

## Isolasi dan Analisis Koloni Bakteri Rizosfer Untuk Agen Pengendali Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp)

### *Isolation and Analysis of Rhizosphere Bacterial Colony for Controlling Agents of Fusarium Wilt in Strawberry Plants (Fragaria sp)*

Aza Zunairoh<sup>1\*)</sup>, Ahmad Syauqi<sup>2\*\*)</sup>, Tintrim Rahayu<sup>3</sup>

<sup>123)</sup>Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

#### ABSTRAK

Bakteri rizosfer merupakan mikroba tanah yang dapat diisolasi dari rizosfer tanaman stroberi (*Fragaria* sp). Bakteri rizosfer termasuk dalam kelompok mikroba antagonis yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp yang menginfeksi tanaman yang menyebabkan penyakit layu fusarium pada akar tanaman stroberi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks keragaman bakteri rizosfer yang diisolasi dari tanaman stroberi yang bersifat antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan eksperimen. Hasil analisis keragaman bakteri rizosfer memiliki nilai indeks keragaman sebesar 1,35. Hal ini menandakan bahwa keanekaragaman bakteri rizosfer yang diisolasi dari rizosfer tanaman stroberi termasuk dalam kategori sedang ( $1,0 < H' < 3,322$ ). Analisis potensi penghamabatan dari 5 macam koloni ( $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ ) yang didapatkan, bakteri rizosfer  $R_5$  memiliki persentase daya hambat sebesar 51,9%. Sehingga bakteri  $R_5$  ini memiliki potensi dan menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp, sebab bakteri  $R_5$  memiliki ciri-ciri dan karakter makroskopis dan mikroskopis yang sama dengan ciri-ciri yang dimiliki oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

Kata kunci: Bakteri rizosfer, tanaman stroberi, *Fusarium* sp

#### ABSTRACT

*Rhizosphere bacteria are soil microbes that can be isolated from the rhizosphere of strawberry plants (Fragaria sp). Rhizosphere bacteria are included in the group of antagonistic microbes which have the potential to inhibit the growth of the pathogenic fusarium sp fungi that cause fusarium wilt in the roots of strawberry plants. This study aims to determine the diversity index of rhizosphere bacteria isolated from strawberry plants which are antagonistic to Fusarium sp. This study uses descriptive and experimental methods. The results of the analysis of the diversity of rhizosphere bacteria have a diversity index value of 1.35. This indicates that the diversity of rhizosphere bacteria isolated from the rhizosphere of strawberry plants is in the moderate category ( $1.0 < H' < 3.322$ ). Analysis of potential friendship of 5 types of colonies ( $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ ) were obtained, rhizosphere bacteria  $R_5$  had a percentage of inhibition of 51.9%. So that this  $R_5$  bacteria has the potential and inhibits the growth of Fusarium sp fungi, because the  $R_5$  bacteria have the same macroscopic and microscopic characteristics and characteristics as those possessed by the bacterium Pseudomonas fluorescens.*

Keywords: *Rhizosphere bacteria, strawberry plants, Fusarium* sp

---

\*) Aza Zunairoh. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Jl. MT Haryono 193, Malang 65144, 085211994260, e-mail: [azazunairoh8496@gmail.com](mailto:azazunairoh8496@gmail.com)

\*\*) Ir. Ahmad Syauqi, M.Si. Jurusan Biologi FMIPA UNISMA, Jl. MT Haryono 193, Malang 65144, 08986307836, e-mail: [ahmadandro.as@gmail.com](mailto:ahmadandro.as@gmail.com)

Diterima Tanggal 29 Januari 2019 dan Publikasi Tanggal 25 Agustus 2019

## Pendahuluan

Tanaman stroberi (*Fragaria* sp) merupakan salah satu komoditas buah subtropika yang memiliki warna yang menarik dan memiliki rasa yang segar. Tanaman stroberi dapat hidup di tempat yang cukup air, kebutuhan unsur hara mikro dan makro terpenuhi serta faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman stroberi [1]. Tanaman stroberi membutuhkan tanah yang subur dengan pH 5,5-6,5 [2]. Pertumbuhan tanaman stroberi perlu diperhatikan karena kebutuhan stroberi yang terus meningkat setiap tahunnya. Kendala utama yang sering terjadi pada tanaman stroberi adalah serangan penyakit. Patogen penyebab penyakit pada tanaman stroberi sering kali meresahkan para petani. Infeksi yang disebabkan oleh patogen menyebabkan kerusakan pada tanaman khususnya menurunnya produktivitas stroberi. Jamur *Verticillium* sp merupakan salah satu jamur patogen yang sering dijumpai menyerang tanaman stroberi yang menyebabkan daun tanaman stroberi berwarna kecoklatan, mengering dan kemudian mati [3]. Sedangkan *Fusarium* sp merupakan salah satu mikroba patogen yang banyak menginfeksi akar tanaman stroberi yang menyebabkan penyakit layu pada akar tanaman stroberi [4].

Penanganan yang tepat bagi tanaman maupun lingkungan adalah dengan pemanfaatan mikroba sebagai biopestisida yang biasa dikenal dengan mikroba antagonis. Salah satu mikroorganisme yang baik digunakan sebagai biopestisida adalah bakteri rizosfer. Bakteri rizosfer merupakan *rizobacteria* yang tumbuh dan berkembang di sekitar perakaran tanaman. Daerah atau zona tertentu di sekitar perakaran tanaman akan terpengaruh dengan aktifitas metabolisme sel akar dari jenis tanaman. Selain itu, zona tertentu juga dapat menentukan macam mikroba yang tumbuh di daerah tersebut. Zona-zona di sekitar perakaran tanaman dibagi menjadi tiga, salah satunya adalah zona rizosfer. Zona rizosfer adalah daerah sekitar 1-2 cm dari akar tanaman [5]. Bakteri rizosfer dapat menghasilkan asam organik, memfiksasi nitrogen, dan dapat menghasilkan hormon tumbuh yang berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan pada tanaman sehingga bakteri ini termasuk dalam kelompok mikroba PGPR (*Plant Growth Promoting Rizobacteria*). Mikroba PGPR yaitu mikroba yang memacu pertumbuhan tanaman inang [3]. Terdapat sebanyak tujuh jenis bakteri rizosfer hasil isolatnya dari tanaman mangrove di Mempawah Hilir Kalimantan Barat, dan termasuk dalam lima genus yaitu *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, dan *Serratia* [6]. Bakteri rizosfer yang digunakan sebagai agen pengendali hayati adalah *Pseudomonas fluorescens* yang menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp [7]. Untuk mempertahankan produktivitas stroberi yang tinggi, bakteri rizosfer berpotensi dijadikan sebagai pupuk hayati yang ramah lingkungan karena kehadiran bakteri rizosfer tidak mengganggu keseimbangan ekosistem mikroflora di dalam tanah [3].

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai bakteri rizosfer. Dalam hal ini bakteri rizosfer diamati potensinya sebagai agen pengendali penyakit pada tanaman stroberi. Isolasi bakteri rizosfer serta analisis terhadap potensi bakteri rizosfer dilakukan untuk mengamati kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan patogen yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp yang menyerang tanaman stroberi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks keragaman bakteri rizosfer yang diisolasi dari tanaman stroberi dan memilih salah satu yang bersifat antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp.

## Material dan Metode

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah cawan petri, gelas benda, autoklaf, hot plate magnetic stirrer, colony counter, erlenmeyer, gelas beaker, gelas ukur, spatula, tabung reaksi, kapas, Laminar Air Flow (LAF), oven, tissue, timbangan analitik, jarum oase, wrapping, kompor gas, tabung elpigi, bunsen, pipet tetes, pipet ukur, mikroskop, inkubator, dan laptop.

Bahan yang digunakan adalah media Plate Count Agar (PCA), media Nutrient Agar (NA), media Mac Conkey Agar (MCA), isolat *Fusarium* sp, Sampel tanah yang digunakan untuk

mengisolasi bakteri yang terdapat pada rizosfer tanaman stroberi dari BALITJESTRO, aquades, alkohol 70%, safranin, kristal violet, iodin, etanol 95%.

## Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif dan eksperimen. Untuk menguji dan mengetahui potensi bakteri rizosfer yang diisolasi dari tanaman stroberi sebagai agen yang mengendalikan pertumbuhan penyakit pada tanaman stroberi. Isolat *Fusarium* sp yang dibeli dari perkebunan BALITJESTRO-Batu.

## Cara Kerja

**Persiapan: Sterilisasi alat:** Alat-alat dan bahan dicuci kemudian dikeringkan. Kemudian disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. **Pembuatan media:** Pembuatan media PCA untuk uji antagonis, media NA dan media MCA untuk mengisolasi bakteri rizosfer yaitu dengan menimbang media dan dilarutkan dengan aquades steril. Masing-masing media dicairkan kedalam erlenmeyer. Kemudian dididihkan dengan menggunakan hot plate sambil diaduk sampai mendidih dan homogen, kemudian disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 15 pounds. Saat suhu dan tekanan telah tercapai, dibiarkan selama 15 menit. Kemudian medium dituangkan pada cawan petri yang telah disiapkan ± sebanyak 10 mL secara aseptis [8].

**Penangkapan Mikroba:** Sampel rizosfer diambil sebanyak 10 gram dan dikeringkan, kemudian dilarutkan dengan 100 mL aquades steril. Dihomogenkan dan disiapkan tabung reaksi yang masing-masing berisi 9 mL aquades steril. Diambil 1 mL sampel dan diencerkan pada tabung reaksi  $10^{-1}$  dan pengenceran terus dilakukan sampai pada tabung reaksi  $10^{-6}$ . Diambil 1 mL dari tabung reaksi  $10^{-6}$  dengan pipet tetes steril secara aseptis dan ditanam ke dalam media yang telah disiapkan. Diinkubasi pada suhu ruang selama 24-48 jam [8].

**Macam Koloni dan Indeks Keragaman:** Macam koloni yang tumbuh pada media penangkapan mikroba dihitung jumlah tiap spesies yang tumbuh dan diamati karakter makroskopisnya dan diamati karakter mikroskopisnya. Macam koloni yang telah didapatkan kemudian dihitung nilai indeks keragaman. Indeks keragaman dikenal dengan indeks Shannon-Wiener [5] adalah:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dimana:  $H'$  : Indeks Keragaman  
 $P_i$  :  $n_i/N$  (nilai perbandingan jumlah dan total individu spesies ke- $i$ )

Tabel 1. Nilai Tolak Ukur Indeks Keragaman

Nilai Tolak Ukur	Keterangan
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah Produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil
$1,0 < H' < 3,322$	Keanekaragaman sedang Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang
$H' > 3,322$	Keanekaragaman tinggi Stabilitas ekosistem mantap, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis

Sumber: [9]

Setelah diketahui nilai indeks keragamannya kemudian dihitung nilai dominasi dengan rumus:

$$D = 1 - J$$

Dimana: J : nilai *evennes* (uniformity) yaitu  $J = H'/H_{maks}$

**Pemurnian Bakteri:** Pemurnian bakteri yang akan digunakan sebagai uji antagonis diambil dari kultur campuran dengan teknik streak ke media PCA pada cawan petri.

**Pengecatan Atau Pewarnaan Gram Bertahap:** Pewarnaan gram bertahap dilakukan dengan menggunakan kristal violet, iodin, etanol 95%, dan safranin. Dalam proses pewarnaan gram bertahap ini didahului dengan fiksasi dan penentuan sifat gram bakteri dengan pengecatan bertingkat [8].

**Uji Antagonis Bakteri dengan Jamur *Fusarium* sp:** Uji antagonis bakteri dilakukan dengan menumbuhkan bakteri rizosfer dengan jamur patogen *Fusarium* sp melalui tahapan yaitu diinokulasikan bakteri rizosfer hasil pemurnian dan patogen. Ada atau tidaknya sifat antagonis bakteri terhadap patogen, yaitu dapat dilihat dari besar diameter koloni jamur *Fusarium* sp yang tumbuh dan dilihat juga dari zona hambat bakteri rizosfer terhadap jamur *Fusarium* sp. Inokulasi bakteri rizosfer dan jamur patogen diletakkan pada cawan petri yang berisi media PCA yang kering dan padat dengan jarak mikroba dari tepi cawan petri adalah 3 cm. Selanjutnya melakukan pengamatan dengan mengukur diameter bakteri dan jamur patogen dengan menggunakan penggaris kemudian mencatat hasil pengamatan yang didapat. Perhitungan persentase daya hambat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu:

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

Dimana:

R1 : jari-jari jamur *Fusarium* sp yang tidak terhambat (kontrol)

R2 : jari-jari jamur *Fusarium* sp yang terhambat

**Analisis Data:** Pengamatan dilakukan terhadap keragaman koloni bakteri yang tumbuh serta potensi bakteri rizosfer sebagai agen pengendali pertumbuhan jamur patogen yang menyebabkan penyakit layu fusarium pada tanaman stroberi (*Fragaria* sp). Data dianalisis secara deskriptif dengan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta gambar dokumentasi.

## Hasil dan Diskusi

**Karakteristik Koloni Mikroorganisme Rizosfer Stroberi (*Fragaria* sp):** Isolasi bakteri rizosfer dilakukan dengan cara pengenceran. Menurut [8] penangkapan dari sampel yang diambil dari bahan alam ataupun suatu produk tergantung dari banyak atau sedikitnya cemaran mikroba pada sampel tersebut. Suatu sampel terkadang mengandung banyak sekali mikroorganisme, oleh karena itu dilakukan suatu teknik pengenceran.

Jumlah koloni bakteri yang didapatkan dari rizosfer tanaman stroberi (*Fragaria* sp) terdapat 5 macam koloni berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis dari bakteri tersebut. Karakteristik makroskopis dari bakteri dibedakan berdasarkan warna, dan bentuk. Sedangkan karakteristik mikroskopis bakteri diamati berdasarkan bentuk sel dari bakteri tersebut.

Tabel 2. Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Koloni Bakteri Rizosfer Stroberi

No	Macam koloni	Karakteristik Makroskopis		Karakteristik Mikroskopis
		Warna	Bentuk	Bentuk sel
1	R <sub>1</sub>	Putih kekuningan	Bulat	Batang
2	R <sub>2</sub>	Kuning bening	Bulat	Bulat
3	R <sub>3</sub>	Putih susu	Bulat	Bulat
4	R <sub>4</sub>	Putih	Bulat	Batang
5	R <sub>5</sub>	Kuning	Bulat	Batang

Sampel penelitian diambil secara zig-zag pada lahan milik BALITJESTRO-Batu sebanyak 5 sampel. Pada setiap sampel didapatkan jenis koloni yang berbeda-beda berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopisnya. Hal ini mungkin dikarenakan faktor lingkungan dan eksudat akar. Menurut [10] menyatakan bahwa sifat-sifat tanah dapat mempengaruhi kondisi populasi dari mikroba rizosfer. Kondisi pH tanah dapat mempengaruhi jenis mikroba yang terdapat pada rizosfer tersebut. Selain itu, eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman mempengaruhi populasi dan keanekaragaman mikroorganisme. Eksudat akar sangat mempengaruhi terhadap pembentukan populasi mikroba rizosfer. Menurut [11] terdapat lima jenis senyawa yang dilepaskan oleh akar, yaitu salah satunya adalah eksudat. Eksudat adalah senyawa-senyawa dengan berat molekul yang rendah, seperti asam amino, dan gula yang dikeluarkan oleh sel ke ruang diantara sel dan tanah dan sekitarnya.

Setelah dihitung jumlah spesies tiap macam koloni, kemudian dimurnikan tiap koloni pada cawan petri yang berisi media PCA dengan teknik streak. Dan dimurnikan pada media miring pada tabung reaksi yang berisi media PCA dengan satu kali goresan. Isolat bakteri yang didapatkan kemudian dilakukan pengecatan atau pewarnaan gram bertahap. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis gram dari masing-masing koloni untuk mempermudah dalam melihat karakterisasi dari bakteri tersebut. Bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu, sedangkan gram negatif ditandai dengan warna merah.

Pengecatan atau pewarnaan gram bertahap dilakukan untuk menentukan sifat gram dari bakteri yang telah dikultur murni tersebut. Dalam pewarnaan gram, yang membedakan antara kelompok bakteri gram positif dan bakteri gram negatif adalah jenis dinding selnya. Kelompok bakteri gram positif, dinding selnya terdiri atas peptidoglikan, sedangkan kelompok bakteri gram negatif, dinding selnya terdiri atas lipopolisakarida dan protein [8]. Pada pengecatan gram didapatkan 2 koloni bakteri yang termasuk dalam gram positif yaitu bakteri R<sub>1</sub> dan bakteri R<sub>2</sub>, sedangkan 3 koloni yang lain termasuk bakteri gram negatif yaitu bakteri R<sub>3</sub>, bakteri R<sub>4</sub> dan bakteri R<sub>5</sub>.

Tabel 3. Data Pengamatan Macam Koloni, Populasi dan Jenis Gram Bakteri Tanah

Macam koloni	Jumlah koloni tiap gram tanah (10 <sup>6</sup> )	Jenis gram (+/-)
R <sub>1</sub>	1,2 x10 <sup>7</sup>	+
R <sub>2</sub>	1,8 x10 <sup>7</sup>	+
R <sub>3</sub>	5,1 x10 <sup>7</sup>	-
R <sub>4</sub>	0,4 x10 <sup>7</sup>	-
R <sub>5</sub>	2,7 x10 <sup>7</sup>	-

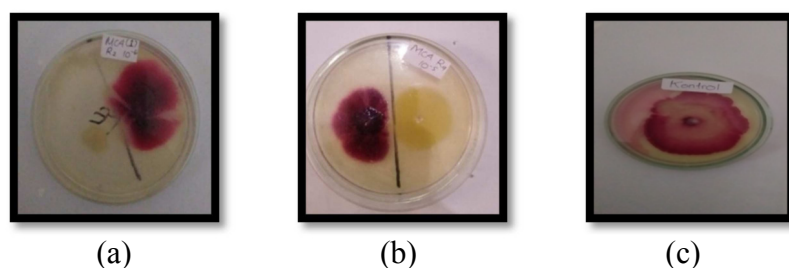
Keterangan: + : Berwarna ungu  
 - : Berwarna merah



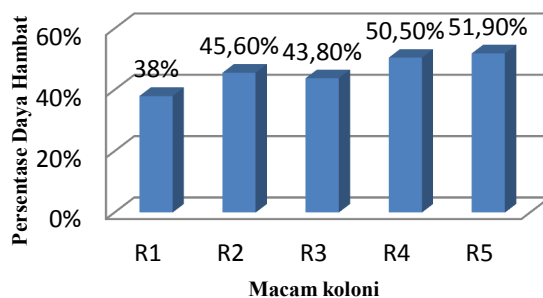
Hasil indeks keanekaragaman bakteri rizosfer tanaman stroberi yaitu 1,35. Sehingga menandakan bahwa keanekaragaman bakteri rizosfer tanaman stroberi termasuk dalam kategori sedang ( $1,0 < H' < 3,322$ ) yang menunjukkan bahwa produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang. Nilai *evenness*nya adalah 0,84 dan nilai dominasi bakteri rizosfer yang diisolasi dari tanaman stroberi adalah sebesar 0,16.

**Analisis Uji Antagonisme Bakteri Rizosfer Terhadap Jamur *Fusarium* sp:** Uji antagonis merupakan uji penghambatan antara bakteri rizosfer sebagai agen hayati yang mengendalikan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp penyebab penyakit layu fusarium yang menginfeksi akar tanaman. Pada penelitian ini, pengamatan dilakukan dengan mengukur besar jari-jari jamur *Fusarium* sp yang tidak terhambat (kontrol) dan jari-jari jamur *Fusarium* sp yang terhambat. Pengamatan pengukuran ini dilakukan pada hari terakhir. Kemudian dihitung persentase daya hambat bakteri rizosfer terhadap jamur *Fusarium* sp untuk melihat potensi penghambatan dari bakteri rizosfer tersebut. Potensi penghambatan (potensi antagonisme) ditunjukkan dengan adanya zona hambatan. Menurut [10] menyatakan bahwa zona hambatan merupakan bentuk dari interaksi antagonisme yang menimbulkan efek merugikan terhadap mikroorganisme lainnya.

Daya hambat dari kelima perlakuan uji antagonis menunjukkan bahwa hanya ada satu bakteri rizosfer yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp, sedangkan keempat bakteri yang lain tidak berpotensi dalam mengendalikan pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Kelompok bakteri rizosfer yang termasuk dalam mikroba antagonis memiliki potensi daya hambat diatas 51% terhadap patogen tular tanah seperti *Fusarium oxysporum* Schlecht [12]. Pada penelitian ini hanya ada satu bakteri rizosfer yang memiliki persentase daya hambat diatas 51% yaitu bakteri rizosfer R<sub>5</sub> yaitu memiliki persentase daya hambat sebesar 51,9%. Sedangkan bakteri rizosfer R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> dan R<sub>4</sub> memiliki persentase daya hambat dibawah 51% sehingga tidak berpotensi dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp.



Gambar 1. Hasil Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Terhadap Jamur *Fusarium* sp Pada Hari Terakhir, (a) *Fusarium* sp dengan jari-jari 4,5 cm, (b) *Fusarium* sp dengan jari-jari 3,85 cm, (c) jamur *Fusarium* sp dengan perlakuan tanpa bakteri (kontrol)



Gambar 2. Histogram persentase daya hambat bakteri rizosfer terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium* sp

Pada penelitian ini, bakteri rizosfer yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp adalah bakteri rizosfer tanaman stroberi koloni ke 5 yang memiliki karakter makroskopis dan mikroskopis yaitu bakteri berwarna kuning, berbentuk bulat, berukuran kecil, bentuk selnya yaitu batang, dan sifat gramnya yaitu gram negatif (berwarna merah). Apabila dilihat dari karakter makroskopis dan mikroskopisnya, bakteri R<sub>5</sub> ini adalah bakteri yang sama sifat-sifatnya dengan bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Karakter makroskopis dan mikroskopis dari bakteri R<sub>5</sub> ini sama dengan karakter makroskopis dan mikroskopis *Pseudomonas fluorescens* yaitu koloni berwarna kuning, berbentuk bulat, bentuk selnya batang, dan sifat gramnya yaitu gram negatif (berwarna merah). Hal ini dinyatakan oleh [13] bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu bakteri yang termasuk dalam kelompok mikroba antagonis yang memiliki koloni berbentuk bulat, berwarna kuning, bentuk sel dari bakteri *Pseudomonas fluorescens* adalah batang dan sifat gramnya adalah gram negatif (berwarna merah) [13].

## Kesimpulan

Koloni bakteri rizosfer yang ditemukan pada isolasi ini terdapat 5 macam koloni bakteri. Nilai indeks keragaman bakteri rizosfer yang diisolasi dari tanaman stroberi (*Fragaria* sp) adalah 1,35 termasuk dalam kategori sedang ( $1,0 < H' < 3,322$ ). Dari kelima isolat tersebut yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen *Fusarium* sp adalah bakteri rizosfer R<sub>5</sub> yaitu memiliki persentase daya hambat sebesar 51,9%. Bakteri rizosfer itu memiliki ciri-ciri tertentu yaitu bakteri berwarna kuning, berbentuk bulat, bentuk selnya yaitu batang, dan bersifat gram negatif sehingga diduga bahwa bakteri rizosfer R<sub>5</sub> adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri ini termasuk kedalam kelompok mikroba PGPR.

## Daftar Pustaka

- [1] Oktarina, D. O., Armaini., dan Ardian. 2017. Pertumbuhan Dan Produksi Stroberi (*Fragaria* sp) Dengan Pemberian Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) Secara Hidroponik Substrat. *JOM FAPERTA UR Vol. 4 No. 1*.
- [2] Supriyadi, T. nd. Pengemban Tanaman Stroberi (*Fragaria* Sp) Secara Organik Pada Tanah Andisol Tawangmangu. *Jurnal Agrineca Vol. 7 No. 1*. ISSN: 0854-2813.
- [3] Rante, C. S., Meray, E.R.M., Kandowangko, D.S., Ratulang, M. M., Dien, M.F. dan Sembel, D.T. 2015. Penggunaan *Trichoderma* sp. Dan PGPR Untuk Mengendalikan Penyakit Pada Tanaman Strawberry Di Rurukan (Mahawu). *Jurnal Eugenia Vol. 21 No. 1*.
- [4] Melysa., Fajrin, N., Suharjono., dan Dwiastuti, M. E. 2013. Potensi *Trichoderma* sp. Sebagai Agen Pengendali *Fusarium* sp. Patogen Tanaman Strawberry (*Fragaria* sp). *Jurnal Biotropika Vol. 1 No. 4*.
- [5] Syauqi, A. 2017. *Mikrobiologi Lingkungan: Peranan Mikroorganisme Dalam Kehidupan*. Universitas Islam Malang. Andi: Yogyakarta.
- [6] Islamiah, D. N., Rahmawati., dan Linda, R. 2017. Jenis-Jenis Bakteri Rizosfer Kawasan Tanah Mangrove Avicennia di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont Vol. 6 No. 3*.
- [7] Weller, D. M., Raaijmakers, J. M., Gardener, B. B. M., dan Thomashow, L. S. 2002. Microbial Populations Responsible For Specific Soil Suppressiveness To Plant Pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol. 40*.
- [8] Syauqi, A. 2015. *Buku Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Umum*. Laboratorium Pusat Universitas Islam Malang: Malang.

- [9] Fitriana, Y. R. 2006. Keanekaragaman dan Kemelimpahan Makrozoobentos di Hutan Mangrove Hasil Rehabilitasi Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Jurnal Biodiversitas Vol. 7 No. 1*. ISSN: 1412-033X.
- [10] Bernadip, B. R., Hadiwiyono, dan Sudadi. 2014. Keanekaragaman Jamur dan Bakteri Rizosfer Bawang Merah Terhadap Patogen Moler. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agraklimatologi Vol. 11 No. 1*.
- [11] Widyati, E. 2013. Dinamika Komunitas Mikroba Di Rizosfer dan Kontribusinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman Vol. 6 No. 2*.
- [12] Kuswinanti, T., Baharuddin, Sukmawati, S. 2014. Efektivitas Isolat Bakteri dari Rizosfer dan Bahan Organik Terhadap *Ralstonia solanacearum* dan *Fusarium oxysporum* Pada Tanaman Kentang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia Vol. 10 No. 2*. ISSN: 2339-2479.
- [13] Arwiyanto, T., Maryudani, Y., dan Azizah, N. N. 2007. Sifat-Sifat Fenotipik *Pseudomonas fluorescens*, Agensia Pengendalian Hayati Penyakit Lincat Pada Tembakau Temanggung. *Jurnal Biodiversitas Vol. 8 No. 2*. ISSN: 1412-033X.