

POTENSI BAKTERI FILOPLAN ASAL TANAMAN SAGU AKSESI MAKANARU (*Metroxylon longispinum*) SEBAGAI AGENS HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN *Rhizoctonia solani* Kuhn

Potential of Phylloplane Bacteria from Sago Plant Accession Makanaru (*Metroxylon longispinum*) as Biological Agents against the Growth of *Rhizoctonia solani* Kuhn

Jahra Nurlette^{1*}, Christoffol Leiwakabessy^{1*}, Abraham Talahaturuson¹, Costanza Uruilal¹, Rhony. E. Ririhena¹, Wihelmina Rumahlewang¹, Jacob R. Patty¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

Vol. 8, No.:1, Maret 2024 DOI:

10.30598/jpk.2024.8.1.24

Received: Feb, 17, 2024

Accepted: March 02, 2024

Online publication: March 20, 2024

*Correspondent:

chr.leiwakabessy@faperta.unp

atti.ac.id

Abstract

The sago plant is a staple food for the people of Maluku and Papua and has many benefits and advantages to continue to be developed. A group of phylloplane microbes grow and spread on the surface of the leaves. The objective study is to find isolates of phylloplane bacteria from sago accession Makanaru and determine the inhibition of these bacteria against the growth of *Rhizoctonia solani* Kuhn. Sampling of sago plants (upper, middle, and lower leaves) was conducted in Negeri Seith, Leihitu District, Central Maluku Regency. Based on the isolation results, 21 isolates of phylloplanes bacteria were obtained and ready for further testing. From the results of hypersensitive test selection, 14 non-pathogenic isolates of phylloplane bacteria were obtained. Furthermore, tested the inhibitory power of phylloplane bacteria in suppressing the growth of the fungus, 3 phylloplane bacteria isolates were obtained with strong inhibitory, namely DA3.3, DT3.2, DT3.1 followed by 3 isolates DB4, DB4.2, and DB4.4 (medium inhibitory) which have the potential to be developed as biological agents.

Keywords: biological agents, phylloplane bacteria, sago accession Makanaru

Abstrak

Tanaman sagu merupakan makanan pokok bagi masyarakat Maluku dan Papua memiliki banyak manfaat dan keunggulan untuk terus dikembangkan. Sekelompok mikroba filoplan tumbuh dan menyebar di bagian permukaan daun. Penelitian bertujuan menemukan isolat bakteri filoplan asal sago aksesori Makanaru dan menentukan daya hambat bakteri ini terhadap pertumbuhan cendawan *Rhizoctonia solani* Kuhn. Pengambilan sampel tanaman sagu (daun bagian atas, tengah, dan bawah) dilakukan di Negeri Seith, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah. Berdasarkan hasil isolasi diperoleh 21 isolat bakteri filoplan yang siap diuji selanjutnya. Dari hasil seleksi uji hipersensitif diperoleh 14 isolat bakteri filoplan yang non patogenik. Selanjutnya diuji daya hambat bakteri filoplan dalam menekan pertumbuhan cendawan *Rhizoctonia solani* diperoleh 3 isolat bakteri filoplan daya hambat kuat yaitu DA3.3, DT3.2, DT3.1 diikuti 3 isolat DB4, DB4.2, dan DB4.4 (daya hambat sedang) yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati.

Kata kunci: agens hayati, bakteri filoplan, sago aksesori Makanaru

Laman:

PENDAHULUAN

Tanaman Sagu (*Metroxylon sp*) merupakan tanaman tropis yang banyak tumbuh secara alami dan menyebar di Bagian Timur Indonesia (termasuk *Zona Wallacea*). Sagu digunakan sebagai sumber makanan alternatif non-beras yang penting di Indonesia sehingga menjadi salah satu komoditas unggulan. Selain menjadi sumber pangan, tanaman sagu juga dapat diolah menjadi bioetanol. Siklus hidup pohon sagu adalah periode jangka panjang (8 - 12 tahun) (Bintoro et al., 2010). Selain menjadi makanan pokok, sagu dapat digunakan sebagai bahan baku industri, baik industri pangan maupun non pangan. Sagu dapat dijadikan gula cair, bioetanol, dan plastik yang dapat terurai. Menurut (Awg-Adeni, 2010), sagu dapat menghasilkan bioetanol sekitar 80.000 – 10.000 L ha⁻¹ tahun⁻¹ dan dapat mengurangi pemanasan global karena sagu mampu memproduksi oksigen sebanyak 9.52 ton ha⁻¹ dan menyerap 0,3% CO₂ dari setiap satu juta hektar hutan sagu. Selain dimanfaatkan sebagai bioetanol limbah sagu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Tepung sagu yang diolah menjadi makanan siap saji seperti papeda instan mengandung kadar protein 4,53%-13,28%; lemak 0,25%-1,66%, abu 0,95%-2,13%, air 5,34%-6,84%, karbohidrat 7,69%-87,56%, pati 43,32%-59,25%, dan amilosa 16,37%-30,32% (Barlina et al., 2020).

Di Maluku terdapat 5 (lima) jenis sagu yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi yaitu Sagu Tuni, Sagu Ihur, Sagu Molat, Sagu Makanaru, dan Sagu Duri Rotan. Namun Sagu Tuni, Sagu Ihur, dan Sagu Molat yang lebih banyak dikonsumsi oleh masyarakat setempat (Papilaya, 2009). Sagu aksesi makanaru (*Metroxylon longispinum*) ini dikenal sebagai lapia makanaru atau dikenal dengan sagu merah, karena tepung sagu kemerah-merahan. Ciri-ciri sagu makanaru: tinggi batangnya sekitar 12-15 m, tangkai daunnya pendek, yaitu 4-6 cm dan banyak duri. Anakan daun kecil-kecil, panjang sekitar 80-120 cm dan pada pinggirannya penuh duri, setiap pohon dapat menghasilkan 200-250 kg tepung sagu basah, panjang pelepah 7-11 m, dengan warna pelepah merah kehijauan pada pangkal dan hijau muda makin keujung pelepah. Warna anak daun hijau tua, tidak teratur (mudah robek), ujung anak daun tegak. Struktur duri pada pelepah berbaris sangat tidak teratur, banyak persilangan antar duri, lebih pendek dari sagu tuni, lunak-tidak teratur sangat mudah patah. Panen terbaik pada saat berbunga, produksi pati basah 300-800 kg (150-400 kg pati kering), serta pati berwarna merah terang (Yamamoto et al., 2020).

Keunggulan komparatif sagu sebagai sumber karbohidrat dibandingkan dengan tanaman pangan penghasil sumber karbohidrat lainnya adalah: 1) pohon sagu dapat tumbuh dengan baik di rawa-rawa dan daerah pasang surut, dimana tanaman lainnya sukar tumbuh; 2) dapat berkembang biak dengan anakan, sehingga panen dapat berkelanjutan tanpa melakukan peremajaan ataupun penanaman ulang, 3) dapat dipanen dan diolah tanpa mengenal musim; dan 4) resiko terkena hama dan penyakit tanaman semakin kecil (Alfons & Rivai, 2011).

Bakteri filoplan merupakan mikroorganisme yang tumbuh/hidup pada permukaan daun tanaman. Daerah ini merupakan habitat yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat menghambat perkembangan patogen dengan cara mengeluarkan antibiotik melalui proses sekresi dan menjadi pesaing dalam memperoleh nutrisi (Thakuer & Harsh, 2014; Saikia, 2021). Filosfer digambarkan sebagai permukaan daun bagian luar tanaman sebagai habitat mikroorganisme (Jr, 1990). Definisi ini kemudian didefinisikan ulang sehingga tidak hanya mencakup permukaan daun, phylloplane, tetapi juga "lanskap air" permukaan daun yang disebut sebagai phylloplane (Doan & Leeveeae, 2015).

Bakteri ini meliputi kelompok, cendawan, dan aktinomiset dapat diisolasi dari jaringan tanaman dan ditumbuhkan pada medium fermentasi tertentu seperti media TSB (*Tryptic Soy Broth*), TSA (*Tryptic Soy Agar*), NB (*Nutrient Broth*), PDA (*Potatoes Dextrose Agar*). Didalam medium fermentasi tersebut bakteri filoplan umumnya dapat menghasilkan senyawa sejenis yang terkandung pada tanaman inang dengan bantuan aktifitas suatu enzim (Hasanueddin, 2003). Potensi lainnya dari mikroba ini juga memengaruhi pemacu pertumbuhan vigor benih jagung (Duebeey et al., 2017), sebagai agens hayati terhadap penyakit blister blight pada tanaman teh (Sowndhararajan et al., 2013), biocontrol pasca panen tanaman (Narasimhan & Baneerjee, 2021), dan bakteri entomopatogen terhadap kumbang *Epilachna vigintioctopunctata* (Otsu et al., 2004).

Bakteri ini masuk ke dalam jaringan tanaman yang umumnya (Jo et al., 2015) dan melengkapi siklusnya (Wandira, 2021). Filoplan dapat melindungi tanaman dengan melawan patogen melalui mekanisme induksi pertahanan tanaman (Doan & Leeveeae, 2015), sekresi zat yang bersifat antagonis

terhadap patogen atau melalui kompetisi untuk memperoleh nutrisi dan ruang untuk melakukan kolonisasi (Karan eet al., 2022). Informasi terkini mengenai bakteri filoplan yang terdapat pada tanaman sagu aksesori Makanaru di Provinsi Maluku sangat kurang tersedia sehingga perlu dilaksanakan kajian eksplorasi bakteri filoplan asal tanaman sagu aksesori Makanaru dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen tumbuhan *Rhizoctonia solani*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian lapangan dilaksanakan di negeri Seith, Kabupaten Maluku Tengah, sedangkan pengamatan laboratorium dilakukan pada Laboratorium Diagnonis Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura dan berlangsung pada bulan Juli sampai September 2022.

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain pisau, cawan petri, rak tabung reaksi, tabung reaksi, jarum ose, api bunsen, erlenmeyer, autoclave, *laminar flow*, oven, hotplate, pipet tetes, kertas label, timbangan analitik, dan jarum suntik. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanaman sagu (Daun), tanaman tembakau, Media TSA (*Trypticase Soy Agar*) 5%, NB (*Nutrient Brorth*), TSB (*Tryptic Soy Broth*), PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) KOH 5%, Alkohol 70%, Aquades steril, Aluminium foil, Cling warp, kapas, tissue, spiritus, kertas saring dan biakan *Rhizoctonia solani* Khun.

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada tanaman sagu berumur 9 tahun dan diambil daun di bagian pelepah bawah (strata bawah), pelepah tengah (strata tengah) dan pelepah atas (strata atas). Bagian sampel tanaman (daun) yang diambil adalah daun yang sehat tidak ada gejala gigitan serangga maupun bercak daun (daun hijau bersih). Sampel-sampel ini dimasukkan ke dalam plastik diberi label (daun atas, tengah, bawah) untuk selanjutnya dianalisis lebih lanjut di laboratorium.

Isolasi dan Pemurnian Bakteri Filoplan

Isolasi bakteri filoplan digunakan metode oleh Batool eet al., (2016). Sampel daun sagu dicuci bersih dan disterilisasi permukaan dengan alkohol 70%, kemudian ditimbang 10g sampel daun dan dimasukkan ke dalam 100 mL air steril, kemudian dishaker menggunakan rotary shaker (80 rpm : 30 menit). Kemudian dibuat pengenceran berseri masing-masing dengan konsentrasi 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Dari setiap tingkat pengenceran diambil sebanyak 1 ml, ditumbuhkan pada media TSA, diinkubasi selama 24-48 jam. Bakteri yang tumbuh kemudian dimurnikan menggunakan media yang sama.

Uji Reaksi Gram

Uji gram dilakukan untuk mengetahui isolat bakteri mana yang masuk dalam klasifikasi bakteri gram positif dan negatif. Pengujian dilakukan dengan cara mencampurkan setetes larutan KOH 5% dengan suspensi isolat bakteri filoplan di atas kaca objek secara merata. Kemudian jarum ose diangkat perlahan-lahan, jika bakterinya ikut terangkat (melengket) dengan jarum ose menunjukkan bahwa bakteri ini merupakan bakteri gram negatif. Sebaliknya jika suspensi bakterinya tidak lengket maka tergolong gram positif. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan peptidoglikan dari bakteri gram negatif.

Uji Hipersensitif

Uji ini bertujuan untuk mendapatkan isolate bakteri filoplan non patogen. Pengujian dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat bakteri filoplan dalam 3 mL media TSB 100% kemudian di shaker selama 24 jam. Sebanyak 1 mL suspensi bakteri yang telah ditumbuhkan pada media TSB diinjeksi pada daun tembakau. Sebagai kontrol positif digunakan air steril yang diinjeksi ke daun tembakau. Setelah 48-72 jam diamati gejala yang muncul. Apabila tidak terdapat gejala nekrosis pada bagian daun yang disuntikkan maka bakteri tersebut termasuk bukan patogen (Kleemeent & Goodman, 1967).

Uji Daya Hambat Bakteri Filoplan terhadap Pertumbuhan Cendawan *Rhizoctonia solani* Kuhn

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri filoplan yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati cendawan *Rs*. Isolat patogen ini didapatkan dari koleksi Laboratorium Diagnosis Penyakit, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Pengujian ini dilakukan terhadap 14 isolat bakteri filoplan hasil seleksi uji hipersensitif. Mula-mula isolat cendawan patogen ditumbuhkan di media PDA dan diambil dengan *cork borer* berdiameter 0,5 cm. Selanjutnya ditanam pada sisi yang

berseberangan dengan jarak 3 cm diinkubasikan selama 2 hari dan dilakukan pengukuran terhadap pertumbuhan diameter koloni *R. solani* yang mengarah ke arah bakteri Filoplan (R2) dan diameter koloni *R. solani* pada biakan kontrol (R1) (Gambar 2).

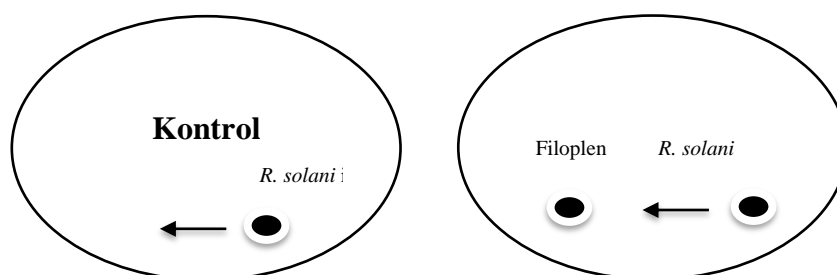
Berdasarkan hasil pengamatan dilakukan perhitungan persentase penghambatan (PIRG = *Percentage Inhibition of Radial Growth*) dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Skidmore & Dickinson, 1976) sebagai berikut:

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

Keterangan:

R1 : Diameter koloni *R. solani* pada biakan kontrol.

R2 : Diameter koloni *R. solani* yang mengarah pada koloni antagonis pada *Dual Culture Plate*.



Gambar 2. Skema Uji Antagonis bakteri Filoplan dengan *R. solani*

Indeks penghambatan

Indeks penghambatan bakteri filoplan terhadap pertumbuhan cendawan *Rhizoctania solani* menggunakan kriteria yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks penghambatan bakteri filoplan terhadap cendawan *Rhizoctania solani*

Kriteria Indeks Penghambatan (IP)	Jarak penghambatan (cm)	Reaksi
+++++	> 2,00	Tinggi
++++	1,51 - 2,00	Tinggi
+++	1,01 - 1,50	Moderat
++	1,50 - 0,50	Rendah
+	0,50	Rendah

Sumber : (Papueangan, 2013).

Analisis Data

Analisis data aktivitas daya hambat bakteri filoplan dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen ini dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel tanaman sagu aksesori Makanan dilakukan di lokasi Desa Seith, terletak di sebelah utara pulau Ambon, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah yang memiliki ketinggian tempat 20m dpl. Lokasi ini dikenal dengan populasi pertumbuhan tanaman sagu yang cukup padat, yang berada di sekitar kali dan pesisir pantai (Gambar 2). Tanaman sagu tumbuh di lokasi ini sebagian besar tinggi dan sudah berumur tua. Proses pengolahan sagu juga sudah tidak dilakukan di areal ini. Beberapa jenis-jenis tanaman perkebunan yang tumbuh di sekitar lokasi penarikan sampel antara lain kelapa, cengkeh, dan pala.



Isolasi Bakteri Filoplan



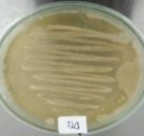

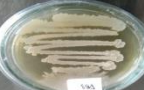
Hasil isolasi bakteri filoplan dari bagian daun ditemukan sebanyak 21 isolat. Karakteristik makroskopis dari setiap koloni masing-masing bakteri filoplan di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel di Negeri Seith
 Sumber: google maps

Tabel 2. Karakteristik secara Makroskopis Morfologi Koloni Bakteri Filoplan (21 Isolat)

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Elevasi Koloni	Bentuk Tepian Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni	Ket. Gambar Bakteri Filoplan
DA1	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Kuning	
DA2	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Putih susu	
DA3	Bundar	Cembung	Licin	Kecil	Orange	
DA4	Bundar	Cembung	Licin	Kecil	Kuning	
DA5	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Putih susu	
DA3.2	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Kuning	
DA3.3	Bundar	Cembung	Licin	Besar	Kuning	
DT2	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Kuning	
DT1.2	Bundar	Cembung	Licin	Sedang	Kuning	
DT1.3	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	Bergerigi	Menyebar	Putih Susu	

DT3.1	Bundar	Cembung	Licin	Sedang	Putih susu	
DT3.2	Bundar	Cembung	Licin	Kecil	Putih susu	
DT4.2	Bundar	Datar	-	Menyebar	Kuning	
DT2.1	TD	TD	TD	TD	TD	
DB3	Tidak ada koloni Tunggal	Datar	-	Menyebar	Putih susu	
DB4	Bundar	Cembung	Licin	Kecil	Putih susu	
DB4.1	Bundar	Cembung	Licin	Sedang	Putih susu	
DB4.2	Bulat	Cembung	Licin	Besar	Putih susu	
DB4.3	Keriput	Datar	Bergerigi	Sedang	Putih susu	
DB4.4	Bulat	Cembung	Licin	Besar	Kuning	
DB3.1	Bundar	Cembung	Licin	Kecil	Putih Susu	

Keterangan : DA = Daun Atas, DT = Daun Tengah, dan DB = Daun Bawah; TD=tidak tumbuh
 Sumber: data hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa total jumlah isolat bakteri filoplan yang ditemukan di Negeri Seith yaitu sebanyak 21 isolat (daun atas, daun tengah, dan daun bawah). Hasil uji ini menunjukkan bahwa respons tanaman tembakau setelah diinjeksi dengan bakteri filoplan memperlihatkan reaksi yang berbeda-beda (Tabel 3). Terlihat bahwa 7 isolat bakteri positif (DA2, DA4, DA5, DA3.3, DB4.1, DB3.1, dan DT1.3) membentuk bercak nekrosis pada bagian daun yang telah diinjeksi oleh bakteri filoplan (Gambar 5). Sedangkan 14 isolat lainnya memperlihatkan hasil negatif pada isolat DA1, DA3, DA3.2, DT2, DT1.2, DT3.1, DT3.2, DT4.2, DT2.1, DB3, DB4, DB4.2, DB4.3, dan DB4.4 dari 14 isolat yang negatif ini yang digunakan untuk uji antagonis. Reaksi positif dari tanaman tembakau pada uji hipersensitif menunjukkan bahwa bakteri tersebut bersifat patogenik. Hal ini dilihat dari terbentuknya bercak nekrosis pada daun yang berwarna kuning kecoklatan, dan menjadi kering pada bagian yang diinjeksi dengan bakteri filoplan. Reaksi tersebut merupakan respon pertahanan dari tanaman yang mematikan selnya secara cepat pada bagian yang diinjeksi. Daun tembakau yang tidak memperlihatkan gejala nekrosis pada bagian yang terinjeksi oleh bakteri filoplan termasuk bakteri bukan patogen.

Tabel 3. Hasil Uji Hipersensitif dan Reaksi Gram Isolat Bakteri Filoplan

Bagian Tanaman	Kode Isolat	HR	Uji Gram
Daun Atas	DA1	-	-
	DA2	+	+
	DA3	-	-
	DA4	+	-
	DA5	+	-
	DA3.2	-	+
	DA3.3	+	+
Daun Tengah	DT2	-	+
	DT1.2	-	-
	DT1.3	+	-
	DT3.1	-	-
	DT3.2	-	-
	DT4.2	-	+
	DT2.1	-	+
Daun Bawah	DB3	-	+
	DB4	-	-
	DB4.1	+	-
	DB4.2	-	-
	DB4.3	-	-
	DB4.4	-	+
	DB3.1	+	+

Keterangan: (+) pada uji hipersensitif (bakteri patogen), sedangkan tanda (-) bakteri non patogen. (+) pada uji reaksi gram (gram positif), sedangkan (-) gram negatif, sumber: data hasil penelitian.

Hasil uji reaksi gram dilakukan dengan mencampurkan setetes larutan KOH 5% di atas gelas objek dengan suspensi bakteri filoplan. Kemudian diangkat perlahan-lahan dengan jarum ose, jika suspensi bakterinya ikut terangkat maka tergolong bakteri gram positif. Jika suspensi bakteri tidak ikut terangkat maka merupakan bakteri gram negatif. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri filoplan sebagian besar tergolong bakteri gram negatif (Tabel 3).



Gambar 2. Gejala nekrosis pada tanaman tembakau setelah di inkubasi selama 72-96 jam (anak panah hitam)
Sumber: data hasil penelitian

Uji Daya Hambat Bakteri Filoplan terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn

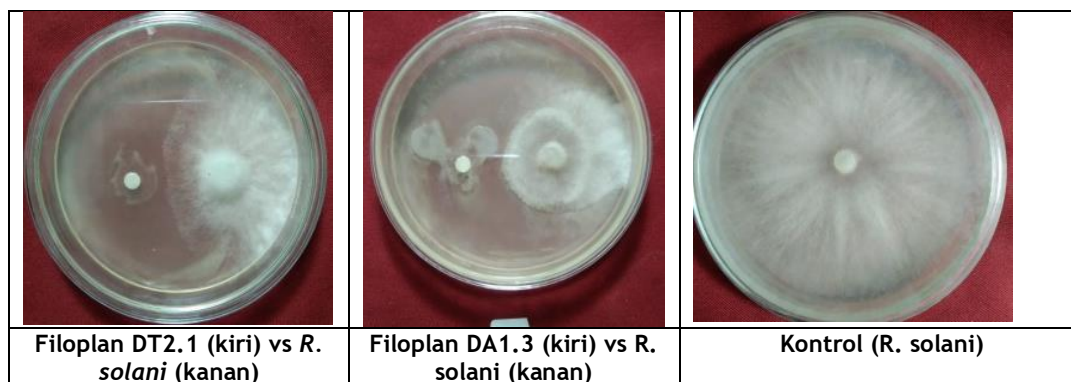
Bakteri filoplan dari hasil uji hipersensitif sebanyak 14 isolat kemudian dilakukan uji antagonis secara *in-vitro* terhadap cendawan patogen *Rs*. Hasil uji kemampuan daya hambat isolat bakteri filoplan terhadap pertumbuhan *Rs* (Tabel 3). Berdasarkan Tabel ini, terlihat bahwa 5 isolat filoplan memiliki kemampuan penghambatan yang tinggi, 9 isolat lainnya daya hambatnya tergolong medium. Bakteri filofser merupakan bakteri yang hidup di permukaan daun tanaman, untuk mengisolasi bakteri filofser dibutuhkan media yang sesuai dan mendukung pertumbuhannya. Pertumbuhan bakteri filoplan pada media TSA didapatkan sebanyak 21 isolat. Jumlah koloni yang tumbuh pada media TSA yang cukup tinggi diduga disebabkan oleh komposisinya yang mampu mendukung pertumbuhan kebanyakan bakteri. Keragaman isolat bakteri filoplan yang diperoleh dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat pengambilan sampel dan jenis sampel yang diambil. Permukaan tanaman mengalami perubahan suhu yang cepat dan kelembaban dalam menanggapi adanya embun dan hujan. Selain itu, ketersediaan nutrisi pada permukaan tanaman juga mempengaruhi keragaman bakteri filofser (Lindow & Sueslow, 2003).

Pada umumnya bakteri filofser dapat menahan stres lingkungan seperti paparan radiasi ultraviolet

yang tinggi di permukaan daun. Isolat bakteri filoplan yang ditemukan pada jaringan daun di Negeri Seith lebih banyak ditemukan pada daun bagian tengah dan bawah. Hal ini disebabkan oleh kondisi agroekosistem tanaman sagu di desa ini yang letaknya di pinggir sungai sehingga populasi filoplan yang ditemukan lebih banyak. Komunitas mikroba dari filosfer sangat beragam dan bakteri mempunyai kelimpahan dan variasi yang paling tinggi dengan rata-rata berkisar 10^2 sampai 10^{12} sel/g daun (Fonseca & Inácio, 2006).

Uji HR pada tanaman penting untuk dilakukan terhadap isolat-isolat bakteri yang memiliki potensi sebagai agen biokontrol. Pada habitatnya, bakteri filosfer dalam jumlah yang sedikit dapat tidak berpotensi sebagai patogen, namun dalam jumlah yang sangat banyak bakteri filosfer juga dapat berpotensi sebagai patogen pada tanaman inangnya untuk memperoleh nutrisi. Reaksi HR didefinisikan sebagai program kematian sel yang cepat dan terlokalisasi. Reaksi ini muncul pada tanaman yang terinfeksi saat pengenalan patogen dan merupakan usaha tanaman untuk menghambat pertumbuhan patogen (Zhue et al., 2000). Uji hipersensitivitas pada tanaman tembakau merupakan tahap awal yang umum digunakan untuk mengetahui potensi patogenitas suatu mikroba terhadap tanaman. Berdasarkan hasil uji HR ini, diduga 7 isolat tersebut memiliki potensi sebagai patogen tanaman sehingga tidak digunakan sebagai bahan percobaan berikutnya, sedangkan 14 isolat lainnya bakteri non patogen.

Menurut Kleemeent & Goodman, (1967), respon hipersensitif pada tanaman merupakan reaksi pertahanan yang cepat dari tanaman menghadapi patogen disertai kematian sel yang cepat atau nekrosis jaringan disekitar daerah yang diinjeksi dengan suspensi bakteri. Perubahan yang terjadi dalam reaksi hipersensitif meliputi, hilangnya permeabilitas membran sel, peningkatan respirasi, dan oksidasi senyawa fenolik, serta produksi fitoaleksin. Setiap tanaman memiliki keragaman mikrob filoplan yang berbeda-beda. Hal ini karena keragaman mikrob filoplan dipengaruhi oleh genetik tanaman (Kurt et al. 2009). Akan tetapi, dalam tanaman satu dengan tanaman lainnya dalam spesies yang sama kemungkinan memiliki keragaman filoplan yang berbeda. Hal ini bisa terjadi karena mikrob filoplan juga dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, musim, air pada permukaan tanaman, sinar UV, dan ketersediaan nutrisi pada permukaan tanaman. Spesies tanaman, umur daun, kondisi lingkungan fisik, viabilitas inokulum adalah juga faktor yang terlibat menentukan keragaman bakteri filoplan. Ketersediaan karbon pada permukaan tanaman merupakan salah satu faktor pembatas penting yang memengaruhi keberadaan bakteri epifit. Bahkan dalam satu tanaman bisa memiliki keragaman mikrob filoplan yang berbeda di setiap bagian tanaman karena keberadaan mikroba. Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap 14 isolat bakteri filoplan secara *in-vitro* menunjukkan bahwa hanya 13 isolat bakteri filoplan yang memiliki kemampuan antagonis terhadap *Rs* (Gambar 3).

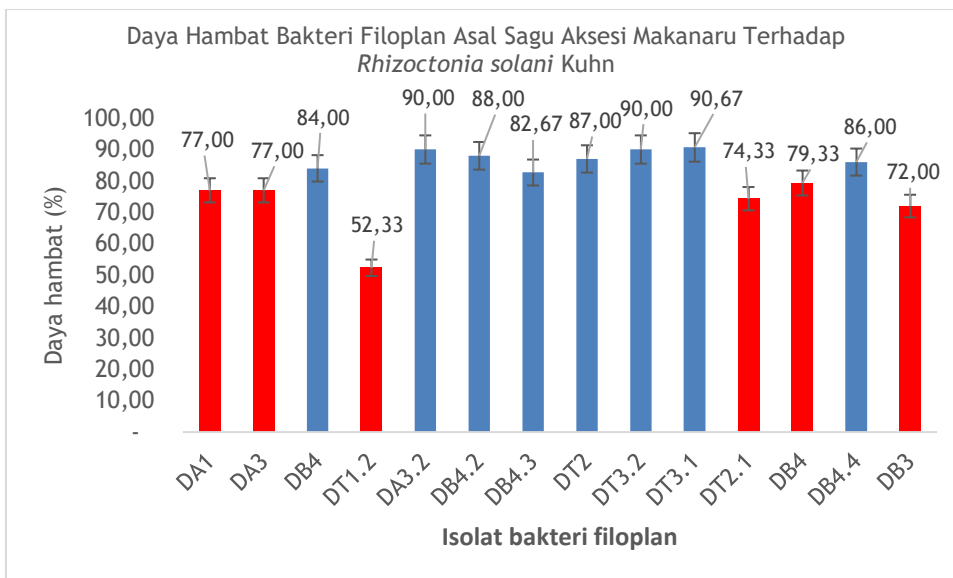


Gambar 3. Daya hambat bakteri filoplan terhadap *R. solani* Kuhn

Penghambatan bakteri filoplan terhadap pathogen kemungkinan besar diduga disebabkan oleh adanya metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Adanya mekanisme antagonis dari bakteri filoplan dalam menghambat pertumbuhan patogen *R.solani* diduga karena 13 isolat tersebut mampu bertahan dalam persaingan memperoleh makanan atau nutrisi (Gambar 4).

Pada umumnya bakteri filoplan dan patogen hidup dalam satu ruang ekologis tetapi bakteri filoplan tidak merugikan terhadap tanaman relung hidup yang sama dengan patogen tetapi tidak menimbulkan kerusakan pada inangnya (Siege, 1993). Faktor-faktor lain yang mendukung juga disebabkan bakteri tersebut menghasilkan zat antibiotik, zat antibiotik merupakan zat yang dimiliki organisme tertentu

yang bersifat racun dan dapat menghambat atau menghancurkan organisme lain sehingga keenamnya tidak dapat hidup secara bersamaan. Terbentuknya zona hambat menandakan bahwa bakteri filoplan menghasilkan antibiotik (Diniyah, 2010).



Gambar 4. Uji daya hambat bakteri filoplan terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn
 Keterangan: (warna biru: daya hambat tinggi; merah: daya hambat medium)
 Sumber: data hasil penelitian

Menurut Lyon (2014), senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri antagonis dapat berperan langsung sebagai agens pengendali hayati terhadap patogen maupun agens penginduksi (elicitor) ketahanan tanaman terhadap penyakit. Indeks penghambatan oleh bakteri filoplan terhadap penyakit *damping off* sangat bervariasi (Tabel 4).

Tabel 4. Jumlah isolat bakteri filoplan asal sagu aksesi Makanaru yang mampu menghambat pertumbuhan

Indeks penghambatan (IP)	Jumlah/ Kode Isolat	Asal bagian tanaman
+++++ (tinggi)	(3) (DA3, DT3.2, DT3.1)	Daun atas (DA), daun tengah (DT)
++++ (tinggi)	(5) (DB4, DB.42, DB4.3, DT2, DB4.4)	Daun bawah (DB), daun tengah (DT)
+++ (medium)	(5) (DA1, DA3, DT2.1, DB4, DB3)	Daun atas (DA), daun tengah (DT), daun bawah
++ (medium)	(1) (DT1.2)	Daun tengah (DT)

Ket: +++++ = IP > 2.00 cm; ++++ = IP 1,51-2,00 cm; +++ = IP 1,01 - 1,50 cm; ++ = IP 1,00 - 0,5 cm; + = IP < 0,5; IP (diameter penghambatan), Sumber: data hasil penelitian

Adanya penghambatan oleh adanya senyawa penghambat patogen yang dimiliki oleh bakteri filoplan menyebabkan pertumbuhan *Rs* menjadi rendah. Menurut Zhao et al., (2011), bakteri filoplan mampu menghasilkan senyawa bioaktif (steroid) untuk menghambat pertumbuhan organisme lainnya. Kebanyakan penelitian saat ini juga menunjukkan bahwa beberapa filoplan dapat menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif (Fadeel & Haggag, 2002). Menurut Halmann et al., (1997), mekanisme antibiosis bakteri filoplan berkaitan erat dengan kemampuan isolat bakteri filoplan dalam menghasilkan enzim kitinase, protease, selulase maupun senyawa sekunder lainnya yang sangat berperan dalam menginduksi ketahanan tanaman. Strain dapat menjadi pesaing ekologis potensial. Secara konsisten, mikroskop cahaya mengungkapkan terjadinya malformasi yang diinduksi *Bacillus* dalam struktur vegetatif jamur, mungkin disebabkan oleh senyawa yang disekresikan. Dengan demikian prospek bakteri filoplan ke depan menjadi penting dalam menunjang program pengendalian penyakit tumbuhan dengan pendekatan ramah lingkungan dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Ditemukan 14 isolat bakteri filoplan asal tanaman sago aksesori Makanan yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati. Uji daya hambat cendawan patogen *Rhizoctonia solani* Khun diperoleh 6 isolat bakteri filoplan yaitu DA3.2, DT2, DT3.2, DT3.1, DB4, dan DB4.4 yang memiliki daya hambat yang tinggi (82,67-90,67%), sedangkan daya hambat dari 8 isolat lainnya medium (52,33-79,33%).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfons, J. B., & Rivaie, A. A. (2011). Sagu Mendukung Perubahan Iklim. *Prespektif*, 10(2).
- Awg-Adeni, D., A.-A. S., B. K. and H. M. (2010). Bioconversion of sago residue into value added products. *African Journal of Biotechnology*, 9(14), 2016–2021.
- Barlina, R. S. L., Trivana, L., Manambangtua, A. P., & Wungkana, D. J. (2020). Characteristics of Instant Papeda Sago Starch. *Buletin Palma*, 23(1), 51–59.
- Batool, F., Rehman, Y., & Hasnain, S. (2016). Phylloplane associated plant bacteria of commercially superior wheat varieties exhibit superior plant growth promoting abilities. *Frontiers in Life Science*, 9(4). <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1256842>
- Bintoro, M., Purwanto, M., & Amarillis, S. (2010). *Sago in peat soils (in Indonesian)*. IPB Press.
- Diniyah. (2010). *Potensi isolat bakteri endofit sebagai penghambat pertumbuhan bakteri (Balstonia solanacearum) dan jamur (Fusarium sp. dan Phytophthora infestans) penyebab penyakit layu pada tanaman* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Doan, H. K., & Leveau, J. H. J. (2015). Artificial Surfaces in Phyllosphere Microbiology. *Phytopathology*, 105(8), 1036–1042. <https://doi.org/10.1094/phyto-02-15-0050-rvw>
- Dubey, G., Kollah, B., Ahirwar, U., Mandal, A., & ... (2017). Phylloplane bacteria of *Jatropha curcas*: diversity, metabolic characteristics, and growth-promoting attributes towards vigor of maize seedling. *Canadian Journal of ...* <https://doi.org/10.1139/cjm-2017-0189>
- Fadel, A. M., & Haggag, W. M. (2002). Improving efficiency of the entomopathogenic fungi by gamma irradiation versus the Mediterranean fruit fly *ceratitis capitata* wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Arab Journal of Nuclear Sciences and ...* https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:33041952
- Fonseca, A., & Inácio, J. (2006). Phylloplane yeasts. *Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts*. https://doi.org/10.1007/3-540-30985-3_13
- Hasanuddin. (2003). *.Peningkatan Perana Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Tumbuhan secara Terpadu*.
- Jo, Y., Cho, J. K., Choi, H., Chu, H., Lian, S., & Cho, W. K. (2015). Bacterial communities in the phylloplane of *Prunus* species. *Journal of Basic Microbiology*, 55(4). <https://doi.org/10.1002/jobm.201400651>
- Jr, H. W. S. (1990). The phylloplane. *New Directions in Biological Control. Alternatives for ...* <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19912310902>
- Karan, R., Kalaimathi, D., Renganathan, P., & Balabaskar, P. (2022). Isolation and Characterization of Phylloplane Associated Bacteria and its in vitro Antagonistic Activity against *Bipolaris oryzae*. *Agricultural Science Digest - A Research Journal, Of*. <https://doi.org/10.18805/ag.d-5452>
- Klement, Z., & Goodman, R. N. (1967). The Hypersensitive Reaction to Infection by Bacterial Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 5(1). <https://doi.org/10.1146/annurev.py.05.090167.000313>
- Lindow, S. E., & Suslow, T. V. (2003). Temporal Dynamics of the Biocontrol Agent *Pseudomonas fluorescens* Strain A506 in Flowers in Inoculated Pear Trees. *Phytopathology*. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2003.93.6.727>
- Lyon, G. D. (2014). Agents That Can Elicit Induced Resistance. In *Induced Resistance for Plant Defense: A Sustainable Approach to Crop Protection* (Vol. 9781118371831). <https://doi.org/10.1002/9781118371848.ch2>
- Narasimhan, A., & Banerjee, K. (2021). Isolation and Characterization of Phylloplane Bacteria from Papaya Plant for the Biocontrol of post-harvest Diseases in Papaya. *International Journal of Environment ...* https://www.academia.edu/download/66716906/38IJEAB_102202125_Isolation.pdf
- Papilaya, P. (2009). *Sagu untuk Anak Negeri, Penerbit IPB Press*. IPB Press.
- Papuangan, N. (2013). Aktivitas penghambatan *Streptomyces* sp. terhadap *Sclerotium rolfsii* secara in vitro. *Jurnal Bioedukasi*, 2(1), 185–191.
- Saikia, S. (2021). Unravelling Detailed Insights on Phylloplane Bacteria: A Review. *Agricultural Reviews*. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2321>.
- Skidmore, A. M., & Dickinson, C. H. (1976). Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, 66(1). [https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(76\)80092-7](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(76)80092-7)
- Sowndhararajan, K., Marimuthu, S., & ... (2013). Integrated control of blister blight disease in tea using the biocontrol agent *Ochrobactrum anthropi* strain BMO-111 with chemical fungicides. *Journal of Applied ...* <https://doi.org/10.1111/jam.12159>
- Thakur, S., & Harsh, N. S. K. (2014). In vitro potential of volatile metabolites of phylloplane fungi of *Piper longum* as biocontrol agent against plant pathogen. *Int J Sci Nat*.
- Wandira T.A; Aisyah, S. N. O. M. F. R. J. (2021, January). Different pH levels medium effects in IAA production of phylloplane bacterium *Serratia plymuthica* strain UBCF_13. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*.
- Yamamoto, Y., Yanagidate, I., Miyazaki, A., Yoshida, T., Irawan, A. F., Pasolon, Y. B., Jong, F. S., Matanubun, H., Arsy, A. A., & Limbongan, J. (2020). Growth Characteristics and Starch Productivity of Folk Varieties of Sago

- Palm around Lake Sentani near Jayapura, Papua State, Indonesia. *Trop. Agr. Develop.* 64(1).
- Zhao, K., Penttinen, P., Guan, T., Xiao, J., Chen, Q., Xu, J., Lindström, K., Zhang, L., Zhang, X., & Strobel, G. A. (2011). The diversity and anti-microbial activity of endophytic actinomycetes isolated from medicinal plants in Panxi Plateau, China. *Current Microbiology*. <https://doi.org/10.1007/s00284-010-9685-3>
- Zhu, W., Magbanua, M. M., & White, F. F. (2000). Identification of two novel hrp-associated genes in the hrp gene cluster of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Journal of Bacteriology*, 182(7). <https://doi.org/10.1128/JB.182.7.1844-1853.2000>