

Pengaruh Inokulasi *Pseudomonas* spp. Indigenus terhadap Penyakit Akar Gada dan Pertumbuhan Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.)

IDA AYU GEDE DIANGGI ADIATHY
NI WAYAN SUNITI
I KETUT SUADA*)

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

*)Email: ketutsuada@unud.ac.id

ABSTRACT

The Effect of *Pseudomonas* spp. Indigenous Inoculation against Clubroot Disease and Cabbage (*Brassica oleracea* L.) Plant Growth

Clubroot that caused by *Plasmodiophora brassicae* Wor. is a disease that can cause great losses to cabbage. Utilization of biological agents such as indigenous *Pseudomonas* spp. become an alternative option to be recommended to suppress the disease, because it is environmentally friendly and safe for the balance within ecosystem. The aim of this study was to obtain the most effective isolate of indigenous *Pseudomonas* spp. in suppressing clubroot disease and promoting growth of cabbage plants. The results showed there were three best effective isolates which able to suppress the clubroot disease as well increase the plant growth. The isolates were isolated from *Brassica oleracea* var. *italica* (Pf5), isolated from *Brassica oleracea capitata* var. *rubra* (Pf8), and isolated from *Eruca sativa* (Pf12).

Keywords: *cabbage, clubroot, and indigenous Pseudomonas* spp.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kubis (*Brassica oleracea* L.) merupakan salah satu sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kaya akan vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan untuk kesehatan tubuh manusia. Usaha pembudidayaan tanaman kubis masih mengalami hambatan, salah satunya adalah penyakit akar gada yang disebabkan oleh patogen *Plasmodiophora brassicae* Wor. Berbagai upaya pengendalian telah banyak dilakukan namun belum memberikan hasil yang optimal. Pemanfaatan agen hayati berupa bakteri *Pseudomonas* spp. indigenus menjadi pilihan alternatif yang dianjurkan karena bersifat ramah lingkungan, aman bagi keseimbangan ekosistem, tidak meninggalkan residu didalam tanah, dan dapat dipergunakan dalam takaran yang sedikit serta menekan penggunaan fungisida

sintetis. Keunggulan dari penggunaan mikroorganisme *indigenous* yaitu, memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dari kultur isolat mikroorganisme non-indigenus.

Pseudomonas spp. kelompok *fluorescens* telah banyak dipergunakan sebagai antagonis patogen tumbuhan, selain menghasilkan senyawa antimikrobia seperti antibiotik (*pyoverdin*, *pyrrrolnitrin*, *pyoluteorin*, dan *fenazin*), antijamur, dan siderofor terhadap *P. brassicae*. *Pseudomonas* spp. juga mempunyai kemampuan untuk mengkoloni dan beradaptasi dengan baik pada akar tanaman, menggunakan eksudat akar untuk mensintesis metabolit sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas patogen akar gada atau memicu ketahanan sistemik dari tanaman terhadap patogen, mampu berkompetisi dalam pengkhelatan unsur besi (Fe), memproduksi HCN, dan merangsang akumulasi fitoaleksin sehingga tanaman lebih resisten terhadap infeksi awal patogen akar gada (Susanna, 2000). Selain itu, menurut Soesanto *et al.* (2011) *Pseudomonas* spp. jenis *P. flourescens* P60 menghasilkan hormon IAA (*Indol Acetic Acid*) seperti auksin dan sitokinin. Hormon IAA dapat meningkatkan perkecambahan tanaman, memacu pertumbuhan bibit, merangsang pemanjangan sel akar dan batang tanaman. Dengan beberapa kemampuan antagonis yang telah disebutkan di atas, *Pseudomonas* spp. diharapkan dapat menekan penyakit akar gada pada tanaman kubis.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan dari bulan November 2016 sampai bulan Februari 2017. Penelitian dilaksanakan di dua tempat, yaitu untuk isolasi bakteri *Pseudomonas* spp. indigenus dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jl. PB. Sudirman, Denpasar. Uji lapangan dilaksanakan di Rumah Kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jl. Pulau Moyo, Denpasar Selatan.

2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, *laminar in flow cabinet*, autoklaf, gelas ukur, tabung reaksi, *cork borer*, jarum ose, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan adalah bibit tanaman kubis (jenis Summer Autumn) dan tanah dari daerah endemik penyakit akar gada di daerah Bedugul, media King's B buatan Sigma-Aldrich, alkohol 70%, akuades, antijamur Nystatin dan media tanam berupa kompos organik (dibeli di kios pertanian).

2.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan 16 perlakuan dan 3 ulangan, tiap ulangan terdapat 3 tanaman. Perlakuan yang digunakan adalah jenis-jenis *Pseudomonas* spp. yang diisolasi dari berbagai jenis rizosfer tanaman yaitu:

Pf0 = Tanpa isolat bakteri (kontrol).

Pf1 = Isolat 1 (rizosfer tanaman Sukini, *Cucurbita pepo* L.).

Pf2 = Isolat 2 (rizosfer tanaman Tomat, *Lycopersicon esculentum* Mill.).

Pf3 = Isolat 3 (rizosfer tanaman Bit, *Beta vulgaris*).

Pf4 = Isolat 4 (rizosfer tanaman Romana, *Lactuca sativa* L. var. *longifolia*).

Pf5 = Isolat 5 (rizosfer tanaman Brokoli, *Brassica oleracea* var. *italic*).

Pf6 = Isolat 6 (rizosfer tanaman Selada Merah, *Lactuca sativa* L. var. *crispa*).

Pf7 = Isolat 7 (rizosfer tanaman Selada Kuning, *Lactuca sativa* L.).

Pf8 = Isolat 8 (rizosfer tanaman Kol Merah, *B. oleracea capitata* var. *rubra*).

Pf9 = Isolat 9 (rizosfer tanaman Pakcoy, *Brassica rapa* L.).

Pf10 = Isolat 10 (rizosfer tanaman Spinach, *Spinacia oleracea* L.).

Pf11 = Isolat 11 (rizosfer tanaman Coriander, *Coriander sativum*).

Pf12 = Isolat 12 (rizosfer tanaman Arugula, *Eruca sativa*).

Pf13 = Isolat 13 (rizosfer tanaman Dill, *Anethum graveolens* L.).

Pf14 = Isolat 14 (rizosfer tanaman Sawi hijau, *Brassica juncea* L.).

Pf15 = Isolat 15 (rizosfer tanaman Wortel, *Daucus carota* L.).

2.3.1 Isolasi Bakteri *Pseudomonas* spp. *Indigenus*

100 g tanah sampel diambil dari rizosfer berbagai jenis tanaman di kebun petani di Bedugul. Sebanyak 1 gram tanah tersebut diencerkan dalam 9 ml aquades kemudian divorteks sehingga didapat pengenceran 10^{-1} , kemudian 1 ml suspensi tersebut diencerkan dalam 9 ml aquades, divorteks sehingga didapat pengenceran 10^{-2} , diulangi seterusnya hingga diperoleh pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-6} . Sebanyak 1 ml suspensi tiap pengenceran dituangkan ke cawan petri yang telah berisi 10 ml media King's B (16,5 g bubuk media King's B, dilarutkan dalam 495 ml akuades, dan diberi 0,2% Nystatin). Koloni yang tumbuh dengan ciri koloni berbentuk bundar dan cembung merupakan *Pseudomonas* spp. dan untuk kelompok fluorescens akan terlihat pendar sinar warna hijau jika diamati dibawah sinar UV. Koloni bakteri kemudian disubkultur sampai didapat koloni murni.

2.3.2 Penyiapan Media Tanam di polibeg dan Penyiapan bibit Kubis

Media tanam yang digunakan adalah tanah endemik penyakit akar gada yang cukup parah atau terkontaminasi berat lebih dari 90% (Hadiwiyono *et al.*, 2011) dan kompos organik dengan perbandingan 2:1. Sebanyak 2,5 kg campuran tanah dimasukkan ke dalam polibeg. Tanah disiram dengan air dan diberi perlakuan bakteri lalu ditanami bibit. Untuk benih, dilakukan penyemaian pada tray dengan media berupa campuran tanah, pasir dan bahan organik dengan perbandingan 2:1:1 yang telah disterilkan terlebih dahulu. Setelah bibit berumur dua minggu, bibit dipindah ke polibeg.

2.3.3 Aplikasi Isolat Bakteri *Pseudomonas* spp. ke Tanaman

Sebanyak 2×10^6 CFU/ml bakteri dalam 200 ml air steril disiramkan ke akar tanaman tiap polibeg. Bibit yang ditanam dalam polibeg adalah bibit yang berumur 2 minggu setelah semai.

2.3.4 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dan penyiangan gulma. Penyiraman dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada pagi (pukul 08.00 WITA) dan sore hari (pukul 05.00 WITA). Penyiangan gulma dilakukan apabila terdapat gulma yang tumbuh pada polibeg dan area pertanaman. Penyulaman bibit yang rusak atau mati dengan bibit baru sebelum berumur 1 mst (minggu setelah tanam). Pemupukan tanaman dengan menggunakan pupuk majemuk NPK dilakukan dua kali selama penelitian, yaitu sebagai pupuk dasar saat tanah dipindahkan ke polibeg dan pemupukan susulan ketika tanaman berumur 3 mst (sebanyak 2 g/L, disiramkan sebanyak 200 ml/polibeg).

2.3.5 Pengamatan

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, klorofil daun, jumlah puru akar, persentase serangan penyakit, dan berat kering tanaman (*shoot*). Pengamatan ini dilakukan setelah tanaman berumur 56 hari (8 minggu setelah tanam), bagian tanaman dipisahkan antara bagian tanaman di atas tanah (*shoot*) dan di bawah tanah (*root*), untuk mempermudah pengamatan.

2.3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis varian (sidik ragam) sesuai dengan rancangan yang digunakan. Apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Data persentase serangan penyakit akar gada ditransformasi dengan rumus $\sqrt{(x + 0,5)}$ sebelum dianalisis.

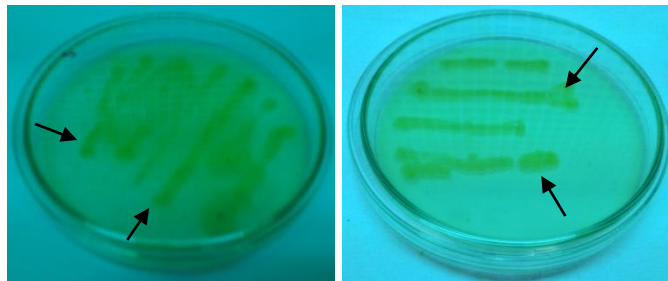
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi Bakteri *Pseudomonas* spp.

Koloni menunjukkan semua isolat hasil isolasi pada beberapa rizosfer tanaman dikelompokkan ke dalam kelompok *Pseudomonas* spp. Ciri-ciri bakteri tersebut adalah bentuk koloni bulat, cembung, warna putih kekuningan, dan berpendar hijau di bawah sinar ultra violet. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Holt *et al.* (1994) yang menyatakan bahwa salah satu ciri morfologi dari genus *Pseudomonas* adalah koloni berbentuk bulat dan berwarna putih-krem kekuningan. Hasil penelitian Mustika (2009) juga melaporkan bahwa hasil isolasi bakteri pada benih padi menunjukkan ciri morfologi yang sama, yaitu koloni berbentuk bulat, cembung, dan berwarna putih. Salah satu hasil isolasi yang ditemukan Mustika (2009) adalah *P. avenae*. Kelompok *Pseudomonas* penghasil pigmen pendar hijau ini disebut sebagai

kelompok *Pseudomonas* pendarfluor. Diantara spesies yang termasuk dalam *Pseudomonas* pendarfluor adalah *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. ovalis*, *P. mildenbergii*, *P. reptilivora*, *P. geniculata*, dan *P. calciprecipitans*. *P. fluorescens* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan pigmen warna kuning sampai hijau atau kadang-kadang biru pada media King's B. Pigmen berwarna hijau merupakan salah satu kriteria yang dipakai oleh para ahli mikrobiologi dalam memilih *Pseudomonas* yang bermanfaat, karena pigmen tersebut biasanya dikeluarkan oleh spesies-spesies *Pseudomonas* yang menghasilkan antibiotik *pyoverdin*, *pyrrolnitrin*, dan *pyoluteorin* (Susanna, 2000).

Pada penelitian ini terdapat tiga isolat yang paling efektif menekan serangan penyakit akar gada sekaligus memacu pertumbuhan tanaman kubis yaitu, isolat Pf5, Pf8, dan Pf12. Contoh *Pseudomonas* spp. yang berpendar (Gambar 3.1.).



Gambar 1. Isolat *Pseudomonas* spp. dalam cawan petri dengan media King's B dibawah sinar UV. Koloni *Pseudomonas* spp. berwarna hijau (↑) sementara medianya tampak lebih terang

3.2 Pengaruh Isolat *Pseudomonas* spp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Kubis

Variabel pertumbuhan yang diamati adalah tinggi, jumlah daun, luas daun, dan klorofil daun. Semua jenis *Pseudomonas* spp. mengakibatkan keempat variabel pertumbuhan jauh lebih besar dan berbeda secara nyata dengan kontrol. Hal ini disebabkan *Pseudomonas* spp. memberikan pengaruh menguntungkan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan menghasilkan hormon tumbuh, di antaranya auksin, giberelin, dan sitokinin (Soesanto, 2008). Klorofil daun pada perlakuan Pf5 memiliki jumlah klorofil tertinggi (sebesar 43,56 SPAD) jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Sumarni *et al.* (2015) bakteri *Pseudomonas* spp. berpengaruh sangat baik terhadap peningkatan jumlah klorofil pada daun tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Dengan jumlah klorofil daun yang tinggi, akan meningkatkan jumlah daun, luas daun, dan secara langsung membantu didalam penambahan tinggi tanaman kubis.

Tabel 1. Pengaruh pemberian *Pseudomonas* spp. indigenus terhadap variabel pertumbuhan tanaman kubis

Perlakuan	Variabel pengamatan			
	Tinggi (cm)	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm ²)	Klorofil daun (SPAD)
Pf0	27.04 b	13.89 c	156.44 b	37.33 b
Pf1	30.57 ab	16.00 ab	222.84 b	40.83 ab
Pf2	31.32 ab	16.33 a	213.65 b	41.40 ab
Pf3	30.91 ab	17.00 a	274.82 ab	42.56 a
Pf4	31.06 ab	15.77 abc	229.76 b	42.80 a
Pf5	33.83 a	16.44 a	425.60 a	43.56 a
Pf6	32.30 a	15.22 abc	232.03 b	40.67 ab
Pf7	35.87 a	16.67 a	301.47 ab	41.60 ab
Pf8	32.88 a	15.78 abc	336.87 ab	39.00 ab
Pf9	31.18 ab	14.11 bc	207.50 b	41.00 ab
Pf10	33.03 a	15.67 abc	245.00 b	40.23 ab
Pf11	34.43 a	15.89 abc	326.28 ab	43.40 a
Pf12	32.58 a	16.33 a	311.92 ab	40.30 ab
Pf13	32.19 a	15.44 abc	288.53 ab	41.50 ab
Pf14	32.74 a	15.89 abc	246.45 b	41.63 ab
Pf15	31.23 ab	16.11 ab	195.81 b	41.70 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Perlakuan Pf5 memiliki tinggi 33,83 cm, jumlah daun segar sebanyak 16,44 helai, dan luas daun sebesar 425,60 cm². Hal ini membuktikan hasil penelitian Dowling & O’Gara (1994) dan Khalimi *et al.* (2008), yang menyatakan bahwa *Pseudomonas* spp. kelompok *fluorescens* secara nyata mampu meningkatkan pertumbuhan secara maksimum tanaman kedelai. Jika dibandingkan dengan bentuk daun pada kontrol, permukaan daun yang diberikan isolat *Pseudomonas* spp. lebih besar dan luas. Hasil penelitian ini didukung dengan pendapat dari Ryder *et al.* (1994) yang menyatakan bahwa dengan perlakuan isolat bakteri *Pseudomonas* spp. kelompok *fluorescens*, luas daun kubis yang dipanen meningkat 39% dibanding perlakuan standar. Selain sebagai bakteri yang membantu didalam meningkatkan penyerapan unsur nitrogen (N), *Pseudomonas* spp. juga mampu membantu didalam penyerapan unsur kalium (K) yang berperan penting dalam fotosintesis. Fotosintesis yang tinggi secara langsung meningkatkan pertumbuhan dan luas daun, meningkatkan asimilasi CO₂, serta meningkatkan translokasi hasil fotosintesis keluar daun (Wolf *et al.*, 1976 dalam Gardner *et al.*, 1991), sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan sehat. Menurut Dowling & O’Gara (1994), *P. fluorescens* dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan memproduksi asam salisilat dan asam indol asetat (IAA) sebagai hormon pertumbuhan tanaman, hormon tersebut

merangsang pertumbuhan jaringan batang, daun, dan akar sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik. Pada penelitian ini kontrol memiliki nilai klorofil daun, tinggi, jumlah daun, dan luas daun lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan yang diberikan isolat bakteri *Pseudomonas* spp. yaitu sebesar 37,33 SPAD, 27,04 cm, 13,89 helai, dan 156,44 cm². Sedangkan pada perlakuan isolat lainnya, seperti perlakuan Pf8 berada diposisi kedua terbaik dengan jumlah klorofil 39,00 SPAD, tinggi 32,88 cm, jumlah daun segar sebanyak 15,78 helai, dan luas daun sebesar 336,87 cm². Pf12 berada diposisi ketiga dengan jumlah korofil 40,30 SPAD, memiliki tinggi 32,58 cm, jumlah daun segar 16,33 helai, dan luas daun sebesar 311,92 cm².

Tabel 2. Pengaruh pemberian *Pseudomonas* spp. indigenus terhadap pembentukan puru dan persentase serangan patogen akar gada pada kubis

Perlakuan	Variabel pengamatan		
	Jumlah puru (buah)	Persentase serangan (%)	BK Tanaman (g)
Pf0	83.00 a	100.00 a	6.32 c
Pf1	24.33 d	66.67 ab	7.57 bc
Pf2	14.33 e	66.67 ab	7.77 bc
Pf3	11.00 g	44.44 bc	9.18 ab
Pf4	21.33 d	55.55 b	8.53 ab
Pf5	3.67 h	33.33 bc	9.89 a
Pf6	13.33 e	55.55 b	9.20 ab
Pf7	11.33 e	55.55 b	8.91 ab
Pf8	7.67 g	44.44 bc	10.05 a
Pf9	40.33 b	44.44 bc	8.23 ab
Pf10	13.33 e	44.44 bc	9.42 ab
Pf11	15.67 e	55.55 b	8.60 ab
Pf12	3.67 h	22.22 c	8.39 ab
Pf13	29.00 c	66.67 ab	9.49 ab
Pf14	9.33 g	66.67 ab	9.39 ab
Pf15	9.33 g	55.55 b	9.14 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

3.3 Pengaruh pada Pembentukan Puru dan Persentase Serangan Penyakit Akar Gada

Penggunaan isolat bakteri *Pseudomonas* spp. pada perlakuan Pf5 yang diisolasi dari rizosfer tanaman brokoli mampu menekan serangan penyakit akar gada lebih baik dibandingkan kontrol dengan persentase serangan penyakit sebesar 33,33% (kontrol 100%) dan terbentuknya puru akar terendah sebanyak 3,67 buah puru (kontrol 83,00 buah). Rendahnya persentase serangan dan pembentukan puru akar pada perlakuan isolat dikarenakan *Pseudomonas* spp. kelompok fluorescens mampu mengkolonisasi perakaran tanaman, merangsang pertumbuhan sistem perakaran

sehingga dapat menghambat jamur dan bakteri yang merugikan (Azizah, 2009 didukung oleh Soesanto & Rahayuniati, 2009). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Soesanto (2000) dan didukung oleh Widodo *et al.* (1993), bahwa patogen sukar melakukan penetrasi apabila sistem perakaran terdominasi oleh antagonis. *Pseudomonas* spp. mampu menghambat pembentukan tabung kecambah (germinasi) dan pertumbuhan zoospora sehingga patogen tidak mampu melakukan proses infeksi selanjutnya (Compant *et al.*, 2005). Selain itu, karakter biokontrol *Pseudomonas* spp. terhadap patogen tanaman ditunjukkan dengan menghasilkan antibiotik seperti, *pyoluteorin*, *pyrrolnitrin*, *phenazine 1-carboxylic acid* (PCA), *2,4-diacetylphloroglucinol* (DAPG), senyawa siderofor pengkelat besi, enzim kitinase dan glukukanase yang bersifat litik terhadap dinding sel jamur patogen (Agrios, 1997).

Menurut Agrios (1997) reaksi hipersensitif dapat menghambat dan mencegah infeksi patogen agar tidak meluas ke organ tanaman yang belum terinfeksi dengan membentuk sel gabus. Sel gabus menghalangi meluasnya penyebaran plasmodium didalam sel. Plasmodium yang terdapat pada jaringan akar yang telah terinfeksi berkembang sehingga terbentuk puru akar. Dari tempat infeksi plasmodium menyebar ke korteks dan kambium dengan penetrasi langsung, kemudian plasmodium menyebar ke seluruh bagian kambium menuju xilem. Plasmodium berada di dalam beberapa sel inang, menstimulir pembelahan dan pembesaran sel secara tidak normal. Menurut Agrios (1997) lebih lanjut, penyebaran patogen terjadi terutama karena distimulasi dengan pembelahan sel inang yang diduga distimulir oleh hormon sitokinin dan auksin yang dihasilkan oleh *Pseudomonas* spp.

Untuk variabel berat kering, Pf5 memiliki berat kering sebesar 9,89 g sedangkan kontrol memiliki berat kering terendah sebesar 6,32 g. Hal ini disebabkan oleh mekanisme PGPR yang dimiliki *Pseudomonas* spp. yang berfungsi sebagai pemasok zat makanan dan hormon pertumbuhan yang dapat merangsang pertumbuhan batang dan daun, mendorong berat kering meningkat, yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, dan akhirnya sampai kepada hasil yang meningkat (Soesanto, 2008). Berat kering merupakan salah satu faktor yang dipergunakan didalam melihat berhasil tidaknya upaya pengendalian, berat kering yang besar menandakan bahwa pertumbuhan dari tanaman tersebut baik, pertumbuhan yang baik menandakan tidak adanya serangan penyakit pada tanaman tersebut, sehingga saat panen bobot, kualitas, dan kuantitasnya terjamin. Sedangkan pada perlakuan isolat lainnya, didapat berat kering yang cukup besar seperti pada isolat Pf8 dan Pf12, dengan berat kering masing-masing 10,05 g dan 8,39 g.

Didapatkan tiga isolat *Pseudomonas* spp. indigenus terbaik yang mampu menekan serangan penyakit akar gada dan memacu pertumbuhan tanaman kubis yaitu isolat Pf5, Pf8, dan Pf12 yang diisolasi dari rizosfer brokoli, kol merah, dan arugula. Walaupun diisolasi dari rizosfer tanaman yang berbeda-beda, kemampuan yang dimiliki hampir sama oleh karena merupakan satu jenis bakteri, yaitu bakteri *Pseudomonas* spp. yang sering dipergunakan sebagai antagonis mikroba patogen. Dengan mengkolonisasi perakaran tanaman dan mengeluarkan senyawa antimikrobia

berupa siderofor dan antibiotik infeksi akar gada dapat dicegah dan memproteksi akar agar tanaman tumbuh lebih baik.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Didapatkan tiga isolat bakteri *Pseudomonas* spp. indigenus yang terefektif menekan penyakit akar gada sekaligus memacu pertumbuhan tanaman kubis. Keefektivan isolat tersebut dari yang tertinggi ke rendah secara berturut-turut adalah: isolat yang diisolasi dari *Brassica oleracea* var. *italica* (Pf5), dari *Brassica oleracea capitata* var. *rubra* (Pf8), dan dari *Eruca sativa* (Pf12).

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan identifikasi secara molekuler terhadap isolat-isolat bakteri *Pseudomonas* spp. indigenus yang ditemukan agar spesies dan strainnya dapat diketahui secara detail.
2. Perlu dilakukan sosialisasi dan demonstrasi mengenai penggunaan agens hayati (*biocontrol agents*) yang bersifat indigenus kepada masyarakat luas khususnya para petani kubis didalam mengendalikan penyakit akar gada.

Daftar Pustaka

- Agrios, G.N. 1997. *Plant Pathology*. 4th ed. Academic Press, San Diego, California, London. 635p
- Azizah, N. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang raja terhadap penyakit layu fusarium dengan ekstrak bakteri antagonis. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto (Tidak Dipublikasikan).
- Compant, S., B. Duffy, J. Nowak, C. Cle'Ment, & E.D.A. Barka. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Environmental Microbiology*. 72(9):4949-4959.
- Dowling, D.N. & F. O'Gara. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* involved in the biocontrol of plant disease. *Trends in Biotechnology*. 12:133-141.
- Hadiwiyono, Sholahuddin, & E. Sulastri. 2011. Efektivitas caisin sebagai tanaman perangkap patogen untuk pengendalian penyakit akar gada pada kubis. Surakarta. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. J. HPT.
- Holt, J.G, N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, & S.T. William. 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Edisi ke-9. USA: Williams & Wilkins.
- Gardner, F.P., R. Brent Pearce, & R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya* Terjemahan, UI-Press, Jakarta.
- Khalimi, K. & G.N.A.S. Wirya. 2009. Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacteria untuk biostimulants dan bioprotectants. (on-line). <http://ejournal.unud.ac.id>. [19 Februari 2017].

- Mustika, A.Y. 2009. Efektivitas matriconditioning plus agens hayati dalam pengendalian patogen terbawa benih, peningkatan vigor dan hasil padi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Ryder, M.H., P.M. Stephens, & G.D. Bowen. 1994. Improving plant productivity with rhizosphere bacteria. Proc Third International Workshop on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Adelaide. South Australia. March 7-11, 1994.
- Soesanto, L. 2000. Ecological and biological control of *Verticillium dahliae*. Ph.D. Thesis. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 573p.
- Soesanto, L. & R.F. Rahayunati. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang ambon kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 9(2):130-140.
- Soesanto L., E. Mugiastuti, & R.F. Rahayuniati. 2011. Pemanfaatan beberapa kaldu hewan sebagai bahan formula cair *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk mengendalikan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman mentimun. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Purwokerto. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman.
- Sumarni, A., Aiyen, & P. Johanis. 2015. *Pseudomonas sp.* strain DSMZ 13134 dan efektivitasnya pada pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) serta serapan P pada tanah masam. Palu. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. e-J. Agrotekbis 3 (3): 338-344. ISSN: 2338-3011.
- Susanna, F. 2000. Uppkomsten av en direktorsprofession. Industrile darnas utbildning och karriar i Finland 1900-1975. Helsingfors: Finska Vetenskaps-societen.
- Widodo, M.S. Sinaga, I. Anas, & M. Mahmud. 1993. Penggunaan *Pseudomonas spp.* kelompok fluorescens untuk pengendalian penyakit akar gada.
- Wolf, L.L. & J.S. Wolf. 1976. Mating system and reproductive strategy of Malachite Sunbirds. *Condor* 78: 104-107.