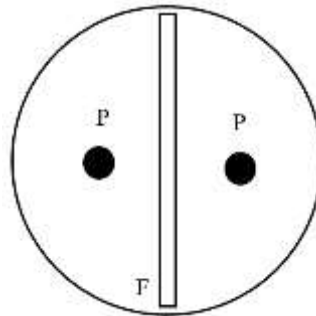
Variabel Penelitian

Pengamatan dilakukan dengan melihat daya hambat bakteri filoplan terhadap *Pestalotiopsis* sp.. Pengujian perhitungan persentase penghambatan ditentukan persamaan (*Percentage Inhibition of Radial Growth*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Widiyanti et al., 2022):

$$PIRG = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

PIRG = (*Percentage Inhibition of Radial Growth*) R1 = Diameter koloni *Pestalotiopsis* sp. pada biakan kontrol (cm); R2 = Diameter koloni *Pestalotiopsis* sp. yang mengarah pada koloni isolat bakteri *Dual Culture Plate* (cm). Peletakan uji *dual culture* bakteri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema penempatan bakteri filoplan kandidat dan patogen *Pestalotiopsis* sp. dengan metode *dual culture*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Antagonisme Bakteri Filoplan Karet

Hasil isolasi dari berbagai tingkatan serangan Gugur Daun Karet terhadap bakteri filoplan daun karet diperoleh 36 isolat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Isolasi Bakteri Filoplan Daun Karet dan Potensinya sebagai Antagonis

Kode Isolat	Antagonisme	Reaksi Gram
FK1	-	Negatif
FK2	+	Negatif
FK3	-	Negatif
FK4	-	Negatif
FK5	-	Positif
FK6	-	Negatif
FK7	-	Negatif
FK8	-	Negatif
FK9	-	Negatif
FK10	+	Positif
FK11	+	Negatif
FK12	-	Negatif
FK13	-	Negatif
FK14	-	Negatif
FK15	-	Negatif
FK16	-	Negatif
FK17	-	Negatif
FK18	-	Negatif

Kode Isolat	Antagonisme	Reaksi Gram
FK19	-	Negatif
FK20	-	Positif
FK21	+	Negatif
FK22	-	Negatif
FK23	-	Positif
FK24	+	Negatif
FK25	-	Positif
FK26	+	Positif
FK27	-	Negatif
FK28	-	Negatif
FK29	-	Negatif
FK30	-	Negatif
FK31	-	Negatif
FK33	-	Negatif
FK34	-	Negatif
FK35	-	Negatif
FK36	-	Positif

Keterangan: (+); dapat menghambat *Pestalotiopsis* sp., (-); Tidak dapat menghambat *Pestalotiopsis* sp.

Hasil isolasi 36 isolat dari berbagai tingkatan serangan Gugur Daun Karet bakteri filoplan daun karet adalah 7 isolat diantaranya memiliki reaksi gram positif, 29 isolat memiliki reaksi gram negative, dan 6 isolat (FK2, FK10, FK11, FK21, FK24 dan FK26) yang dapat menghambat pertumbuhan radial patogen *Pestalotiopsis* sp. (Tabel 1). Bakteri yang selanjutnya dilakukan pengujian antagonis *Pestalotiopsis* sp. metode *dual culture* yang menunjukkan aktivitas penghambat pertumbuhan terhadap patogen *Pestalotiopsis* sp. Berikut rerata daya hambat isolat bakteri filofser daun karet terhadap *Pestalotiopsis* sp. Pengukuran kemampuan penghambatan dilakukan pada 10 Hari Setelah Isolasi (HSI) tersaji pada Tabel 2.

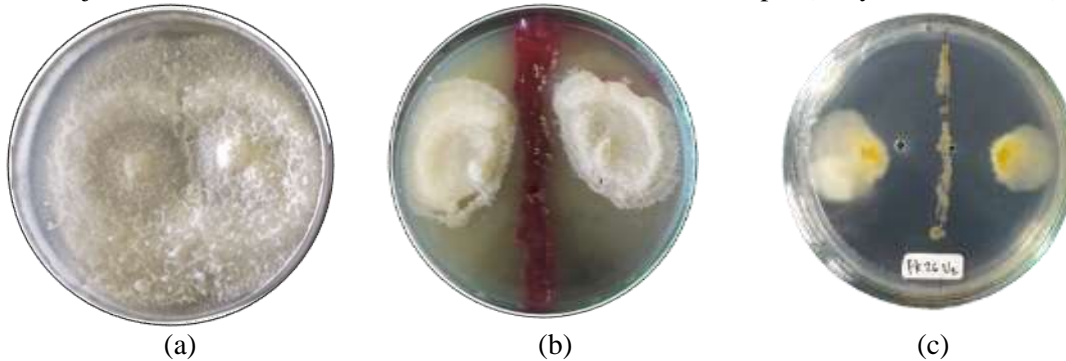
Tabel 2. Rerata *Dual Culture* Isolat Bakteri Filosfer Daun Karet terhadap *Pestalotiopsis* sp. secara *In Vitro*

Kode Isolat	Daya Hambat
FK2	57,60±1,95
FK10	20,99±5,8
FK11	57,15±14,1
FK21	60,41±15,1
FK24	51,32±17
FK26	61,02±9,94

Sumber: Hasil pengujian *dual culture* (2022)

Diperoleh 6 isolat yang menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap patogen *Pestalotiopsis* sp. Hasil uji antagonis isolat bakteri adalah enam isolat memiliki daya hambat antara 20,99% hingga 61,02% (Tabel 2). Dua isolat bakteri filoplan yang memiliki persentase di atas 60% adalah FK26 dan FK21. Isolat FK26 menunjukkan persentase penghambatan tertinggi, yaitu 61,02%. Isolat FK10 memiliki persentase penghambatan terendah, yaitu 20,99%. Hasil pengujian antagonis menunjukkan bahwa sebagian besar isolat bakteri filofser pada daun karet memiliki potensi sebagai agens hayati. Apabila hambatan pertumbuhan cendawan patogen oleh suatu mikroorganisme mencapai 30% dari luas permukaan cawan Petri, maka efek penghambatan dari mikroorganisme antagonis terhadap patogen hanya tergolong minimal. Namun, jika tingkat penghambatan melebihi 60% dari luas permukaan cawan Petri, maka mikroorganisme antagonis dianggap memiliki kemampuan yang memadai untuk secara efektif menghambat pertumbuhan cendawan patogen yang bersangkutan (Otter et al., 2004).

Data *dual culture* pada isolat bakteri filoplan dianggap representatif karena setiap isolat memiliki nilai standar deviasi yang lebih kecil daripada nilai rerata dari masing-masing isolat. Jika nilai standar deviasi lebih kecil dari nilai rerata, hal ini mengindikasikan bahwa variasi data dalam percobaan *dual culture* tidak terlalu besar, karena standar deviasi yang lebih besar dari nilai rerata cenderung menunjukkan bahwa data tersebut tidak mencerminkan secara tepat (Busyairi et al., 2016).



Gambar 2. Kemampuan menghambat koloni *Pestalotiopsis* sp. oleh bakteri filoplan pada uji dual culture pada media PDA 10 hari setelah isolasi. (a); Bakteri tidak dapat menghambat koloni *Pestalotiopsis* sp., (b,c); Bakteri dapat menghambat koloni *Pestalotiopsis* sp.

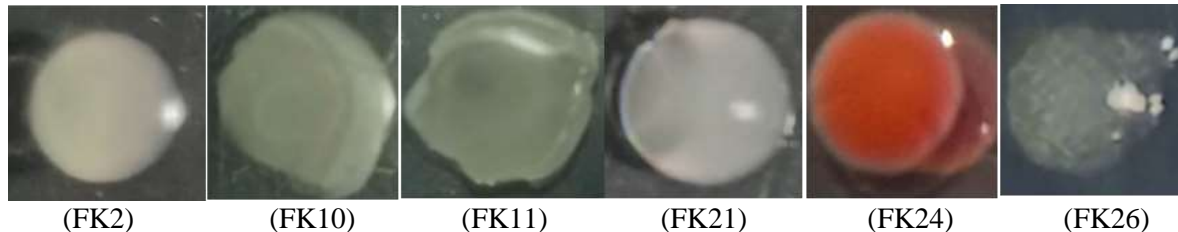
Hasil uji antagonisme diketahui isolat bakteri filoplan mampu menghambat pertumbuhan *Pestalotiopsis* sp., dibuktikan dari koloni *Pestalotiopsis* sp. yang pertumbuhannya terhambat. *Pestalotiopsis* sp. tidak mampu tumbuh mendekati isolat bakteri filoplan. Dugaan ini muncul karena adanya kemungkinan mekanisme antibiosis yang dilakukan oleh bakteri filoplan. Bakteri tersebut diyakini mampu menghasilkan senyawa metabolik sekunder yang memiliki efek menghambat pertumbuhan patogen. Konsep antibiosis, menurut Soesanto (2008) merujuk pada mekanisme dimana pertumbuhan jamur atau bakteri terhambat melalui senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh mikroorganisme antagonis atau agen biokontrol. Selanjutnya, dijelaskan Widiyanti et al. (2018) bahwa ketika bakteri antagonis berinteraksi dengan jamur patogen, bakteri tersebut akan melepaskan senyawa yang mengakibatkan pemendekan dan pembengkakan pada hifa jamur patogen. Pendapat ini diperkuat oleh Widiyanti (2008) yang mengonfirmasi bahwa pembentukan zona perbatasan antara bakteri antagonis dan jamur patogen menandakan bahwa bakteri memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa yang efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen. Bakteri filoplan merupakan anggota mikroorganisme yang biasa ditemukan di permukaan daun dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan beragam senyawa bioaktif yang bersifat antibakteri dan antifungi. Senyawa-senyawa ini mampu menekan perkembangan patogen pada daun secara langsung. Isolat yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi secara visual terhadap koloni yang terbentuk pada media Nutrient Agar (NA). Dari hasil pengamatan ini, didapatkan gambaran tentang morfologi koloni dari bakteri filoplan yang berasal dari daun karet. Hasil karakterisasi morfologi dari isolat bakteri filoplan pada daun karet setelah diamati selama 3 Hari Setelah Isolasi (HSI) tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Filosfer dari Daun Karet yang Terserang *Pestalotiopsis* sp.

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Elevasi	Bentuk Tepi	Permukaan	Warna
FK 2	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Smooth</i>	Putih susu
FK 10	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Smooth</i>	Putih kekuningan
FK 11	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	<i>Smooth</i>	Putih kekuningan
FK 21	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Undulate</i>	<i>Smooth</i>	Putih
FK 24	<i>Circular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	<i>Smooth</i>	Merah
FK 26	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	<i>Smooth</i>	Bening

Keterangan: (*Circular*, bulat); (*convex*, cembung); (*flat*, datar); (*Entire*, rata); (*Undululate*, bergelombang)

Hasil pengamatan morfologi koloni secara makroskopis bakteri filoplan yang terpilih pada media NA semua isolat bakteri filoplan koloninya berbentuk *circular* (bulat) dengan permukaan *smooth* (halus), tiga isolat bakteri masing masing memiliki elevasi yang *convex* (cembung) dan yang *flat* (datar). Sebagian besar bentuk tepi bakteri *entire* (rata) dan satu isolat bakteri memiliki bentuk tepi *undulate* (bergelombang). Warna koloni bakteri putih susu, putih kekuningan, putih, merah, dan bening (Tabel 3). Bentuk koloni bakteri filosfer daun karet dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk Koloni Bakteri Filosfer Daun Karet pada Media NA 3 Hari Setelah Isolasi (HSI)

Uji Hipersensitivitas

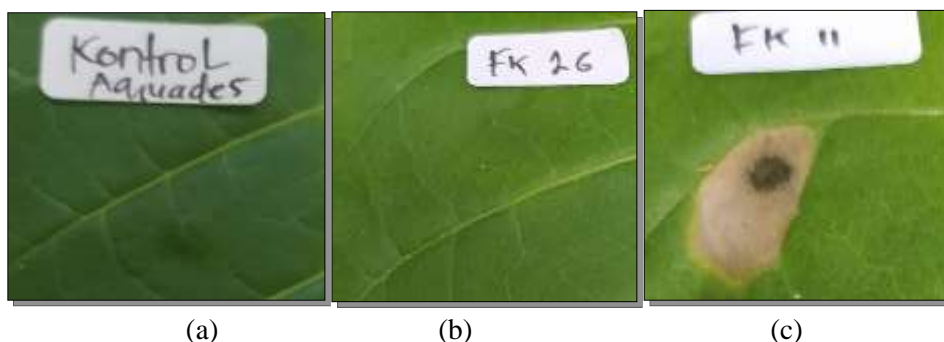
Uji respon hipersensitivitas (HR) dijalankan pada 6 isolat bakteri filoplan yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Pestalotiopsis* sp. Hasil uji HR yang dilakukan terhadap isolat bakteri tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Hipersensitivitas Isolat Bakteri Filoplan pada Tanaman Tembakau

Kode Isolat	Respon	Keterangan
FK 2	Negatif	Bukan Patogen Tanaman
FK 10	Positif	Patogen Tanaman
FK 11	Positif	Patogen Tanaman
FK 21	Negatif	Bukan Patogen Tanaman
FK 24	Negatif	Bukan Patogen Tanaman
FK 26	Negatif	Bukan Patogen Tanaman

Sumber: Uji Respon Hipersensitivitas (2022)

Hasil uji HR diperoleh empat isolat terpilih menunjukkan respon negatif terhadap uji hipersensitivitas yaitu FK 2, FK21, FK 24 dan FK 26 serta dua isolat yaitu FK 10 dan FK11 menunjukkan respon positif terhadap uji hipersesitivitas ditandai dengan munculnya gejala nekrosis pada daun tembakau. Tiga isolat bakteri filoplan pada uji HR tidak terdapat gejala nekrosis pada daun tembakau yang disuntikan oleh suspensi bakteri filoplan sehingga bakteri tersebut tidak bersifat patogen bagi tanaman kelompok dikotil. Gejala nekrosis muncul sebagai respons dari sistem pertahanan dalam tumbuhan sebagai upaya melawan serangan patogen. Mekanisme ini melibatkan penghancuran jaringan yang terinfeksi, dengan tujuan mencegah patogen penyebab penyakit menyebar ke jaringan sehat lainnya dalam tumbuhan (Trinayanti, 2012). Pengamatan hipersensitivitas dilakukan 3 (HSI). Respon hipersensitivitas bakteri filoplan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji HR pada daun tanaman tembakau. (a, b); respon negatif atau tidak menyebabkan nekrosis pada tanaman uji. (c) respon positif atau menyebabkan nekrosis pada tanaman uji

KESIMPULAN

Hasil eksplorasi mikroba filoplan pada daun karet ditemukan 6 isolat bakteri yang memiliki sifat antagonis dari 36 isolat yang ditemukan di lapangan, yaitu FK10, FK11, FK21, FK24, dan FK26. Terdapat 4 isolat yang memiliki daya hambat di bawah 60%, yaitu FK2, FK10, FK11, dan FK24. Adapun 2 isolat memiliki daya hambat di atas 60%, yaitu isolat FK21 dan FK26. Persentase penghambat tertinggi diperlihatkan isolat FK26, yaitu 61,2%. Isolat FK2, FK21, FK24, dan FK26 tidak bersifat patogen bagi tanaman pada hasil uji HR.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2020). *Statistik Karet Indonesia 2019*. Jakarta: BPS.
- Baker, K. F. & Cook, R. J. (1974). *Biological Control of Plant Pathogens*. San Francisco (US): WH Freeman.
- Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. I. (2016). Efektivitas Kaporit Pada Proses Klorinasi Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda (The Effectiveness of Calcium Hypochlorite to Chlorination Process in Decreasing the Amount of Coliform Bacteria in the Wastewater of X). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2), 156-162.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2020). *Kebijakan dan Program Pemerintah dalam Pengendalian Penyakit Gugur Daun Karet*. Jakarta: Kementan.
- Herdiyantoro, D., Setiawati, M. R., & Simarmata, T. (2022). Reaksi Hipersensitif Daun Tembakau oleh Isolat Bakteri Pelarut Kalium pada Praformulasi Pupuk Hayati. *Soilrens*, 20(2), 72-77.
- Jaya C. T. & Subha M. P. (2011). A Study of 2 Rapid Tests to Differentiate Gram Positive and Gram Negative Aerobic Bacteria. *J. Med Allied Sci*; 1(2), 84-85.
- Otter, (2004). Empirical evidence of spatial thresholds to controlinvasion of fungal parasites and saprotrophs. *Jurnal New Phytologist*, 163, 125-132.
- Soesanto, L. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT. Rajawali Grafindo Persada.
- Trinayanti, T. (2012). Keanekaragaman dan Potensi Antimikroba Pada Bakteri Endofit Rizosfer *Ageratum conyzoides* L. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Widiantini, F., Yulia, E., & Nasahi, C. (2018). Potensi Antagonisme Senyawa Metabolit Sekunder Asal Bakteri Endofit dengan Pelarut Metanol terhadap Jamur *G. boninense* Pat. *Jurnal Agrikultura*, 29 (1), 55-60.
- Widiyanti, A., Patty, J., & Tuhumury, G. N. (2022). Exploration and Identification of Antagonic Fungi on the Rhizosphere of Clove Plants (*Syzygium aromaticum* L.) in Ambon Island. *Agrologia*, 11(2), 168-185.