



Potensi Antagonis Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Gambut terhadap Bakteri *Xanthomonas* sp. Penyebab Kanker Daun Tanaman Jeruk Siam Pontianak

Shella Mida Juniarti ¹⁾, Siti Khotimah ^{✉ 2)}, Rahmawati ³⁾, Mukarlina ⁴⁾

^{1),3),4)}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 05 September 2023

Disetujui: 21 Mei 2024

Dipublikasikan: 31 Mei 2024

Keywords:

phosphate solubilizing bacteria; siam citrus leaf; *Xanthomonas* sp.; citrus cancer disease; antagonist test bakteri pelarut fosfat; daun jeruk siam; *Xanthomonas* sp.; penyakit kanker daun jeruk; tes antagonis

Abstract

The productivity of Siam citrus in West Kalimantan from year to year has begun to decline, one of the causes is a disease that attacks the plant. One of the diseases that often attack citrus plants is leaf cancer disease caused by the bacterium *Xanthomonas* sp. Phosphate solubilizing bacteria are one of the rhizosphere bacteria from peat soils that can act as biological control agents in plants. Therefore, this study aimed to determine phosphate solubilizing bacteria from peat soil as a control for leaf cancer of the Siam Pontianak citrus plant caused by *Xanthomonas* sp. This research was conducted from June 2022 to September 2022, at the Microbiology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Tanjungpura University, Pontianak. This study used a completely randomized design (CRD) with each of the 5 treatment levels repeated 3 times to obtain 15 experimental units. Antagonist test *in vitro* using the dual culture method. The results showed that all phosphate solubilizing bacteria from peat soil *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB 2), and *Bacillus* sp. (SGB 3) have antagonistic potential against *Xanthomonas* sp. (BP2).

Abstrak

Produktivitas tanaman jeruk siam di Kalimantan Barat dari tahun ke tahun mulai menurun, salah satu penyebabnya adalah penyakit pada tanaman tersebut. Penyakit yang sering menyerang tanaman jeruk siam salah satunya yaitu penyakit kanker daun yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp. Bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu bakteri rizosfer asal tanah gambut yang dapat berperan sebagai agen pengendali hayati pada tanaman. Tujuan penelitian ini untuk menentukan potensi bakteri pelarut fosfat asal tanah gambut sebagai pengendali penyakit kanker daun tanaman jeruk siam pontianak yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp. Penelitian ini dilakukan dari bulan Juni 2022 hingga September 2022, di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan masing-masing 5 taraf perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 15 unit percobaan. Uji antagonis secara *in vitro* menggunakan metode *dual culture*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua bakteri pelarut fosfat yang berasal dari tanah gambut yaitu *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB 2), dan *Bacillus* sp. (SGB 3) memiliki potensi antagonis terhadap bakteri *Xanthomonas* sp. (BP2).

© 2024 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Jl. Pondok Indah Lestari E5

E-mail: siti.khotimah@fmipa.untan.ac.id

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Jeruk siam merupakan salah satu tanaman buah tahunan asal negara-negara Asia. Jeruk siam merupakan salah satu tanaman dari anggota jeruk keprok. Tanaman ini banyak dibudidayakan di negara Indonesia karena keadaan iklim, curah hujan dan sifat tanah yang baik. Ningsih *et al.* (2012) menyebutkan bahwa buah jeruk siam sangat luas dikenal serta rasa buah ini yang manis dengan sedikit asam yang banyak mengandung vitamin C sehingga baik untuk kesehatan tubuh.

Produktivitas tanaman jeruk siam di Kalimantan Barat dari tahun ke tahun mulai menurun. Hal ini dibuktikan pada tahun 2015 produktivitas tanaman ini sebesar 208.40 kg/pohon sedangkan pada tahun 2016 produktivitas tanaman ini sebesar 178.69 kg/pohon (BPS, 2017). Produktivitas tanaman jeruk siam menurun dapat disebabkan beberapa faktor seperti adanya penyakit pada tanaman tersebut. Serangan penyakit ini dapat menurunkan kualitas serta kuantitas buah tanaman ini.

Penyakit yang sering menyerang tanaman jeruk siam salah satunya yaitu penyakit kanker daun yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp. Triwiratno (2017) telah berhasil mengisolasi *Xanthomonas* sp. dari daun tanaman jeruk bergejala kanker. Gejala yang ditimbulkan pada bagian permukaan daun terdapat bintil kuning bulat dengan tengah bintil warna coklat. Apindiati dan Rizal (2018) dalam penelitiannya juga telah berhasil mengisolasi bakteri *Xanthomonas* sp. berasal dari daun jeruk pomelo bergejala kanker di Kebun Percobaan Cikayaban Institut Pertanian Bogor.

Umumnya pengendalian penyakit pada tanaman jeruk masih menggunakan bahan kimiawi (bakterisida). Penggunaan bahan kimiawi ini jika berkelanjutan dapat mengakibatkan dampak negatif bagi tanaman itu sendiri serta bagi lingkungan sekitar. Maka dari itu, terdapat alternatif lain untuk mengendalikan penyakit pada tanaman yaitu menggunakan bakteri rizosfer. Bakteri rizosfer pada saat ini sangat banyak digunakan. Bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu bakteri rizosfer asal tanah gambut yang dapat berperan sebagai agen pengendali hayati pada tanaman. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk menganalisis potensi isolat bakteri pelarut fosfat asal tanah gambut sebagai pengendali penyakit kanker daun tanaman jeruk siam pontianak yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas* sp

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan, dimulai dari bulan Juni-September 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat. Penelitian ini menggunakan isolat bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) pada daun tanaman jeruk siam pontianak yang bergejala kanker (belum dipublikasi) koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Tanjungpura, tiga strain isolat bakteri pelarut fosfat *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB2), dan *Bacillus* sp. (SGB3) koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Tanjungpura. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menguji potensi isolat bakteri pelarut fosfat yang berasal dari tanah gambut *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB 2) dan *Bacillus* sp. (SGB 3) sebagai agen antagonis untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) pada daun tanaman jeruk siam pontianak bergejala kanker. Penelitian eksperimen

dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan tiga ulangan sebagai berikut.

P1 : BP2 vs K+

P2 : BP2 vs K-

P3 : BP2 vs SGB1

P4 : BP2 vs SGB2

P5 : BP2 vs SGB3

Pembuatan Media Pikovskaya

Media *Pikovskaya* sebanyak 31,3 gram dilarutkan dalam 1000 ml akuades steril dalam gelas piala, dipanaskan menggunakan *hotplate* hingga mendidih. Selanjutnya media dipindahkan dalam labu Erlenmeyer dan bagian mulut labu Erlenmeyer ditutup menggunakan aluminium foil, kemudian disterilkan pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit menggunakan autoklaf.

Pembuatan Media NA (*Nutrient Agar*)

Media NA sebanyak 20 gram dilarutkan dalam 1000 ml akuades steril dalam gelas piala dipanaskan menggunakan *hotplate* hingga mendidih. Selanjutnya media dipindahkan dalam labu erlenmeyer dan bagian mulut labu erlenmeyer ditutup menggunakan aluminium foil, kemudian disterilkan pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit menggunakan autoklaf.

Pembuatan Media NB (*Nutrient Broth*)

Media NB sebanyak 14 gram dilarutkan dalam 1000 ml akuades steril dalam gelas piala, disterilkan pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit menggunakan autoklaf.

Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi dilakukan dengan mencuci semua alat yang akan digunakan hingga bersih lalu dikering anginkan. Selanjutnya membungkus alat- alat tersebut dengan plastik. Bila alat tersebut ada yang terbuat dari logam, dibungkus menggunakan kertas atau *aluminium foil* kemudian dimasukkan dalam plastik mika. Semua alat dan bahan (termasuk media) dimasukkan dalam autoklaf dan kemudian disterilisasi selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm.

Peremajaan Bakteri Pelarut Fosfat

Isolat bakteri pelarut fosfat sebanyak 3 isolat dilakukan peremajaan dengan cara diambil sebanyak 0,1 ml masing-masing isolat bakteri pelarut fosfat dari kultur stok lalu diremajakan dengan media NB cair sebanyak 10 ml dalam masing-masing tabung reaksi dan di-*shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 120 rpm. Media *Pikovskaya* agar dituangkan sebanyak ± 20 ml dalam cawan petri ditunggu hingga padat. Suspensi bakteri tersebut diambil menggunakan batang penyebar (*bacterial cell spreader*) lalu diratakan pada media *Pikovskaya* agar padat. Setelah itu, kultur diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

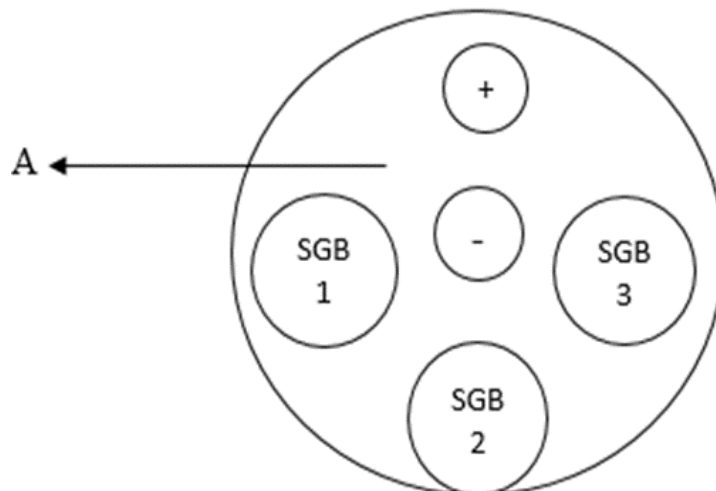
Peremajaan Bakteri Patogen

Isolat bakteri patogen dilakukan peremajaan dengan cara diambil sebanyak 1-2 ose isolat bakteri patogen dari kultur stok, lalu dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah berisi 10 ml akuades steril

kemudian di-*shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 120 rpm. Setelah itu, diambil suspensi bakteri patogen tersebut menggunakan batang penyebar (*bacterial cell spreader*) dari tabung reaksi dan diratakan pada cawan petri yang telah berisi media NA padat dilakukan secara aseptik dan diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam.

Uji Antagonis

Uji antagonis menggunakan metode uji ganda atau metode kultur ganda (*dual culture*) dilakukan dengan cara pembuatan suspensi isolat bakteri patogen dan suspensi isolat bakteri antagonis yaitu diambil masing-masing isolat bakteri sebanyak 1-2 ose, kemudian dimasukkan dalam masing-masing tabung reaksi yang telah berisi 10 ml media NB lalu di-*shaker* selama 24 jam (Nuria, 2010; Sakinah & Enny, 2014). Setelah itu, dipipet sebanyak 1 ml suspensi bakteri patogen dan bakteri antagonis dimasukkan dalam masing-masing tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril dan disetarakan kekeruhannya dengan larutan 1 McFarland. Media NA dituang dalam cawan petri sebanyak ± 20 ml dan didinginkan, kemudian suspensi bakteri patogen yang telah disetarakan dengan larutan 1 McFarlan diambil dengan menggunakan cotton swab dan diratakan pada permukaan media NA yang telah padat sampai merata. Potongan kertas saring steril dengan diameter ± 0,5 cm direndam ke dalam masing-masing suspensi bakteri antagonis, suspensi antibiotik (*amoxicillin*) dan akuades steril selama ±30 menit. Potongan kertas saring diletakkan di bagian tepi cawan petri yang telah berisi bakteri patogen (Gambar 1). Inkubasi selama 24 jam pada suhu ruang (Kumar *et al.*, 2014; Nawawi, 2001).



Gambar 1. Skema Uji Antagonis; - : Kontrol negatif (penempatan kertas saring yang telah dicelupkan akuades steril), + : Kontrol positif (penempatan kertas saring yang telah dicelupkan antibiotik), SGB: bakteri antagonis (penempatan kertas saring yang telah berisi bakteri pelarut fosfat), A: cawan petri yang telah berisi bakteri patogen (Kumar *et al.*, 2014)

Pengamatan dilakukan terhadap diameter zona bening dilakukan selama 2 x 24 jam yang merupakan reaksi penghambatan dari bakteri pelarut fosfat terhadap patogen *Xanthomonas* sp. bergejala kanker yang berasal dari daun tanaman jeruk siam. Rerata diameter zona penghambatan bakteri antagonis berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Harti (2015) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Zona Hambatan } R = \frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

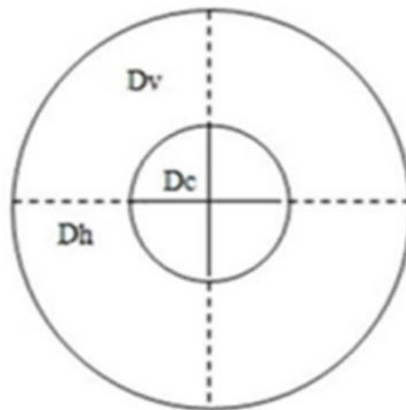
Dimana:

R = Rata- rata zona hambatan yang muncul (mm)

Dv = Diameter vertikal

Dh = Diameter horizontal

Dc = Diameter kertas saring



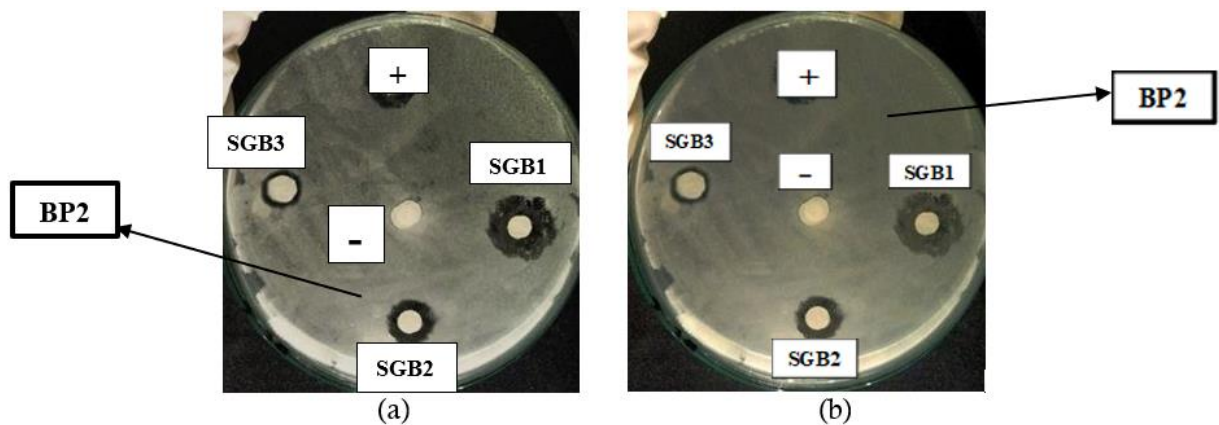
Gambar 2. Rumus perhitungan diameter zona hambat (Harti, 2015)

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan Analysis of Variance (Anova) dengan menggunakan Uji Lanjutan Duncan dengan taraf signifikansi 5%. Analisis data ini dilakukan dengan bantuan *software SPSS 16.0 for Windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa tiga strain isolat bakteri pelarut fosfat *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB2), dan *Bacillus* sp. (SGB3) memengaruhi pertumbuhan bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) bergejala kanker dari daun tanaman jeruk siam pontianak, yang ditunjukkan dengan adanya zona hambat yaitu zona bening yang terbentuk di sekitar kertas saring pada jam ke-24 dan jam ke-48 (Gambar 3, Tabel 1).



Gambar 3. Hasil pengamatan zona hambat pada uji antagonis. (a) Waktu inkubasi 24 jam, (b) Waktu inkubasi 48

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan kontrol positif, kontrol negatif, dan setiap perlakuan uji 3 strain bakteri pelarut fosfat *Bacillus* sp. (SGB1), *Bacillus* sp. (SGB2), dan *Bacillus* sp. (SGB3) terhadap bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) dari daun tanaman jeruk siam pada waktu inkubasi 24 jam berpengaruh nyata ($F_{4,10} = 14,170$; $P = 0,000$) dan inkubasi 48 jam ($F_{4,10} = 16,099$; $P = 0,000$) berpengaruh nyata terhadap diameter zona hambat yang terbentuk pada masing-masing perlakuan tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata Diameter Zona Hambat Uji Antagonis Semua Perlakuan terhadap Bakteri Patogen *Xanthomonas* BP2 dari Daun Tanaman Jeruk Siam

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)		Kategori Diameter Zona Hambat (Surjowardojo <i>et al.</i> , 2015)
	Inkubasi 24 jam	Inkubasi 48 jam	
BP2 vs K+	3,72 ± 0,87 ^{ab}	7,2 ± 0,75 ^{bc}	Sedang
BP2 vs K-	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	Lemah
BP2 vs SGB1	16,35 ± 5,63 ^c	16,85 ± 5,48 ^d	Kuat
BP2 vs SGB2	8,23 ± 3,29 ^b	8,7 ± 2,84 ^c	Sedang
BP2 vs SGB3	2,22 ± 1,05 ^a	2,3 ± 1,08 ^{ab}	Lemah

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95% (uji Duncan)

Hasil Uji Lanjut Duncan pada waktu inkubasi 24 jam menunjukkan bahwa perlakuan kontrol positif berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. (SGB1), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol negatif, *Bacillus* sp. (SGB2), dan *Bacillus* sp. (SGB3). Waktu inkubasi 48 jam, perlakuan kontrol positif berbeda nyata dengan perlakuan kontrol negatif dan *Bacillus* sp. (SGB1), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. (SGB2) dan *Bacillus* sp. (SGB3). Pengujian daya hambat bakteri pelarut fosfat terhadap bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) dari daun tanaman jeruk siam dengan waktu inkubasi 24 jam dan 48 jam memiliki diameter zona hambat tertinggi pada perlakuan *Bacillus* sp. (SGB1) yaitu sebesar 16,35 mm dan 16,85 mm dengan kategori penghambatan kuat (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter zona hambat terbesar diperoleh dari hasil antagonis antara *Bacillus* sp. (SGB1) yang mewakili bakteri Gram positif terhadap patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) dengan kategori penghambatan yang kuat (Tabel 1). Zona bening yang semakin besar, menandakan bahwa semakin tinggi tingkat aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen. Kondisi ini diduga karena *Xanthomonas* sp. (BP2) merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki susunan dinding sel mengandung lipid lebih banyak sehingga lebih mudah dirusak oleh metabolit sekunder yang bersifat toksik yang disintesis oleh bakteri antagonis *Bacillus* sp. (SGB1). Pelczar dan Chan (2005) serta Todar (2018) mengatakan bahwa dinding sel bakteri Gram negatif terdiri dari tiga lapis dengan ketebalan yang tipis dan kandungan lemak tinggi (11-12%) yang akan lebih mudah bereaksi dengan senyawa alkaloid nonpolar sehingga menyebabkan lisis sel.

Nilai zona hambat yang terbentuk dari hasil pengukuran pada masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa adanya perbedaan kemampuan *Bacillus* sp. SGB1, *Bacillus* sp. SGB2, dan *Bacillus* sp. SGB3 dalam menghambat bakteri patogen *Xanthomonas* sp. (BP2) (Tabel 1). Menurut Waluyo (2010), perbedaan zona hambat yang terbentuk oleh bakteri antagonis dari satu genus yang sama dapat disebabkan adanya perbedaan konsentrasi dari senyawa antimikroba yaitu pada konsentrasi yang rendah tidak dapat membunuh patogen akan tetapi pada konsentrasi yang tinggi dapat membunuh patogen. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wati *et al.* (2017) yang berhasil mendapatkan enam isolat *Bacillus* sp. berbeda yaitu K11, K13, K21, K28, N2, dan N3 yang menunjukkan keenam isolat tersebut dapat menghambat patogen dengan nilai daya hambat yang berbeda.

Semua perlakuan menunjukkan peningkatan rata-rata diameter zona hambat dari pengamatan 24 jam ke pengamatan 48 jam. Peningkatan rerata ini menunjukkan bahwa semua bakteri pelarut fosfat memiliki sifat yang sama dengan antibiotik amoxicilin yaitu bakteriosida (Tabel 1). Menurut Utami (2018), peningkatan rerata diameter zona hambat pada pengamatan 48 jam setelah inkubasi terjadi dikarenakan puncak dari aktivitas enzim yang dimiliki bakteri telah dicapai dalam waktu 48 jam. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Irfanti *et al.* (2021) tentang uji antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* dari rizosfer bambu terhadap bakteri patogen *Ralstonia solanacearum*. Perlakuan menggunakan *Bacillus* sp. pada pengamatan 24 jam inkubasi nilai zona hambat sebesar 0,39 mm dan pada pengamatan 48 jam inkubasi nilai zona hambat sebesar 1,15 mm. Perlakuan menggunakan *P. fluorescens* pada pengamatan 24 jam dan 48 jam inkubasi nilai zona hambat berturut-turut sebesar 0,60 mm dan 0,64 mm.

Kontrol negatif menggunakan akuades steril dan kontrol positif menggunakan antibiotika *amoxicillin*. Antibiotika ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang dapat dilihat dengan adanya zona hambat yang lebih besar pada bakteri antagonis di kertas saring. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa antibiotika *amoxicillin* memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam menghambat bakteri patogen. Menurut Tjay dan Rahardja (2007), antibiotik merupakan suatu zat kimia yang dihasilkan fungi maupun bakteri yang berfungsi untuk menghambat atau mematikan pertumbuhan bakteri, namun toksisitasnya pada manusia relatif kecil. *Amoxicillin* adalah antibiotik berspektrum luas dikarenakan mampu mengatasi infeksi yang disebabkan oleh bakteri Gram negatif dan Gram positif. *Amoxicillin* memiliki kandungan β -laktam. Widyastuti *et al.* (2019) mengatakan bahwa *amoxicillin* merupakan salah satu jenis antibiotika golongan penisilin yang dapat digunakan untuk mengatasi infeksi berbagai jenis bakteri. Antibiotika ini mematikan atau membunuh bakteri dengan cara menghambat pembentukan dinding sel bakteri. Mekanisme kerjanya dengan cara menghambat pembentukan sintesis dinding sel bakteri yang akan berakibat pertumbuhan bakteri terganggu. Hal ini menyebabkan plasma yang terserap membuat dinding sel bakteri menjadi pecah dan sehingga terjadi lisis atau kematian bakteri.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, simpulan yang didapat dari penelitian ini yaitu uji antagonisme dengan metode *dual culture* menunjukkan semua bakteri pelarut fosfat dengan kode isolat SGB 1, SGB 2, dan SGB 3 yang berasal dari tanah gambut mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Xanthomonas*

sp. (BP2) bergejala kanker dari daun tanaman jeruk siam pontianak dengan hasil rerata diameter hambatan pada pengamatan 24 jam dan pengamatan 48 jam yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apindiati, K. R., & Rizal, M. (2018). Identifikasi *Xanthomonas citri* penyebab kanker pada tanaman jeruk pamelo. Seminar Nasional Prosiding Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Buku 1 Bidang Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi. Hal. 127-131.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2017. Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Buah di Indonesia Berita Resmi Statistik BPS.
- Harti, S. A. (2015). Mikrobiologi Kesehatan. CV. Andi Offset.
- Irfanti, D. Y., Yusriadi, M., & Elly, L. (2021). Uji antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* dari rhizosfer bambu, rumput gajah, dan putri malu dalam menekan bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(1), 292-298. <https://doi.org/10.20527/jppt.v4i1.671>
- Kumar, A., Shiv, K. V., Ashis, & Dhiraj, K. C. (2014). Biochemical and molecular characterization of antagonistic bacteria against yellow blotch of oyster mushroom. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(4), 294-297.
- Nawawi, G. (2001). Pengukuran Jarak dan Sudut. Modul Program Keahlian Mekanisme Pertanian. Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Ningsih, R., Mukarlina, & Riza, L. (2012). Isolasi dan identifikasi jamur dari organ bergejala sakit pada tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Protobiont*, 1(1), 1-7.
- Nuria, M. C. (2010). Antibacterial activities jangkang (*Homalocladium platycladum* (F. Muell) Bailey) leaves. *Jurnal Mediagro*, 2(2), 9-15.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2005). Dasar-Dasar Mikrobiologi 2. Universitas Indonesia Press.
- Sakinah, A. L., & Enny, Z. (2014). Resistensi *Azotobacter* terhadap $HgCl_2$ yang berpotensi menghasilkan enzim merkuri reduktase. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2), 84-86.
- Tjay, T. H., & Rahardja, K. (2007). Obat-Obat Penting (Edisi Revisi, Vol. 6). *Elex Media Komputindo*.
- Todar, K. (2018). Pathogenic *E. coli*. *Todar's Online Textbook and Bacteriology*.
- Triwiratno, A. M. (2017). Status dan patogenitas penyakit kanker jeruk (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) di Jawa Timur. *Jurnal Holtikultura Pusat Penelitian dan Pengembangan Holtikultura*, 1(3), 276-286.
- Utami, D. P. (2018). Isolasi, identifikasi dan aktivitas antibakteri bakteri endofit daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura*, 4(1), 4-31.
- Wati, F. D. A., Nurcahyanti, S. D., & Addy, H. S. (2017). Eksplorasi *Bacillus* spp. dari perakaran kubis sebagai agen antagonis *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. *Agritrop*, 15(2), 217-225. <https://doi.org/10.32528/agr.v15i2.1178>