

Potensi Anti *Xanthomonas* dari Bakteri Rizosfer Tanaman Kankung Pagar (*Ipomoea carnea*)

Nurmalina Asmayani¹, Tri Wahyu Setyaningrum¹, A.A. Ngurah Nara Kusuma¹, Nur Indah Julisaniah¹, Faturrahman^{1*}, Muhammad Hari Aditia Pratama², Wanda Qoriasamadillah³.

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia.

² Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia.

³ Biodiversitas Warriors, Yayasan Keanekaragaman Hayati (KEHATI) Jakarta, Indonesia.

Article Info:	Abstract:
Received : December, 26 2024	The plant pathogenic bacterium <i>Xanthomonas campestris</i> is a Gram-negative, rod-shaped bacterium that causes damage to plant leaves. This particular disease can result in significant economic losses and a reduction in the quality of agricultural products. An alternative method of dealing with this bacteria is to utilise the rhizosphere of kale (<i>Ipomoea carnea</i>) as a biological control. This study aimed to evaluate the antibacterial potential of rhizosphere bacteria from <i>Ipomoea carnea</i> against <i>X. campestris</i> and to identify bacterial isolates with enhanced antibacterial activity using the well diffusion method. A total of 13 bacterial isolates were obtained from the rhizosphere of kale, exhibiting distinctive round colonies, flat edges, and a white or cream colouration. A total of 12 gram-negative isolates and one gram-positive isolate were identified. The research uses Analysis of Variance (ANOVA) followed by the Least Significant Difference (LSD) test, resulting in the finding the highest inhibitory activity against <i>X. campestris</i> was demonstrated by isolates R1, R3, and R11, with an average inhibitory zone diameter of 20.01 mm, 20.79 mm, and 20.57 mm, respectively. These values fell into the very strong inhibition category.
Revised : January, 18 2025	
Accepted : January, 25 2025	
Published : January, 30 2025	
Corresponding Author: Faturrahman fatur@unram.ac.id	
Keyword: Antibacterial; Well Diffusion; <i>Xanthomonas campestris</i> ; <i>Ipomoea carnea</i> ; Bactericide.	

PENDAHULUAN

Sayur memiliki daya tarik tersendiri bagi masyarakat sehingga para petani berlomba menghasilkan produk sayur yang berkualitas. Jenis sayuran yang digemari masyarakat diantaranya kubis, kedelai, kol, dan brokoli. Tanaman-tanaman tersebut dikenal sebagai sumber vitamin (A,B, dan C), mineral, dan protein yang berdampak baik bagi kesehatan (Septiawan et al., 2022). Namun, data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan penurunan hasil panen sayuran tersebut. Produksi kubis misalnya, turun dari 1,43 juta ton pada 2021 menjadi 1,40 juta ton pada 2022. Kol dan brokoli juga mengalami penurunan yang signifikan (BPS, 2023). Penurunan hasil panen ini sebagian besar disebabkan oleh cekaman biotik, termasuk serangan

bakteri patogen seperti *Xanthomonas campestris*, yang menyebabkan penyakit busuk hitam (black rot) (Vega-Álvarez et al., 2021). Gejala khas penyakit ini meliputi bercak kuning berbentuk V pada daun, yang akhirnya menghitam dan membusuk. Dampaknya dapat menghambat pengangkutan nutrisi dan menurunkan kualitas hasil panen secara signifikan (Fatimah et al., 2022). Di Indonesia, penyakit ini dilaporkan menyebabkan kerugian hingga 61% pada kubis di Semarang dan 67% pada brokoli di Manado (Lumoly et al., 2016). Di Jawa Barat, sebuah laporan dari Balitbangtan (2020) mencatat kerugian 40% pada tanaman sawi yang terinfeksi penyakit *black rot* selama musim hujan (Balitbangtan, 2020).

Petani seringkali menggunakan bahan kimiawi sebagai pengendali patogen tanaman

karena dianggap lebih mudah dan efisien. Namun penggunaan pestisida atau bahan kimia justru akan menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan karena residu yang ditinggalkan bersifat racun (Jannah et al., 2023). Residu pestisida dapat merusak kesuburan tanah, mengganggu mikroorganisme menguntungkan, serta mencemari ekosistem (Sinambela, 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih ramah lingkungan, seperti penggunaan pestisida hayati. Pestisida hayati berbahan dasar tumbuhan mudah terurai dan aman bagi manusia serta organisme yang dianggap penting bagi tumbuhan (Umarudin, 2019). Salah satu pendekatan yang dapat diaplikasikan adalah pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), yaitu bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. PGPR tidak hanya meningkatkan produktivitas tanaman tetapi juga berperan sebagai agen pengendali hayati yang efektif (Fajariyani & Sumarni, 2019). Dibandingkan dengan pupuk kimia, PGPR memiliki banyak keunggulan, seperti tidak mencemari lingkungan, tidak meninggalkan residu beracun, serta mampu memperbanyak diri di lingkungan alamnya (Jannah et al., 2022). Selain itu, PGPR dapat menghasilkan metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, dan fenol, yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri untuk menghambat pertumbuhan patogen tanaman (Handayani et al., 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa PGPR efektif melawan berbagai bakteri patogen. Misalnya, bakteri dari akar tanaman ciplukan terbukti menghasilkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* (Nugraheni et al., 2021). Selain itu, uji antibakteri dengan kangkung pagar (*Ipomoea carnea*) menunjukkan aktivitas signifikan terhadap *Pseudomonas aeruginosa* (Asih et al., 2022). Kangkung pagar memiliki potensi besar sebagai sumber PGPR karena daya tahannya terhadap penyakit dan perubahan lingkungan, serta kemampuannya untuk tumbuh cepat (Rini et al., 2020). Mikroba PGPR seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas* dapat merangsang sistem kekebalan tanaman, meningkatkan kemampuannya untuk melawan patogen. Mekanisme ini melibatkan pengaktifan jalur pertahanan tanaman yang meningkatkan ketahanan terhadap infeksi bakteri. (Hartono et al., 2024). Berdasarkan potensi tersebut, penting untuk mengeksplorasi kemampuan bakteri

rizosfer dari kangkung pagar dalam menghambat *Xanthomonas campestris*. Studi ini diharapkan dapat menemukan solusi ramah lingkungan yang efektif untuk mengatasi masalah penyakit busuk hitam sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu di Pagutan Barat, Kota Mataram untuk pengambilan sampel rizosfer tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*), sedangkan untuk isolasi dan pengujian dilakukan di Laboratorium Lanjut, Ruang Teknik Mikrobial, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.

Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang menempel pada akar *Ipomoea carnea* diambil sebanyak ± 100 gram di Pagutan Barat, Kota Mataram.

Prosedur Penelitian

Sterilisasi

Sterilisasi dilakukan dengan metode panas-basah menggunakan autoclave pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit untuk menghilangkan kotoran dan mikroba pada alat dan bahan.

Pembuatan Media

- Nutrient Agar (NA): 10 g serbuk NA dilarutkan dalam 500 mL aquades, direbus, disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.
- Tryptone Soya Agar (TSA): 10 g serbuk TSA dilarutkan dalam 250 mL aquades, direbus, disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.
- Tryptone Soya Broth (TSB): 7,5 g serbuk TSB dilarutkan dalam 250 mL aquades, direbus, disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.

Isolasi Bakteri Rizosfer

Suspensi tanah dari pengenceran 10^{-3} hingga 10^{-6} diinokulasikan pada media NA, diinkubasi 24

jam pada suhu ruang. Koloni yang tumbuh dipindahkan dan dimurnikan hingga diperoleh koloni tunggal.

Karakterisasi Bakteri

- a. Pengamatan Koloni: Bentuk, tepi, elevasi, permukaan, dan warna koloni diamati secara makroskopis.
- b. Pengamatan Sel: Bakteri diamati bentuk, motilitas, dan pewarnaan Gram untuk mengidentifikasi bakteri gram positif atau negatif.

Uji Aktivitas Antibakteri

Koloni bakteri diinokulasikan dalam media TSB dan diinkubasi selama 72 jam. Supernatant disentrifugasi dan diinokulasikan pada media TSA yang telah diinokulasi dengan *Xanthomonas campestris*. Zona hambat yang terbentuk diukur setelah inkubasi 24 jam pada suhu ruang. Adapun kontrol positif menggunakan kloramfenikol 0,1%, kontrol negatif menggunakan media TSB. Pengujian ini menggunakan 13 isolat bakteri rizosfer dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk masing-masing sampel isolat.

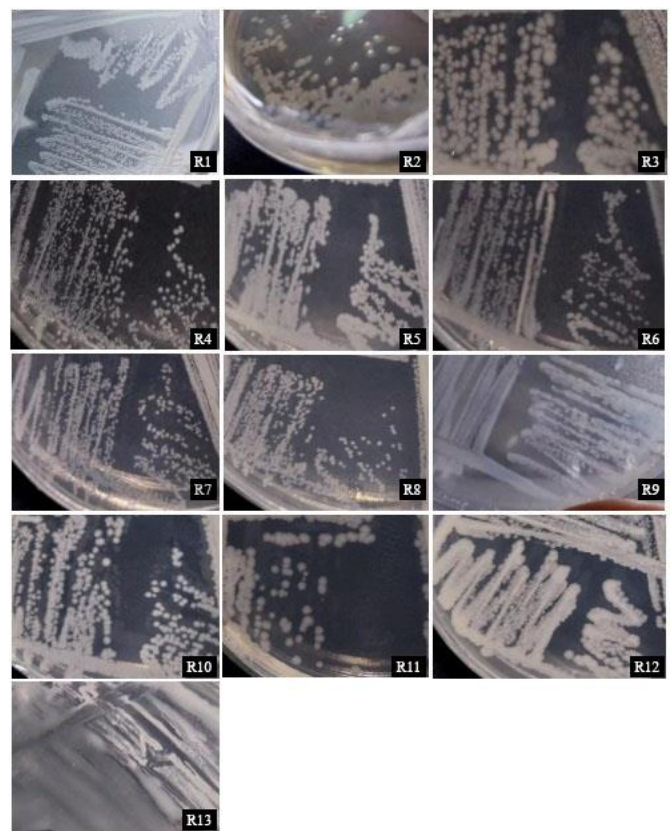
Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan pengukuran zona hambat menggunakan jangka sorong. Kategori daya hambat ditentukan berdasarkan diameter zona hambat. Adapun kategorinya yaitu apabila diameter zona hambat >20 mm termasuk kategori sangat kuat, 16-20 mm termasuk kategori kuat, 10-15 mm termasuk kategori sedang, dan <10 mm termasuk kategori lemah (Surjowardojo, 2015). Analisis statistik menggunakan ANOVA dan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sebanyak 24 isolat bakteri berhasil diisolasi. Namun, dari jumlah tersebut, hanya 13 isolat bakteri yang berhasil dimurnikan untuk analisis lebih lanjut. Proses pemurnian ini penting untuk memastikan bahwa isolat yang digunakan dalam penelitian adalah murni dan bebas dari kontaminasi. Isolat bakteri yang telah berhasil dimurnikan kemudian dikarakterisasi secara makroskopis dan

mikroskopis. Karakterisasi makroskopis dilakukan untuk mengamati morfologi koloni bakteri, seperti bentuk, warna, tepian, dan permukaan koloni. Analisis ini memberikan gambaran awal mengenai karakteristik visual isolat bakteri yang diamati. Pengamatan mikroskopis dilakukan setelah pewarnaan Gram untuk mengetahui sifat dasar bakteri, seperti gram positif atau gram negatif. Proses pewarnaan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop guna mengidentifikasi struktur sel bakteri secara rinci, yang menjadi dasar dalam pengelompokan dan identifikasi bakteri lebih lanjut. Hasil karakterisasi bakteri dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

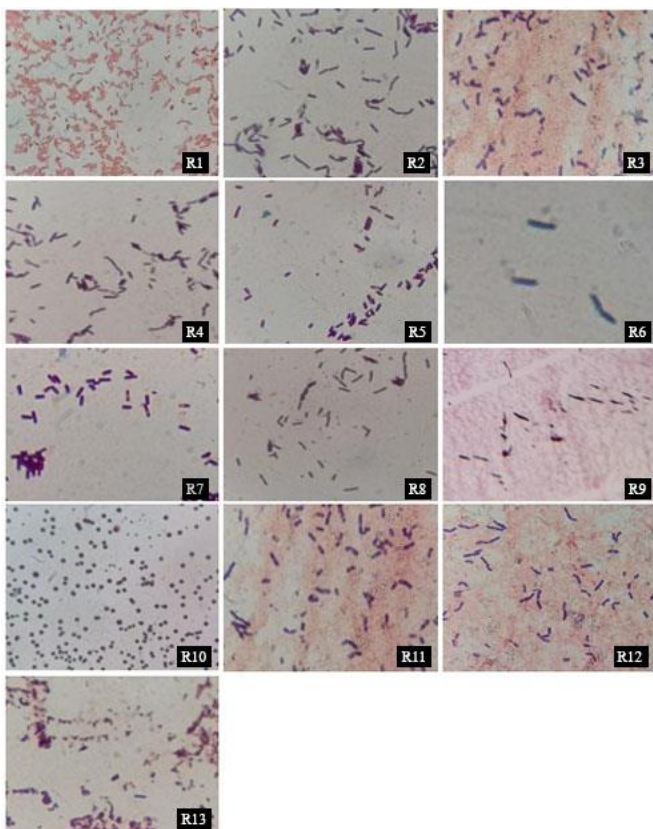


Gambar 1. Karakteristik makroskopis bakteri rizosfer tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*).

Keterangan : Kode Isolat **R1** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R2** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R3** (Bentuk Bulat, Warna Putih, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R4** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R5** (Bentuk Bulat, Warna Putih, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R6** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R7** (Bentuk Bulat, Warna Putih, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R8** (Bentuk Bulat, Warna Putih, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R9** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R10** (Bentuk

Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R11** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Cembung); **R12** (Bentuk Bulat, Warna Cream, Tepian Rata, Permukaan Flat); **R13** (Bentuk Bulat, Warna Putih Bening, Tepian Rata, Permukaan Flat)

Gambar 1 menunjukkan bahwa ke-13 isolat bakteri memiliki bentuk koloni bulat dengan warna yang bervariasi antara putih dan krem. Koloni-koloni tersebut memiliki tepian yang rata, mencerminkan keseragaman morfologi di antara isolat bakteri yang diamati. Selain itu, permukaan koloni menunjukkan karakteristik yang beragam, yakni ada yang datar dan ada pula yang cembung. Keberagaman ini memberikan gambaran awal tentang sifat fisik masing-masing isolat, yang dapat menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut.



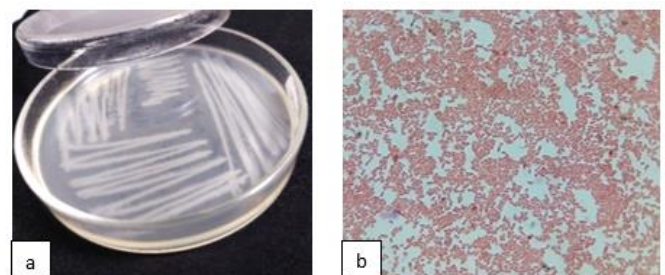
Gambar 2. Karakteristik makroskopis bakteri rizosfer tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*).

Keterangan : Kode Isolat **R1** (Gram Negatif, Bentuk Basil); **R2** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R3** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R4** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R5** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R6** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R7** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R8** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R9** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R10** (Gram Positif, Bentuk

Coccus); **R11** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R12** (Gram Positif, Bentuk Basil); **R13** (Gram Positif, Bentuk Basil).

Pada Gambar 2, diperoleh 12 isolat bakteri yang bersifat Gram-positif, yaitu R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, dan R13. Sementara itu, isolat R1 termasuk dalam kategori Gram-negatif karena menghasilkan warna merah setelah pewarnaan Gram. Pewarnaan ini menunjukkan perbedaan sifat dinding sel bakteri yang dapat membantu dalam proses identifikasi. Dari 13 isolat yang diamati, 12 isolat (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R11, R12, dan R13) memiliki bentuk sel basil, sedangkan hanya satu isolat, yaitu R10, yang berbentuk coccus. Variasi bentuk sel ini memberikan informasi tambahan mengenai karakteristik morfologi bakteri yang berhasil diisolasi.

Pengujian makroskopis terhadap isolat bakteri *Xanthomonas campestris* menunjukkan bahwa bakteri ini berbentuk batang, berwarna kuning, memiliki permukaan halus, dan tepian koloni yang rata. Sementara itu, pengujian mikroskopis memperlihatkan bahwa *Xanthomonas campestris* bersifat Gram-negatif, yang juga diperkuat oleh hasil pengamatan pada Gambar 3.



Gambar 3. a) Isolat bakteri *Xanthomonas campestris* secara makroskopis; b) Sel bakteri *Xanthomonas campestris* secara mikroskopis.

Pengujian bakteri rizosfer tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*) menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Xanthomonas campestris*. Hal ini menegaskan potensi bakteri rizosfer sebagai agen pengendali hayati yang dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan penyakit tanaman. Kemampuan ke-13 isolat bakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Xanthomonas campestris* diamati melalui pengujian khusus. Hasil pengujian tersebut dirangkum secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemampuan penghambatan bakteri rizosfer terhadap *X. campestris*
Diameter Zona Hambat (mm)

Kode Isolat	Pengulangan ke-			Total	Tingkat Aktivitas Antibakteri
	I	II	III		
R1	22.46	17.12	20.44	20.01	Sangat Kuat
R2	20.12	16.41	17.42	17.98	Kuat
R3	21.45	20.46	20.47	20.79	Sangat Kuat
R4	20.53	19.46	16.62	18.87	Kuat
R5	14.49	17.31	14.74	15.51	Kuat
R6	12.4	14.4	13.63	13.48	Sedang
R7	20.63	18.62	13.56	17.60	Kuat
R8	16.96	17.22	11.92	15.37	Kuat
R9	14.67	12.51	13.93	13.70	Sedang
R10	17.24	11.85	17.24	15.44	Kuat
R11	20.75	21.99	21.97	21.57	Sangat Kuat
R12	15.42	17.09	16.68	16.40	Kuat
R13	16.61	18.29	17.13	17.34	Kuat
K+	25.6	23.26	27.31	25.39	Sangat Kuat

Hasil uji ANOVA yang dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel disajikan pada Tabel 2, yang menunjukkan analisis statistik untuk menguji perbedaan signifikan antar data yang dianalisis.

Tabel 2. Hasil Analisis ANOVA dengan Menggunakan Microsoft excel

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	227.634	12	18.9695	4.6039	0.000548	2.1479
Within Groups	107.128	26	4.1203			
Total	334.761	38				

Hasil uji lanjutan menggunakan metode BNT (Beda Nyata Terkecil) menunjukkan perbedaan signifikan di antara perlakuan yang diuji, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3. Analisis ini memberikan informasi lebih rinci mengenai efektivitas perlakuan yang diterapkan dalam penelitian.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rata-rata	Notasi	Perlakuan	Rata-rata	BNT 0.05	Notasi
R1	20.01	c	K+	25.39		a
R2	17.98	d	R11	21.57	3.82	b
R3	20.79	c	R3	20.25	1.32	c
R4	18.87	c	R1	20.01	0.25	c
R5	15.51	d	R4	18.97	1.04	c
R6	13.48	e	R2	17.68	1.29	d
R7	17.60	d	R7	17.33	0.35	d
R8	15.37	d	R13	17.14	0.19	d
R9	13.70	e	R12	16.40	0.75	d
R10	15.44	d	R5	15.51	0.88	d

R11	21.57	b	R10	15.44	0.07	d
R12	16.40	d	R8	15.37	0.08	d
R13	17.34	d	R9	13.70	1.66	e
K+	25.39	a	R6	13.48	0.23	e

Keterangan : Hasil uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan adanya beda nyata penghambatan setiap isolat. Angka-angka yang memiliki huruf (notasi) yang sama (a, b, c, d) pada setiap isolat berarti tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Jumlah isolate yang dimurnikan berkurang dari total bakteri yang berhasil diisolasi dikarenakan faktor isolasi atau pemurnian bakteri berkenaan dengan kebersihan alat, media, bahan, dan lingkungan kerja yang digunakan (Apriliyani & Wahidah, 2021). Berkurangnya jumlah bakteri juga disebabkan oleh kemampuan bakteri dalam beradaptasi dan perbedaan kecepatan pertumbuhan (Septiani et al., 2022). Penelitian dengan penentuan gram bakteri dari perakaran cabai rawit mendapati bahwa 5 dari 7 isolat termasuk bakteri gram positif (Nikmah & Lisdiana, 2023). Penelitian lain juga memaparkan bahwa semua isolat dari rizosfer tanaman akasia yang didapat termasuk kedalam bakteri gram-positif (Rini et al., 2020).

Hasil identifikasi pada penelitian ini memiliki hasil serupa dengan peneliti lainnya. Dimana *Xantomonas campestris* (Xcc) merupakan bakteri gram-negatif, berbentuk batang, berwarna kuning pucat dan berlendir. Warna kuning ini disebabkan karena bakteri *Xantomonas campestris* mampu memproduksi pigmen xanthomonadin. Xanthomonadin adalah pigmen kuning terikat membran yang biasanya diproduksi oleh bakteri fitopatogen *Xanthomonas* sp. (Nihana & Yuliani, 2024). Penelitian lain menyebutkan ciri-ciri *Xantomonas campestris*, yakni berwarna keemasan, berbentuk bulat dengan permukaan halus, dan memiliki tepi yang rata. Pengujian gram bakteri juga menunjukkan bahwa isolat yang didapatkan memiliki sifat tambahan yang sesuai dengan karakteristik *Xantomonas campestris*, yakni berwarna merah dibawah mikroskop yang menandakan bakteri tersebut adalah gram negative (Masnilah et al., 2023).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa ke-13 isolat bakteri rizosfer memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xantomonas campestris*. Kemampuan penghambatan paling tinggi ditunjukkan oleh isolat R1, R3, dan R11 dengan rata-rata diameter zona hambat diatas 20 mm. Apabila dibandingkan

dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bakteri rizosfer dari perakaran tanaman gandum dengan nama isolat Sgu-4 dan Sgu-5 hanya mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Xantomonas* sp. sebesar 16,95 mm dan 18,43 mm (Larasaty et al., 2020). Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa bakteri rizosfer dengan kode RNC 36 mampu menghambat bakteri *Xantomonas* sp. dengan terbentuk zona bening sebesar 14,7 mm, 12,1 mm, dan 14,05 mm (Ningrum et al., 2024). Hasil penelitian ini dapat dikatakan lebih unggul karna mampu menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Zona hambat yang terbentuk dikarenakan bakteri rizosfer memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, senyawa fenolik, tanin, saponin, terpenoid, sterol dan alkaloid yang berperan sebagai antibakteri. Senyawa-senyawa ini sebagian besar mempunyai potensi yang besar sebagai senyawa bioaktif dan secara tidak langsung menghambat pertumbuhan patogen tanaman (Abriyani et al., 2023). Perbedaan diameter zona hambat dikarenakan perbedaan sensitifitas terhadap antibakteri akibat perbedaan struktur dinding sel yang dimiliki oleh masing-masing bakteri (gram positif dan negatif) yang juga memengaruhi sifat antibakteri terhadap bakteri tersebut. Perbedaan diameter zona hambat juga disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya kecepatan difusi, jumlah organisme yang diinokulasi, kecepatan tumbuh bakteri, konsentrasi bahan kimia, kondisi pada saat inkubasi, ukuran molekul dan stabilitas bahan antibakteri serta sifat media yang digunakan (Jamilatun et al., 2020).

Kontrol positif dan negatif juga digunakan dalam penelitian ini. Kloramfenikol dengan konsentrasi 0,1% digunakan sebagai kontrol positif. Penggunaan kloramfenikol dipilih karena merupakan antibiotika bakteriostatik spektrum luas yang aktif terhadap bakteri gram positif dan negatif baik anaerob maupun aerob. Sedangkan untuk kontrol negatif digunakan media TSB karena tidak

mempunyai efek antimikroba, sehingga tidak mempengaruhi hasil uji antibakteri. Penggunaan kontrol positif berfungsi sebagai kontrol dari zat uji, dengan membandingkan diameter daerah hambat yang. Sedangkan tujuan penggunaan kontrol negatif agar dapat mengetahui ada tidaknya pengaruh pelarut terhadap pertumbuhan mikroba uji, sehingga dapat dipastikan bahwa aktivitas yang ditunjukkan oleh isolat ialah senyawa yang terkandung dalam sampel bukan berasal dari pelarut yang digunakan (Bastian, 2018).

Hasil uji ANOVA dengan menggunakan *microsoft excel* menunjukkan bahwa nilai *p-value* (0.000548) < 0.05 . Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap isolat bakteri rizosfer memiliki kemampuan penghambatan antibakteri yang berpengaruh atau berbeda nyata (signifikan). Sehingga perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui isolat mana yang berbeda secara signifikan. Ini penting untuk dilakukan karena uji ANOVA hanya menunjukkan adanya perbedaan, tetapi tidak menunjukkan isolat-isolat yang berbeda. Hasil uji lanjutan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda nyata (signifikan) atau terdapat perbedaan notasi pada setiap isolat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil isolasi dari bakteri rizosfer akar tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*) diperoleh 13 isolat bakteri dengan bentuk bulat, berwarna putih dan cream, memiliki tepian yang rata dengan permukaan yang datar dan cembung. 12 isolat termasuk gram-positif dan satu isolat gram-negatif. Kemudian, semua isolat bakteri dari rizosfer akar tanaman kangkung pagar (*Ipomoea carnea*) memiliki kemampuan antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen tanaman *Xantomonas campestris*. Isolat bakteri rizosfer yang lebih optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xantomonas campestris* ditunjukkan oleh isolat R1, R3, dan R11 dengan rata-rata diameter zona hambat 20,01 mm, 20,79 mm, dan 21,57 mm yang masuk dalam kategori penghambatan sangat kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penyusunan artikel ini, sehingga proses penyelesaiannya dan publikasinya dapat berjalan dengan lancar.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis bekerja sama dalam melaksanakan setiap tahap penelitian dan penulisan manuskrip.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

REFERENSI

- Abriyani, E., Farhamzah, F., & Wathoni, A. Z. (2023). Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bunga Kangkung Pagar (*Ipomoea Carnea* Jacq.). *Jurnal Farmasetis*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.32583/far.v12i3.1422>
- Apriliyani, R., & Wahidah, B. F. (2021). Perbanyakkan anggrek *Dendrobium* sp. secara in vitro: Faktor-faktor keberhasilannya. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), 33–46. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v1i2.21992>
- Asih, A. S., Indriyani, Kurnia, V. K., & Gunarti, N. S. (2022). REVIEW ARTICLE: AKTIVITAS FARMAKOLOGI DAN SENYAWA KIMIA PADA TANAMAN KANGKUNG PAGAR (*Ipomoea carnea* Jacq.). *Jurnal Buana Farma*, 2(1), 27–32. <https://doi.org/10.36805/jbf.v2i1.338>
- Bastian, S. (2018, July 1). *UJI AKTIVITAS ANTIMIKROBA DARI JAMUR LAUT YANG BERSOSIASI DENGAN SPONS Callyspongia* sp. Reterived from: <https://www.semanticscholar.org/paper/UJI-AKTIVITAS-ANTIMIKROBA-DARI-JAMUR-LAUT-YANG-sp.-Bastian/693da9f9b8bacd55415409f8f9c85373d245ecfb>
- Fajariyani, A. I., & Sumarni, T. (2019). Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.). *Produksi Tanaman*, 7(9), Article 9. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1216>
- Fatimah, F., Khasanah, H. N., Khoirunnisa, R., Qurrotu 'Aini, F., & Hanik, N. R. (2022). Identification of Diseases and Pests of Cauliflower (*Brassica oleracea*) in the Pedan Hamlet Plantation, Karanglo, Tawangmangu. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 113–120. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3072>

- Handayani, A. T., Rokhim, S., & Faizah, H. (2023). Pengaruh PGPR Akar Bambu dan Kompos Azolla Terhadap Pertumbuhan Ginseng (*Talinum triangulare*). *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.33477/bs.v12i2.5597>
- Hartono, H. P., Rokhim, S., & Faizah, H. (2024). Pengaruh Pemberian PGPR *Bacillus* SP. dan *Pseudomonas* SP. Asal Akar Bambu Apus terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 9(3), 294–303. <https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i3.1154>
- Indonesia, B. P. S. (n.d.). *Produksi Tanaman Sayuran—Tabel Statistik*. Retrieved December 23, 2024, from <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Jamilatun, M., Aminah, A., & Shufiyani, S. (2020). Uji Daya Hambat Antibakteri Kapang Endofit Dari Tanaman Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 7(2), 335–346. <https://doi.org/10.36743/medikes.v7i2.224>
- Jannah, M., Jannah, R., & Fahrumsyah, F. (2022). Kajian Literatur: Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Mengurangi Pemakaian Pupuk Anorganik pada Tanaman Pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.35941/jatl.5.1.2022.7940.41-49>
- Jannah, M., Marlina, M., & Hakim, L. (2023). Potensi Bakteri Endofit *Paenibacillus polymyxa* dalam Menghambat Beberapa Patogen Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) In Vitro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i4.27538>
- Lailatun Nikmah, A., & Lisdiana, L. (2023). Penapisan Bakteri Rizosfer Pendegradasi Herbisida Glifosat dari Tanah Pertanian Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 24–31. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v13n1.p24-31>
- Larasaty, S., Mukarlina, M., & Kurniatuhadi, R. (2020). Uji Antagonis *Pseudomonas fluorescens* spp. Terhadap Isolat Bakteri *Xanthomonas* (SL3) dari Daun Padi Bergejala Hawar di Kabupaten Kubu Raya. *JURNAL BIOS LOGOS*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.35799/jbl.11.1.2021.30998>
- Lumoly, F. S., Senewe, E., & Manengkey, G. S. J. (2016). INSIDENSI PENYAKIT BUSUK HITAM PADA TANAMAN BROKOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) DI TOMOHON. *COCOS*, 7(4), Article 4. <https://doi.org/10.35791/cocos.v7i4.12868>
- Masnilah, R., Nurmala, F., & Pradana, A. P. (2023). IN VITRO STUDY OF PHYLLOSOPHERE BACTERIA AS PROMISING BIOCONTROL AGENTS AGAINST BACTERIAL LEAF BLIGHT DISEASE (*Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*) IN RICE PLANTS. *J-PEN Borneo : Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2). <https://doi.org/10.35334/jpen.v6i2.4094>
- Nihana, J., & Yuliani, T. S. (2024). PENGARUH METABOLIT SEKUNDER TERHADAP BENIH. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 1(1), Article 1.
- Ningrum, A. M., Ramadhan, T. H., & Rianto, F. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Supernatan Isolat Bakteri RNC 36 Dengan Suhu Yang Berbeda Terhadap *Xanthomonas oryzae*. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(3), 872. <https://doi.org/10.26418/jspe.v13i3.78892>
- Nugraheni, I. A., Setianah, H., & Wibowo, D. S. (2021). Aktivitas Antibakteri Dari Bakteri Endofit Asal Akar Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Biomedika*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v13i1.11009>
- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustini, R., & Frima, F. K. (2020). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil IAA (Indole Acetic Acid) dari Rhizosfer Tanaman Akasia (*Acacia mangium*). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 210–219. <https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.619>
- Septiani, A. H. I., Kusmiyati, F., & Kristanto, B. A. (2022). Efektivitas Ekstrak Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) Sebagai Anti Kontaminan Dalam Pertumbuhan Kultur Jaringan Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Tedjo MZ. *Agroteknika*, 5(1), 60–74. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v5i1.147>
- Septiawan, R. D., Ezward, C., & Haitami, A. H. (2022). Produksi Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) dan Tomat (*Solanum lycopersicum*) pada Sistem Tumpang Sari Dengan Pemberian POC Urine Sapi. *Jurnal AGROSAINS Dan TEKNOLOGI*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.24853/jat.7.2.89-98>
- Sinambela, B. R. (2024). DAMPAK PENGGUNAAN PESTISIDA DALAM KEGIATAN PERTANIAN TERHADAP LINGKUNGAN HIDUP DAN KESEHATAN. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i2.625>
- Umarudin, S. (2019). *APLIKASI MIANA, KEMANGI, DAN KUMIS KUCING Sebagai Pestisida Nabati*. Penerbit Graniti.
- Vega-Álvarez, C., Francisco, M., & Soengas, P. (2021). Black Rot Disease Decreases Young Brassica oleracea Plants' Biomass but Has No Effect in Adult Plants. *Agronomy*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030569>