

UJI DAYA HAMBAT PERTUMBUHAN MIKROBA PATOGEN OLEH *Streptomyces* sp. strain I18 SEBAGAI AGEN BIOKONTROL

*GROWTH INHIBITION TEST OF PATHOGENIC MICROBES AGAINST *Streptomyces* sp. strain I18 AS BIOCONTROL AGENT*

Mesy Miranda AR^{1)*}, Mutia Dinda Lestari¹⁾, Ulin Ni'mah Setiawati¹⁾, Endah Setyaningrum²⁾, Nismah Nukmal²⁾, Ahmad Arifyianto²⁾, Titik Nur Aeny³⁾

^{1,2}Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumatri Brojonegoro, Gedong Meneng, Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

³Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumatri Brojonegoro, Gedong Meneng, Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

E-mail korespondensi: mirandamesyar@gmail.com

Paper submit : 28 Agustus 2021, Paper publish: September 2022

Abstract—Diseases caused by pathogenic microbial have infected living things, such as human, animal, and plant. It effects negative impact on health and decrease product quality in agriculture. Biocontrol agent can be used to control infectious safety and environment friendly. The purpose of this research to know the potency of *Streptomyces* sp. strain i18 as biocontrol agent to inhibit growth of pathogenic microorganisms such as *Candida* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus* sp., *Erwinia* sp., and *Escherichia coli*. Antagonist test uses swab method by growing pathogenic bacteria on the surface Mueller Hinton Agar (MHA), and then *Streptomyces* sp. i18 put in the center of media. The indicator in this method is clear zone formed around bacteria colony. The results indicate that *Streptomyces* sp. strain i18 has strong activity to inhibit *Erwinia* sp. to 18.33 mm, followed *Fusarium oxysporum* to 17.00 mm, *Aspergillus* sp. to 15.00 mm. and has weak activity to inhibit *Candida* sp. to 3.33 mm. But *Streptomyces* sp. strain i18 can't inhibit growth of *Escherichia coli*. *Streptomyces* sp. strain i18 has the potential to be used as biocontrol agent for the growth of pathogenic bacteria and fungi.

Keywords: *Streptomyces* sp., biocontrol, pathogenic microbes, inhibition.

Abstrak—Penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen telah menginfeksi makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tanaman. Hal ini memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan menurunkan kualitas produksi di bidang pertanian. Agen biokontrol dapat digunakan untuk mencegah infeksi yang aman dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 sebagai agen biokontrol dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Candida* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus* sp., *Erwinia* sp., dan *Escherichia coli*. Pengujian antagonis menggunakan metode swab dengan menumbuhkan bakteri patogen pada permukaan atas media Mueller Hinton Agar (MHA), kemudian *Streptomyces* sp. strain i18 di titik pada bagian tengah media. Indikator yang diamati adalah zona jernih yang terbentuk disekitar koloni bakteri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Streptomyces* sp. strain i18 memiliki aktivitas yang kuat dalam menghambat *Erwinia* sp. sebesar 18,33 mm, kemudian diikuti *Fusarium oxysporum* sebesar 17,00mm, dan *Aspergillus* sp. sebesar 15,00 mm namun dikategorikan lemah dalam menghambat pertumbuhan *Candida* sp. sebesar 3,33 mm. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa *Streptomyces* sp. strain i18 tidak dapat menghambat pertumbuhan dari *Escherichia coli*. Bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 berpotensi dijadikan agen biokontrol pertumbuhan bakteri maupun jamur patogen.

Kata kunci: *Streptomyces* sp., biokontrol, mikroba patogen, daya hambat.

PENDAHULUAN

Penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen baik bakteri maupun fungi

masih menjadi permasalahan di Indonesia. Infeksi yang disebabkan mikroba patogen tidak hanya dijumpai pada manusia namun

juga dapat menyerang tanaman. Bakteri *Escherichia coli* dapat menyebabkan derajat dehidrasi diare akut (Halim et al., 2017). Diketahui pula *E. coli* dapat menyebabkan sistitis (peradangan selaput lendir) dengan cara masuk ke saluran kandung kemih baik pada manusia maupun hewan dan menyebabkan gastroenteritis taraf sedang (Melliawati, 2009).

Selain itu, mikroba yang banyak menyerang manusia adalah *Candida albican*. Jamur ini menyebabkan infeksi *Candidiasis Vulvovaginalis* pada organ vagina (Sijid et al., 2021), dan penyebab utama penyakit pada mulut, vagina, kuku, kulit, dan paru-paru (Farizal & Dewa, 2017). Mikroba patogen lain yang menjadi sumber infeksi pada tanaman yaitu *Fusarium oxysporum* sebagai sumber infeksi pada kultivar bawang merah (Prakoso et al., 2016), penyebab utama penyakit layu pada tanaman cabai (Nurzannah et al., 2014), dan menyebabkan penyakit busuk batang pada tanaman vanili (Nurchayani et al., 2012). *Erwinia chrysanthemi* menyebabkan penyakit busuk lunak pada lidah buaya (Supriadi et al., 2020). Rahayu (2015) melaporkan bahwa *Aspergillus* sp. yang menyerang daun pada tanaman kacang panjang. Selain menyerang pada tanaman, jamur *Aspergillus* sp. juga menyebabkan infeksi paru paru pada ayam kampung (Praja & Yudhana, 2018) dan menjadi penyebab penyakit aspergillosis pada manusia (Amir et al., 2018).

Infeksi dari berbagai patogen tersebut tentu memberikan dampak buruk baik di bidang kesehatan maupun bidang ekonomi, karenanya perlu dilakukan upaya pengendalian. Penggunaan pestisida sintetis dan antibiotik untuk menekan laju pertumbuhan mikroba patogen sudah sangat populer dikalangan masyarakat. Sayangnya, penggunaan pestisida sintetis secara berkelanjutan tidak hanya dapat menimbulkan dampak negatif bagi

kesehatan manusia dan lingkungan, akan tetapi juga memberikan dampak pada lahan pertanian yang menyebabkan produk hasil pertanian tidak laik untuk dikonsumsi.

Biokontrol merupakan salah satu metode alternatif dalam pengendalian hayati yang ramah lingkungan, efektif, ekonomis, dan bekerja sesuai target sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Biokontrol merupakan proses penghambatan pertumbuhan dengan menginfeksi satu organisme menggunakan mikroorganisme antagonis (Le Hesran et al., 2019).

Organisme yang banyak dijadikan sebagai agen biokontrol adalah mikroorganisme. Keuntungan penggunaan bakteri sebagai agen biokontrol diantaranya adalah bakteri banyak ditemukan di tanah, proses produksi massa bakteri lebih cepat dan murah jika dibandingkan dengan mikroorganisme lain seperti jamur, serta tidak menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Bakteri sebagai agen biokontrol yang banyak dilaporkan adalah *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, dan *Streptomyces*.

Streptomyces sp. merupakan salah satu bakteri dari kelas Aktinomycetes yang dapat ditemukan pada organisme laut dan daratan. *Streptomyces* dapat diisolasi dari laut pada ikan, hewan moluska, bunga karang, tumbuhan bakau, dan rumput laut (Dharmaraj, 2010). Genus *Streptomyces* dikelompokkan sebagai bakteri Gram positif, tidak tahan asam, memiliki hifa aeral yang tidak bersekat, dan bersifat kalase (Sari et al., 2014). Bakteri *Streptomyces* diketahui mampu menghasilkan antibiotik dan enzim hidrolitik ekstraseluler seperti enzim kitinase dan β 1,3-glukanase (Minas et al., 2000). Lebih dari 70 % senyawa antibiotik yang berasal dari mikroorganisme telah dilaporkan dalam berbagai publikasi berasal dari genus *Streptomyces* (Clardy et al., 2006). Menurut

Vurukonda et al. (2018), *Streptomyces* dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antifungi dan antibakteri untuk mikroorganisme patogen. Mengingat kemampuan genus ini dalam menghasilkan metabolit sekunder sebagai antimikroba yang kuat serta dapat menghasilkan *Plant Growth Promotion* (PGP) dalam kondisi lingkungan yang ekstrim, menjadikan bakteri *Streptomyces* pilihan tepat untuk dijadikan agen biokontrol yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindungi dari penyakit (Newitt et al., 2019).

Tujuan perlu dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi dari bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 sebagai agen biokontrol terhadap pertumbuhan berbagai mikroorganisme patogen dengan menggunakan metode uji daya hambat.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Laminar Air Flow* (LAF), *autoclave*, inkubator, neraca digital, *hot plate*, Erlenmeyer, cawan Petri, jarum ose, dan jangka sorong. Bahan yang digunakan meliputi alkohol 70%, *cotton bud*, tisu, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Nutrient Agar* (NA), *MuellerHinton Agar* (*beef extract lamb digestic peptone* 2 g, *acid hydrolysate of casein* 17,5 g, *starch* 1,5 g, agar 17 g, akudes 1000

mL) media *International Streptomyces Project 4* (*strarch soluble* 1 g, K_2HPO_4 0,1 g, $MgSO_4$ 0,1 g, NaCl 0,1 g, Amonium sulfat 0,2 g, $CaCO_3$ 0,2 g, Agar 2 g, akuades 100 mL), *Candida* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus* sp., *Erwinia* sp., *Eschericia coli* dan *Streptomyces* sp. strain i18.

2. Metode

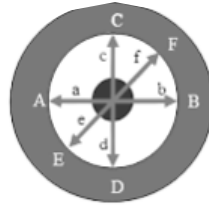
Isolat *Streptomyces* sp. strain i18 dikultur pada media *International Streptomyces Project* (ISP) 4, *Eschericia coli* dan *Erwinia sppada* media *Nutrient Agar* (NA) dan jamur patogen pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Kultur diinkubasi pada inkubator selama 24 jam untuk bakteri dan 48-72 jam untuk jamur pada suhu kamar. Uji antagonis dilakukan dengan cara *swab* yaitu Mikroba patogen ditumbuhkan pada lapisan atas media *Mueller Hinton Agar* (MHA) menggunakan *cotton bud*, kemudian isolat *Streptomyces* sp. strain i18 diuji tantang dengan di titik pada bagian tengah cawan. Zona jernih yang terbentuk di sekitar koloni *Streptomyces* sp. strain i18 merupakan indikator terbentuknya daya hambat. Zona hambat diukur menggunakan jangka sorong setelah inkubasi selama 48-72 jam.

Menurut Jamilatun et al. (2020), Aktivitas daya hambat pertumbuhan mikroba patogen (tabel 1) digolongkan sebagai berikut:

Tabel 1. Kategori zona hambat

Diameter zona hambat	Kategori
> 20 mm	Sangat kuat
11-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
< 5 mm	Lemah

Untuk perhitungan zona hambat (gambar 1) dapat menggunakan rumus berikut:



Gambar 1. Perhitungan zona hambat

$$\text{zona hambat} = \frac{(AB - ab) + (CD - cd) + (EF - ef)}{3}$$

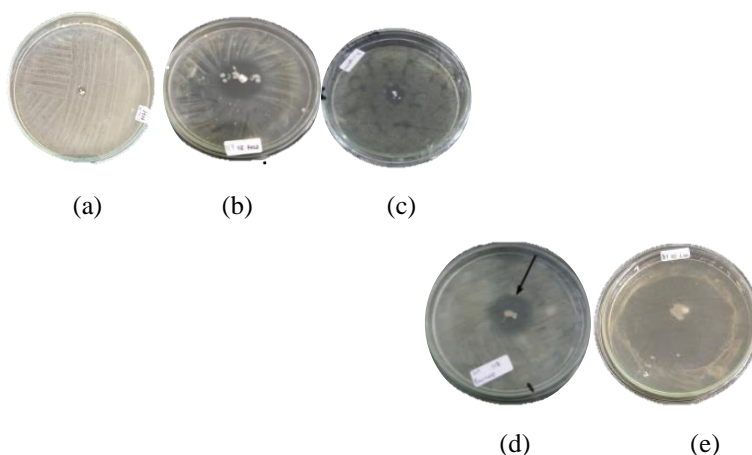
Keterangan:

- A-B : Diameter zona horizontal
- C-D : Diameter zona horizontal
- E-F : Diameter zona diagonal
- a-b : Diameter koloni horizontal
- c-d : Diameter koloni vertikal
- e-f : Diameter koloni diagonal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji antagonis dari bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 terhadap pertumbuhan berbagai mikroba patogen dapat diketahui dengan mengamati hasil diameter zona jernih yang terbentuk sebagai indikator kemampuan daya hambat. Pada

Gambar 2 menunjukkan bahwa bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 dapat menghasilkan zona jernih pada patogen *Candida* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus* sp., dan *Erwinia* sp. sedangkan pada *Escherichia coli* tidak terbentuk zona jernih.



Gambar 2. Hasil pengujian *Streptomyces* sp. strain i18 dalam menghambat (a) *Candida* sp.; (b) *Fusarium oxysporum*; (c) *Aspergillus* sp.; (d) *Erwinia* sp.; (e) *Escherichia coli*

Selanjutnya pada Tabel 2 memperlihatkan hasil rata-rata diameter koloni *Streptomyces* sp. strain i18 ketika diujiantang dengan berbagai patogen. Rata-rata

diameter yang dihasilkan akan digunakan untuk menghitung aktivitas zona hambat yang terbentuk. Diameter koloni *Streptomyces* sp. strain i18 memiliki ukuran

yang paling besar pada perlakuan *Fusarium oxysporum* yaitu sebesar 15,00 mm.

Tabel 2. Rata-rata diameter koloni

Jenis patogen	\bar{x} Diameter koloni (mm) \pm SD
Candida sp.	1,00 \pm 0,10
Fusarium oxysporum	15,00 \pm 14,79
Aspergillus sp.	3,66 \pm 0,57
Erwinia sp.	4,00 \pm 2,00
Eschericia coli	1,66 \pm 0,57

Pada Tabel 3 menunjukkan data hasil rata-rata pengukuran diameter zona jernih di sekitaran koloni *Streptomyces* sp. strain I18. Hasil diameter zona jernih yang memiliki

ukuran paling besar ditemui pada perlakuan *Fusarium oxysporum* yaitu sebesar 32,00 mm, sedangkan pada *Eschericia coli* tidak terbentuk zona jernih.

Tabel 3. Rata-rata diameter zona jernih

Jenis patogen	\bar{x} diameter zona jernih (mm) \pm SD
Candida sp.	4,33 \pm 1,52
Fusarium oxysporum	32,00 \pm 4,00
Aspergillus sp.	18,66 \pm 2,08
Erwinia sp.	22,33 \pm 1,52
Eschericia coli	0

Hasil perhitungan aktivitas daya hambat bakteri *Streptomyces* sp. strain i18 sesuai penggolongan menurut Jamilatun et al. (2020) menunjukkan *Streptomyces* sp. strain i18 memiliki aktivitas yang kuat dalam menghambat *Erwinia* sp. sebesar 18,33 mm, kemudian diikuti dengan *Fusarium oxysporum* sebesar 17,00mm, dan *Aspergillus*

sp. sebesar 15,00 mm namun dikategorikan lemah dalam menghambat pertumbuhan *Candida* sp. sebesar 3,33 mm. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa *Streptomyces* sp. strain i18 tidak dapat menghambat pertumbuhan dari *Eschericia coli* dengan tidak terbentuknya zona jernih disekitaran koloni.

Tabel 4. Hasil perhitungan uji daya hambat

Jenis patogen	\bar{x} diameter zona jernih (mm) \pm SD	Katagori zona hambat
Candida sp.	3,33 \pm 1,52	Lemah
Fusarium oxysporum	17,00 \pm 11,78	Kuat
Aspergillus sp.	15,00 \pm 2,64	Kuat

Jenis patogen	\bar{x} diameter zona jernih (mm) \pm SD	Katagori zona hambat
Erwinia sp.	18,33 \pm 3,21	Kuat
Eschericia coli	0	Tidak ada

Streptomyces sp. merupakan salah satu jenis bakteri gram positif dengan hifa areal yang tidak bersekat. Bakteri ini diketahui memiliki kemampuan dalam menghasilkan antibiotik dan enzim hidrolitik. Selain itu metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri ini juga memiliki potensi sebagai antibakteri dan antifungi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyaningrum et al. (2021), menunjukkan bahwa uji fitokimia isolat *Streptomyces* sp. strain i18 memiliki kandungan saponin yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba patogen.

Kemampuan yang dihasilkan oleh *Streptomyces* sp. strain i18 dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab busuk lunak pada tanaman yaitu *Erwinia* sp. digolongkan ke dalam katagori yang kuat. Menurut Tasnim et al. (2011), *Streptomyces* mampu menghambat pertumbuhan *Erwinia* sp. sebesar 45%. Penelitian yang dilakukan oleh Sallytha et al. (2014) juga menunjukkan isolat actinomycetes memiliki aktivitas daya hambat pada *Erwinia carotovora* dengan diameter zona hambat terbesar yaitu 49,95 mm. Menurut Arifiyanto et al. (2020), mekanisme penghambatan ini diduga terjadi karena adanya gangguan sel, terjadi sintesis dinding sel, penghambatan sintesis protein, kerusakan permeabilitas membran, sintesis DNA/RNA dan metabolisme. Integritas kerusakan dinding sel dan permeabilitas membrane disebabkan oleh kemampuan isolat aktinomycetes dalam menurunkan tegangan permukaan sehingga akan menghambatan perbagai metabolisme sel target.

Aktivitas zona hambat dapat dihasilkan dari ketiga jenis jamur yang digunakan dalam pengujian ini. Aktivitas zona hambat oleh *Streptomyces* sp. strain i18 dikategorikan kuat terjadi pada *Fusarium oxysporum* dan *Aspergillus* sp. sedangkan pada *Candida* sp. digolongkan ke dalam katagori lemah. Penyebab perbedaan zona hambat yang signifikan ini disebabkan oleh komposisi penyusun dinding sel dari masing-masing jamur tersebut yang berbeda. Menurut Masfufatun et al. (2014), komponen penyusun lapisan terluar dari *Candida* sp. ialah mannan dan glukukan. Ketika *Candida* sp. berada dalam bentuk miselium semu maka komposisi kitin penyusun dinding sel tiga kali lebih tebal. Hal ini yang menyebabkan *Streptomyces* strain i18 sulih mendegradasi dinding sel dari *Candida* sp. sehingga menghasilkan diameter zona hambat yang kecil. Pada *Fusarium oxysporum* dan *Aspergillus* sp. memiliki dinding sel yang tersusun atas kitin, sehingga *Streptomyces* sp. lebih mudah dalam mendegradasi dinding sel dari kedua isolat tersebut. Diketahui dari penelitian yang dilakukan oleh Minas et al. (2000), bahwa *Streptomyces* sp. memiliki kemampuan menghasilkan enzim hidrolitik seperti kitinase dan β 1,3-glukanase sehingga dapat menghambat pertumbuhan dari *Fusarium oxyporus* maupun *Aspergillus* sp. dengan membentuk zona jernih yang besar disekitaran koloni.

Uji aktivitas daya hambat *Streptomyces* sp. strain i18 terhadap *Eschericia coli* menunjukkan tidak dihasilkannya zona hambat. Hal ini diduga adanya resistensi yang terjadi antara *Eschericia coli* dengan

senyawa metabolit yang dihasilkan oleh *Streptomyces* sp. strain i18. Hal ini sejalan dengan penelitian Dharmawan et al. (2014), bahwa *Streptomyces* SGH3, SuNP3, dan SuNP4 tidak dapat menghambat lima strain *E. coli*. Menurut Iswara (2015), kebanyakan bakteri gram negatif seperti *E. coli* telah mengalami resistensi terhadap obat-obatan yang diturunkan secara genetik oleh plasmid perantara diantara bakteri usus. Sifat resistensi secara turun-temurun terjadi karena adanya transfer faktor resisten ke dalam plasmid. Selain itu, terdapat kemungkinan juga bahwa isolat yang digunakan tidak menghasilkan senyawa antibiotik atau menghasilkan antibiotik namun tidak dapat berkerja pada *E. coli* yang disebabkan ketidakterseediaanya reseptor dalam sel target maka pada hasil pengujian tidak adanya zona hambat yang terbentuk.

SIMPULAN

Streptomyces sp. strain i18 sangat berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap

mikroba patogen yaitu *Erwinia* sp., *Fusarium oxysporum*, dan *Aspergillus* sp., sedangkan pada *Candida* sp. memiliki potensi dalam skala yang rendah. Sebaliknya, isolat *Streptomyces* sp. strain i18 tidak dapat dijadikan sebagai agen biokontrol Untuk patogen *Escherichia coli*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat) Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian yang diketuai oleh Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed dengan judul “Uji Fraksi Metabolit *Streptomyces* Sebagai Antimalaria Secara In-Vivo”. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada ibu Oni Mastuti selaku laboran Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA, Universitas Lampung, yang telah membantu dalam menyediakan peralatan serta bahan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, Sari, N. I., Darmawati, & Dewi, S. S. (2018). Tepung Talas sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Candida albicans* dan *Aspergillus* sp. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 1, 78–85.
- Arifiyanto, A., Surtiningsih, T., Ni'matuzahroh, Fatimah, Agustina, D., & Alami, N. H. 2020. Antimicrobial activity of biosurfactants produced by actinomycetes isolated from rhizosphere of Sidoarjo mud region. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.24. 101513.
- Clardy, J., Fischbach, M. A., & Walsh, C. T. 2006. New antibiotics from bacterial natural products. In *Nature Biotechnology*. 4(12) : 1541–1550.
- Dharmaraj, S. 2010. Marine *Streptomyces* as a novel source of bioactive substances. In *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 26 : 2123–2139.
- Dharmawan, I. W. E. K. A., Kawuri, R., & Parwanayoni, M. S. 2014. Isolasi *Streptomyces* Spp. Pada Kawasan Hutan Provinsi Bali Serta Uji Daya Hambatnya Terhadap Lima Strain Diarrheagenic *Escherichia Coli*. *Jurnal Biologi*.13(1).
- Farizal, J., & Dewa, E. A. R. S. (2017). Identifikasi *Candida Albican* Pada Saliva Wanita Penderita Diabetes Melitus. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 6(2), 67–74.
- Halim, F., Warouw, S. M., Rampengan, N. H., & Salendu, P. 2017. Hubungan Jumlah Koloni *Escherichia Coli* dengan Derajat Dehidrasi pada Diare Akut. *Sari Pediatri*. 19(2) : 81.

- Iswara, A. 2015. Pola Sensitivitas *Escherichia coli* terhadap Antibiotik Metronidazole. *The 2nd University Research Coloquium, Section 4*, 273–277.
- 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.
- Le Hesran, S., Ras, E., Wajenberg, E., & Beukeboom, L. W. 2019. Next generation biological control – an introduction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 167(7) : 579–583.
- Masfufatun, M., Sudibya, A., & Indahsari, N. K. 2014. Potensi Ekstrak Protein *Candida Albicans* Sebagai Bioresptor Pada Imunosensor Untuk Diagnosa Kandidiasis. *Ilmiah Kedokteran*. 3 : 26–39.
- Melliawati, R. (2009). *Escherichia coli* Dalam Kehidupan Manusia. *BioTrends*, 4(1), 10–14.
- Minas, W., Bailey, J. E., & Duetz, W. 2000. Streptomycetes in micro-cultures: Growth, production of secondary metabolites, and storage and retrieval in the 96-well format. *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology*. 78(3-4) : 297–305.
- Newitt, J. T., Prudence, S. M. M., Hutchings, M. I., & Worsley, S. F. 2019. Biocontrol of cereal crop diseases using streptomycetes. *Pathogens*, 8(2) : 1-25.
- Nurchayani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. (2012). Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium Oxysporum* F.Sp. *Vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara in Vitro. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1), 12–22.
- Nurzannah, S., Lisnawita, L., & Bakti, D. (2014). Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu *Fusarium* (*Fusarium Oxysporum*) Pada Cabai Dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3), 1230–1238.
- Praja, R. N., & Yudhana, A. (2018). Isolasi Dan Identifikasi *Aspergillus* Spp pada Paru-Paru Ayam Kampung Yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6.
- Prakoso, E. B., Wiyatingsih, S., & Nirwanto, H. 2016. Uji Ketahanan Berbagai Kultivar Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Terhadap Infeksi Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*). *Plumula*. 5(1) : 10–20.
- Rahayu, L. A. 2015. Identifikasi Dan Deskripsi Fungi Penyebab Penyakit Pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri SYariff Hidayatullah.
- Sallytha, A. A. M., Addy, H. S., & Mihardjo, P. A. 2014. Pertanian Penghambatan Actinomycetes Terhadap *Erwinia Carotovora* Subsp. *Carotovora* Secara in Vitro. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(4) : 70–72.
- Sari, N. M., Kawuri, R., Khalimi, & Khamdan. 2014. *Streptomyces* sp. Sebagai Biofungisida Patogen *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder et Hans. Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*. 2(2) : 161-169.
- Setyaningrum, E., Arifiyanto, A., Nukmal, N., Aeny, T. N., Putri, M. H., & Setiawati, U. N. 2021. In vitro Test for Inhibition of *Plasmodium falciparum* 3D7 Parasites using *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* Strain i18, Isolated from a Pineapple Farm in Lampung. *J Pure Appl Microbiol*.

- Sijid, S. A., Zulkarnain, Z., & Amanda, S. S. 2021. Infeksi *Candidiasis vulvovaginalis* Pada Mukosa Vagina Yang Disebabkan Oleh Candida sp. (Review). *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*. 15(1) : 118.
- Supriadi, Ibrahim, N., & Taryono. 2020. Karakterisasi *Erwinia chrysanthemi* Penyebab Penyakit Busuk Bakteri Pada Daun Lidah Buaya (*Aloe vera*). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 8(2) : 45.
- Tasnim, S., Kawuri, R., & Astiti, N. P. A. 2011. Efektifitas Daya Hambat Bakteri *Streptomyces* sp Terhadap *Erwinia* sp Penyebab Penyakit Busuk Rebah Pada Tanaman Lidah Buaya (*Aloe barbadensis* Mill). *Simbiosis*, 1, 21–27.
- Vurukonda, S. S. K. P., Giovanardi, D., & Stefani, E. 2018. Plant growth promoting and biocontrol activity of streptomyces spp. As endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*.19(4).