



KARAKTERISASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI RIZOSFER TANAMAN SAWIT JAMBI

CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF RHIZOSPHER BACTERIA FROM JAMBI OIL PALM PLANTATION

Khairani*, Fitriatul Aini, Hesti Riany

Program Studi Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi. Jl.Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo Darat Jambi 36361

*Corresponding author: hestiriany@unja.ac.id

Naskah Diterima: 5 Juli 2019; Direvisi: 14 September 2019; Disetujui: 25 September 2019

Abstrak

Bakteri rizosfer adalah bakteri yang terdapat pada daerah perakaran tanaman yang diketahui memiliki keanekaragaman tinggi. Bakteri rizosfer memiliki berbagai peran seperti menyediakan nutrisi bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi bakteri patogen, menghasilkan hormon pertumbuhan seperti *indol acetic acid*, pelarut fosfat, pengikat nitrogen, dan lain-lain. Dengan berbagai kemampuan dan peran tersebut, maka perlu eksplorasi bakteri rizosfer tanaman sawit khususnya di daerah perkebunan agar diketahui kelompok bakteri rizosfer, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelompok dan keragaman bakteri rizosfer pada tanaman sawit yang berumur 8, 11, dan 14 tahun. Penelitian dilakukan dengan pendekatan konvensional dengan karakterisasi morfologi dan uji biokimia. Dari umur-umur tersebut, didapatkan 18 isolat yang terdiri dari 11 genus, yaitu *Bacillus*, *Azospirillum*, *Actinobacillus*, *Xanthobacter*, *Enterococcus*, *Paenibacillus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, dan *Streptococcus*. Bakteri rizosfer tanaman sawit memiliki keragaman genus yang sama pada umur 8, 11, dan 14 tahun. Genus bakteri yang didapatkan dapat dimanfaatkan sebagai *Plant Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

Kata kunci: *Bacillus*; *Klebsiella pneumoniae*; *Paenibacillus*; *Rhizosphere*; Sawit

Abstract

Rhizosphere bacteria are bacteria found in root areas. Rhizosphere bacteria have various roles such as providing nutrients for plants, protecting plants from infection pathogenic bacteria, producing growth hormones such as indol acetic acid, phosphate solvents, nitrogen binders, and others. By having these various abilities and roles, it is necessary to explore the bacteria of oil palm plants, especially in the plantation areas so that the group of rhizosphere bacteria can be identified and then utilized optimally. This study aims to determine the group and diversity of rhizosphere bacteria in oil palm plants that are 8, 11, and 14 years old. The research was conducted conventionally by observing morphological and biochemical characterization. At those ages, 18 isolates were consisting of 11 genera, namely Bacillus, Azospirillum, Actinobacillus, Xanthobacter, Enterococcus, Paenibacillus, Klebsiella, Pseudomonas, Arthrobacter, Micrococcus, and Streptococcus through conventional methods. Rhizosphere bacteria in oil palm plants have the same genus diversity at the ages of 8, 11, and 14 years. The bacterial genus obtained can be used as Plant Promoting Rhizobacteria (PGPR).

Keywords: *Bacillus*; *Klebsiella pneumoniae*; *Paenibacillus*; *Palm*; *Rhizosphere*

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v12i2.11723>

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan dan menjadi salah satu peningkat sektor ekonomi di Provinsi Jambi. Di Provinsi Jambi perkebunan kelapa sawit dikelola oleh perorangan hingga perusahaan swasta yang arah pengembangan usahanya berkonsentrasi pada sektor perluasan areal tanaman, serta meningkatkan kapasitas pengolahan kelapa sawit. Salah satu faktor yang memengaruhi kesuburan dari kelapa sawit adalah keberadaan bakteri rizosfer.

Bakteri rizosfer memiliki berbagai peran seperti menyediakan nutrisi bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi bakteri patogen (terutama di daerah perakaran) menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti *indol acetic acid*, pelarut fosfat, pengikat nitrogen, dan lain-lain. Selain itu, bakteri rizosfer dapat memengaruhi ketersediaan dan siklus nutrisi tanaman dengan menjaga kestabilan tekstur tanah (Susilawati, Budhisurya, & Anggono, 2016). Dengan berbagai kemampuan dan peran tersebut, bakteri rizosfer tanaman sawit di Provinsi Jambi perlu dieksplorasi, agar kelompok bakteri rizosfer yang diketahui dapat dimanfaatkan secara optimal, khususnya dalam bidang perkebunan sawit sebagai *biofertilizer*, biostimulan dan bioprotektan.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di Bukit Dua Belas dan Hutan Hujan Harapan mendapatkan hasil bahwa bakteri rizosfer tanaman sawit berasal dari kelompok *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidates*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadates*, *Nitrospirae*, *Proteobacteria*, dan *Thermotagae* (Schneider *et al.*, 2015). Filum-filum tersebut dapat berperan sebagai *Plant Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang mendukung pertumbuhan dan produktivitas dari tanaman. Namun demikian, penelitian mengenai eksplorasi bakteri rizosfer pada tanaman sawit dengan umur potensial (8, 11, dan 14 tahun) belum atau masih jarang dilakukan. Eksplorasi bakteri rizosfer tanaman sawit dapat dilakukan dengan pendekatan konvensional. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pendekatan konvensional yang dapat memberikan hasil berupa sifat fisiologis bakteri melalui hasil uji biokimia, serta sifat morfologis bakteri melalui hasil pengamatan morfologi koloni dan sel

bakteri. Penelitian mengenai eksplorasi bakteri rizosfer tanaman sawit di Provinsi Jambi dengan umur yang berbeda belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelompok dan keragaman bakteri rizosfer tanaman sawit pada usia yang berbeda.

MATERIAL DAN METODE

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah sebanyak 50 g dengan kedalaman 15–20 cm dikoleksi pada daerah perakaran tanaman sawit umur 8 dan 11 tahun dari PT. Niaga Guna Kencana Sawit dan tanaman sawit Jambi umur 14 tahun dari PT. Perkebunan Nusantara VI Jambi. Selanjutnya diukur faktor-faktor fisik pada setiap lokasi, yaitu pH tanah, suhu tanah, kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara.

Isolasi Bakteri Rizosfer dan Karakteristik Morfologi serta Uji Biokimia

Sebanyak 1 g tanah disuspensikan ke dalam 9 mL aquades steril hingga tingkat pengenceran 10^{-5} dengan mengambil 1 mL suspensi dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL aquades steril (Susanti, 2014). Pada seri pengenceran terakhir diambil sebanyak 0,1 mL suspensi dan dibiakkan pada media *nutrient agar*. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 28–30 °C dan dilakukan pemurnian untuk mendapatkan kultur murni.

Identifikasi secara konvensional dilakukan melalui pengamatan karakteristik morfologi koloni berupa ukuran, warna, bentuk, elevasi, dan tepi koloni. Kemudian dilakukan pewarnaan Gram untuk melihat bentuk sel. Selanjutnya dilakukan uji-uji biokimia yang meliputi *sulfid indole motility*, *triple sugar iron agar*, katalase, uji Simmon's citrate, dan uji urea.

HASIL

Faktor Lingkungan Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel penelitian didapat pada tiga lokasi. Lokasi I dan II berada di perkebunan kelapa sawit PT. Niaga Guna Kencana Sawit Jambi dan lokasi III berada di perkebunan kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara VI Jambi.

Hasil pengamatan faktor lingkungan pada daerah pengambilan sampel menunjukkan suhu tanah di daerah rizosfer tanaman sawit berkisar antara 28–29,5 °C, pH tanah 6,2–6,8 dan kelembapan tanah 70–75%.

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rizosfer Tanaman Sawit

Dari tiga lokasi pengambilan sampel didapatkan 18 isolat bakteri rizosfer sawit. Berdasarkan karakteristik morfologi koloni didapatkan 6 isolat dari masing-masing lokasi. Hasil pemeriksaan karakteristik morfologi

Tabel 1. Kondisi lingkungan pada lokasi pengambilan sampel

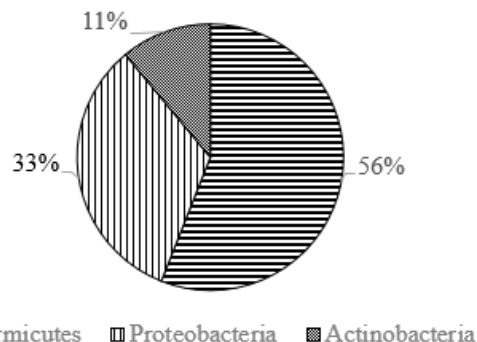
Umur tanaman (tahun)	Lokasi	Suhu tanah (°C)	pH tanah	Kelembapan tanah (%)
8	Lokasi I	29,0	6,2	70
11	Lokasi II	28,5	6,8	70
14	Lokasi III	28,0	6,8	75

koloni dan uji biokimia 18 isolat dapat dilihat pada Tabel 2.

Genus-genus bakteri yang didapatkan termasuk ke dalam filum bakteri, yaitu *Actinobacteria*, *Firmicutes* dan *Proteobacteria*. Filum *Firmicutes* merupakan filum yang dominan dengan persentase sebesar 56%, dilanjutkan dengan *Proteobacteria* 33% dan *Actinobacteria* 11%, sedangkan genus yang paling banyak didapatkan adalah *Bacillus*, yang diperoleh dari tanaman sawit berumur 11 dan 14 tahun (Gambar 1).

Tabel 2. Hasil identifikasi bakteri rizosfer tanaman sawit

Lokasi	Kode isolat	Genus	Filum
Lokasi I (usia 8 tahun)	TND 23	<i>Micrococcus</i>	<i>Actinobacteria</i>
	TND 41	<i>Streptococcus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TND 42	<i>Paenibacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TND 51	<i>Azospirillum</i>	<i>Proteobacteria</i>
	TND 52	<i>Azospirillum</i>	<i>Proteobacteria</i>
	TND 53	<i>Klebsiella</i>	<i>Proteobacteria</i>
Lokasi II (usia 11 tahun)	TNS 22	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNS 40	<i>Enterococcus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNS 41	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNS 42	<i>Actinobacillus</i>	<i>Proteobacteria</i>
	TNS 43	<i>Xanthobacter</i>	<i>Proteobacteria</i>
	TNS 51	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
Lokasi III (usia 14 tahun)	TNE 42	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNE 43	<i>Arthrobacter</i>	<i>Actinobacteria</i>
	TNE 35	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNE 32	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNE 51	<i>Bacillus</i>	<i>Firmicutes</i>
	TNE 52	<i>Pseudomonas</i>	<i>Proteobacteria</i>



Gambar 1. Sebaran filum bakteri rizosfer tanaman sawit

Tabel 3. Hasil uji biokimia isolat rizosfer tanaman sawit Jambi

Lokasi	Kode isolat	Glukosa	Sukrosa	Laktosa	Urea	Simmon's citrate	Gas	H ₂ S	Motil	Katalase	Genus	Sumber
Lokasi I (usia 8 tahun)	TND 23	√	√	√	√	√	-	-	√	√	<i>Micrococcus</i>	Nofu, Khotimah, dan Lovad, 2014; Holt, Krieg, Sneat, Staley, dan Williams, 2000.
	TND 41	-	√	√	√	√	-	-	-	√	<i>Streptococcus</i>	Rashmi, Reshmi, Poornima, dan Kumar, 2017; Holt <i>et al.</i> , 2000.
	TND 42	√	√	√	√	-	-	-	√	√	<i>Paenibacillus</i>	Guo, Huang, Yuan, Zhang, dan Yousef, 2012; Heulin, Achouak, Berge, Normand, dan Guinebretière, 2015
	TND 51	√	√	√	√	√	-	-	√	-	<i>Azospirillum</i>	Brenner, Krieg, dan Staley, 2005; Santoso, Rahmawati, dan Rafdinal, 2019; Holt <i>et al.</i> , 2000; Roa, Cadavid, Muñoz, Chica, dan Ángel, 2016.
	TND 52	√	√	√	√	√	-	-	√	-	<i>Azospirillum</i>	Brenner <i>et al.</i> , 2005; Santoso <i>et al.</i> , 2019; Holt <i>et al.</i> , 2000; Roa <i>et al.</i> , 2016.
	TND 53	√	√	√	√	√	-	-	-	√	<i>Klebsiella</i>	Holt <i>et al.</i> , 2000.
Lokasi II (usia 11 tahun)	TNS 22	√	√	√	√	√	-	-	-	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009;
	TNS 40	√	√	√		√	-	-	√	-	<i>Enterococcus</i>	Holt <i>et al.</i> , 2000; Brenner <i>et al.</i> , 2005.
	TNS 41	√	√	√	√	√	-	-	-	√	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.
	TNS 42	√	√	√	√	√	-	-	-	-	<i>Actinobacillus</i>	Holt <i>et al.</i> , 2000.
	TNS 43	-	√	√	√	√	-	-	-	√	<i>Xanthobacter</i>	Holt <i>et al.</i> , 2000; Nagamani, Soligalla, dan Lowry, 2009; Weigel, 2006.
Lokasi III (usia 14 tahun)	TNS 51	√	√	√	√	√	-	-	-	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.
	TNE 42	√	√	√	√	√	-	-	√	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.
	TNE 43	-	√	√	√	-	-	-	√	√	<i>Arthrobacter</i>	Holt <i>et al.</i> , 2000
	TNE 35	√	√	√	√	√	-	-	-	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.
	TNE 32	√	√	√	√	√	-	-	√	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.
TNE 51	√	√	√	√	√	-	-	√	-	<i>Bacillus</i>	Nofu <i>et al.</i> , 2014; De Vos <i>et al.</i> , 2009; Rizqi, 2018.	
TNE 52	√	√	√	√	√	-	-	√	√	<i>Pseudomonas</i>	Brenner <i>et al.</i> , 2005.	

Keterangan:

(-)= Negatif

(√)= Positif

PEMBAHASAN

Bakteri yang didapatkan pada rizosfer tanaman sawit umur 8, 11, dan 14 tahun termasuk bakteri mesofil (Tabel 2). Menurut Suriawiria (2005), bakteri mesofil merupakan bakteri yang dapat hidup pada rentang suhu 15–55 °C. Bakteri yang dapat hidup pada kisaran pH 5,5–8,0, termasuk dalam bakteri neutrofil, sehingga berdasarkan pengukuran pH tersebut diketahui bahwa bakteri yang terdapat pada daerah rizosfer perkebunan sawit diduga merupakan kelompok bakteri neutrofil. Selain pH dan suhu tanah, kelembapan pada daerah pengambilan sampel juga berpengaruh terhadap keberadaan dan pertumbuhan bakteri rizosfer. Pada umumnya kisaran kelembapan optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 50–75%. Jadi, berdasarkan pengukuran kelembapan tanah di lokasi pengambilan sampel, pertumbuhan bakteri rizosfer cukup baik.

Filum yang paling banyak didapatkan adalah *Firmicutes*, yaitu sebesar 56% (Gambar 1). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian dari Kielak, Pijl, Van Veen, dan Kowalchuk (2009), yaitu bakteri yang paling melimpah di daerah rizosfer berasal dari filum *Firmicutes* dan *Proteobacteria*. Dari 3 filum tersebut bakteri dari genus *Bacillus* merupakan bakteri yang paling banyak ditemukan (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wafula (2013) mengenai analisis bakteri yang menunjukkan bahwa genus *Bacillus* yang masuk ke dalam kelompok filum *Firmicutes* merupakan genus bakteri dominan di daerah rizosfer, yaitu sekitar 45%.

Filum *Firmicutes*, *Proteobacteria* dan *Actinobacteria* merupakan kelompok bakteri yang banyak terdapat di lingkungan seperti rizosfer tanaman. Pada umumnya anggota dari filum *Firmicutes* termasuk bakteri Gram positif, sel berbentuk batang, sferikal, heliks, lurus, atau pendek, memiliki flagel atau tidak, memiliki endospora atau tidak, bersifat aerob, fakultatif atau beberapa anaerob. Beberapa anggota dari filum *Firmicutes* dapat hidup di tempat ekstrim, sehingga termasuk dalam kelompok bakteri termofilik atau halofilik. Secara umum anggota filum *Firmicutes* bersifat kemoorganotrof dan beberapa bersifat fotoheterotrof. Sementara itu, beberapa anggota dari filum *Proteobacteria* bersifat

fotosintetik, heterotrofik atau kemolitotrofik. Pada umumnya bakteri ini merupakan Gram negatif, memiliki flagel atau tidak memiliki flagel, sel dapat berbentuk batang, spiral atau bulat, bersifat aerob, fakultatif ataupun anaerob. Selanjutnya filum *Actinobacteria* merupakan Gram positif yang dapat berasal dari organisme seluler hingga bercabang, yaitu membentuk filamen dan miselium. Kelompok ini umumnya hidup di dalam tanah. Morfologi sel dapat berbentuk bulat atau batang (Holt *et al.*, 2000).

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa filum *Firmicutes*, *Proteobacteria*, dan *Actinobacteria* dapat ditemukan di daerah rizosfer tanaman sawit di Provinsi Jambi. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian dari Schneider *et al.* (2015), yaitu filum *Firmicutes*, *Proteobacteria*, dan *Actinobacteria* ditemukan di daerah rizosfer tanaman sawit. Selain itu, penelitian ini memberikan hasil bahwa ketiga filum tersebut dapat ditemukan pada daerah rizosfer yang memiliki rentang pH 6,2–7,5 dan suhu tanah 28–29 °C. Hal ini sesuai dengan Brenner *et al.* (2005) yang menyebutkan bahwa filum *Firmicutes* pada umumnya tumbuh pada pH netral. Menurut Gao *et al.* (2016), filum *Proteobacteria* dapat ditemukan pada lingkungan dengan pH 5,5–8,2 dan filum *Actinobacteria* dapat ditemukan pada pH 7–8. Filum *Firmicutes* seperti *Bacillus* dapat tumbuh optimal pada suhu 28–35 °C (Puspita, Ali, & Pratama, 2017). Filum *Proteobacteria* seperti genus *Pseudomonas*, optimum tumbuh pada suhu 20–37 °C, dan filum *Actinobacteria* seperti genus *Arthrobacter* optimum tumbuh pada suhu 25–30 °C (Holt *et al.*, 2000). Dengan demikian, pada penelitian ini sangat mungkin didapatkan filum-filum tersebut pada dua perkebunan sawit yang diperiksa.

Beberapa bakteri anggota filum *Firmicutes*, *Proteobacteria*, dan *Actinobacteria* dapat berperan sebagai PGPR yang mengikat nitrogen bebas, menghasilkan fitohormon, seperti IAA, giberelin dan etilen, serta menghasilkan siderofor dan enzim kitinase, dan selulase. Bakteri dalam filum *Firmicutes* dapat berperan antagonis terhadap bakteri patogen dengan menghasilkan IAA, dan mampu melarutkan fosfat, seperti kelompok bakteri dari genus *Bacillus* dan

Paenibacillus (Flores-Núñez, Amora-Lazcano, Rodríguez-Dorantes, Cruz-Maya, & Jan-Roblero, 2018). Beberapa bakteri dari filum *Proteobacteria* berperan dalam menghasilkan fitohormon sesuai dengan penelitian Sitepu, Hashidoko, dan Turjaman (2010) bahwa bakteri rizosfer dari filum *Proteobacteria* mampu meningkatkan tinggi tanaman dengan menghasilkan fitohormon. Selain itu, penelitian Yang, Wang, Guo, Zhang, dan Ye (2017) menunjukkan bahwa beberapa bakteri kelompok *Proteobacteria* memiliki kemampuan mengikat nitrogen bebas dan melarutkan fosfat. Bakteri dari filum *Proteobacteria* yang berperan dalam PGPR berasal dari kelompok genus *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Azospirillum*, dan *Xanthobacter*. Beberapa bakteri filum *Actinobacteria* mampu mengikat nitrogen bebas dan melarutkan fosfat, seperti genus *Arthrobacter* (Sathya, Vijayabharathi, & Gopalakrishnan, 2017). *Micrococcus* dari filum *Actinobacteria* memiliki kemampuan sebagai biokontrol karena memiliki sifat antagonis terhadap bakteri patogen Verma, Mishara, dan Arora (2018). Penelitian Saraswati (1999) menunjukkan bahwa, bakteri *Micrococcus* mampu melarutkan fosfat dan meningkatkan panjang akar tanaman.

Pengamatan makroskopis isolat TND 42 menunjukkan bentuk koloni besar berwarna putih susu, tembus cahaya, berbentuk bulat, permukaan halus mengkilap, elevasi datar dan tepi bergerigi. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat tersebut merupakan kelompok Gram positif dan berbentuk batang. Uji biokimia memberikan hasil positif pada motilitas, mampu melakukan fermentasi karbohidrat, tidak menghasilkan hidrogen sulfida dan gas serta memberikan reaksi positif pada uji katalase, urea dan Simmon's citrat (Tabel 3). Hasil pengamatan secara makroskopis, mikroskopis maupun uji biokimia pada isolat TND 42 menunjukkan bahwa isolat ini memiliki kemiripan dengan bakteri *Paenibacillus* sp. Koloni *Paenibacillus* sp. berbentuk bulat, berwarna putih berukuran besar atau kecil dengan permukaan halus mengkilap dengan tepi rata (Guo *et al.*, 2012). Morfologi sel berbentuk batang, merupakan Gram positif, bersifat motil, tidak menghasilkan hidrogen sulfida, reaksi positif

untuk katalase, urea dan Simmon's citrat (Heulin *et al.*, 2015) Meskipun demikian, pohon filogenetik tidak menunjukkan kedekatan isolat TND 42 dengan *Paenibacillus* sp. (Gambar 2).

Hasil pengukuran faktor lingkungan di lokasi I menunjukkan suhu tanah 29 °C dan pH tanah 6,2 (Tabel 1). Menurut Priest (2015), suhu optimum untuk *Paenibacillus* sp. adalah 28–40 °C dan pH 7, sehingga kondisi lokasi I sangat memungkinkan adanya *Paenibacillus* sp. Selain itu, menurut Grady, MacDonald, Liu, Richman, dan Yuan (2016), *Paenibacillus* sp. dapat ditemukan di tanah atau di sekitar perakaran tanaman yang berperan sebagai PGPR dengan mengikat nitrogen, pelarut fosfat, penghasil *Indol Acetic Acid* (IAA) dan *siderofor*, serta sebagai *induced systemic resistance*. Menurut Xie *et al.* (2014) lebih dari 20 spesies *Paenibacillus* memiliki kemampuan dalam mengikat nitrogen bebas. Analisis secara genomik menyebutkan bahwa, 35 strain dari ±18 spesies *Paenibacillus* mampu melarutkan fosfat melalui produksi asam glukonik (Xie *et al.*, 2016).

Isolat TND 53 memiliki kedekatan dengan genus *Klebsiella* melalui pengamatan morfologi koloni, sel dan uji biokimia. Berdasarkan pengamatan makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia isolat TND 53 menunjukkan bahwa koloni berukuran kecil berbentuk bulat berwarna putih, tidak tembus cahaya, elevasi timbul, tepi keriting, dan permukaan halus mengkilap. Bentuk sel berupa batang, Gram negatif, memberikan hasil negatif pada motilitas, gas dan hidrogen sulfida, mampu menggunakan karbohidrat, dan hasil positif pada uji urea, Simmon's citrate, dan katalase. Menurut Khan, Hussain, Rehman, Zulfiqar, dan Shakoori (2015) morfologi dari *Klebsiella pneumoniae* adalah permukaan halus, mengkilap, elevasi timbul (*raise*) karakteristik optik buram/tidak tembus cahaya (*opaque*). Hasil yang sama juga didapatkan dari penelitian Bhardwaj, Shah, Joshi, dan Patel (2017), yang mengisolasi *Klebsiella pneumoniae* dari rizosfer *Saccharum officinarum* yang menunjukkan bahwa koloni dari bakteri tersebut berbentuk bulat, berukuran kecil, elevasi timbul (*raise*), permukaan halus, dan tidak menghasilkan pigmen. Dari data morfologi dan uji biokimia

isolat bakteri TND 53 terlihat bahwa bakteri tersebut memiliki kemiripan karakteristik dengan *Klebsiella pneumoniae*.

Klebsiella pneumoniae merupakan kelompok *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini terdapat di air, tanah, dan alat-alat medis, termasuk bakteri Gram negatif, sel berbentuk batang (*bacil*) pendek, tidak dapat bergerak, dan memiliki fimbria yang berperan dalam invasi sel dan melindungi sel. Reaksi kimianya adalah katalase negatif, tidak menghasilkan hidrogen sulfida, mampu melakukan fermentasi karbohidrat, positif pada reaksi Simmon's citrate dan urea (Holt *et al.*, 2000). Selain itu, bakteri ini juga memiliki kapsul yang terdiri dari matriks polisakarida ekstraseluler yang berfungsi melindungi sel pada kondisi yang tidak menguntungkan (Paczosa & Meccas, 2016).

Hasil pengukuran faktor lingkungan di lokasi I menunjukkan suhu tanah 29 °C dan pH tanah 6,2. Menurut Tsuji, Takahashi, Kaneko, Goto, dan Ogawa (2013) *K. pneumoniae* dapat tumbuh optimum pada suhu 25–42 °C dan pH 5,4–8,2. Penelitian Sachdev, Chaudhari, Kasture, Dhavale, dan Chopade (2009) menemukan bahwa *K. pneumoniae* yang diisolasi dari rizosfer gandum mampu menghasilkan hormon IAA secara *in vitro*. *K. pneumoniae* memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan menghasilkan hormon pertumbuhan berupa IAA (Bhardwaj *et al.*, 2017). Selain itu, genus *Klebsiella* dapat menghambat pertumbuhan jamur *Rhizoctonia solanii* yang merupakan patogen pada tanaman (Dewi, 2015).

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri rizosfer tanaman sawit dari umur 8 tahun, 11 tahun, dan 14 tahun memiliki genus yang relatif sama. Hal ini karena pada umur-umur tersebut merupakan umur produktif dari tanaman sawit.

REFERENSI

Brenner, D. J., Krieg, N. R., & Staley, J. T. (2005). *Bergey's manual of systemic bacteriology second edition, volume three: the Firmicutes*. USA: Department

of Microbiology and Molecular Genetics, Michigan State University.

Bhardwaj, G., Shah, R., Joshi, B., & Patel, P. (2017). *Klebsiella pneumoniae* VRE36 as a PGPR isolated from *Saccharum officinarum* cultivar Co99004. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(01), 047-052. doi: 10.7324/jabb.2017.50108

De Vos, P., Garrity, G. M., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., Schleifer, K. H., & Whitman, W. B. (2009). *Bergey's manual of systemic bacteriology second edition, volume three: The Firmicutes*. USA: Department of Microbiology, University of Georgia Athens.

Dewi, N. (2015). Uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan *Rhizoctonia solani* (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Alauddin Makassar, Makassar.

Flores-Núñez, V. M., Amora-Lazcano, E., Rodríguez-Dorantes, A., Cruz-Maya, J. A., & Jan-Roblero, J. (2018). Comparison of plant growth-promoting rhizobacteria in a pine forest soil and an agricultural soil. *Soil Research*, 56(4), 346. doi: 10.1071/sr17227

Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. (2000). *Bergey's manual of determinative bacteriology ninth edition*. Maryland: Lippicott Williams & Wilkins, a wolters Kluwer company.

Gao, P., Tian, H., Wang, Y., Li, Y., Li, Y., Xie, J., ... Ma, T. (2016). Spatial isolation and environmental factors drive distinct bacterial and archaeal communities in different types of petroleum reservoirs in China. *Scientific Reports*, 6(20174), 1-12. doi: 10.1038/srep20174

Grady, E. N., MacDonald, J., Liu, L., Richman, A., & Yuan, Z. C. (2016). Current knowledge and perspectives of *Paenibacillus*: A review. *Microbial Cell Factories*, 15(1), 1-18. doi: 10.1186/s12934-016-0603-7

- Guo, Y., Huang, E., Yuan, C., Zhang, L., & Yousef, A. E. (2012). Isolation of a *Paenibacillus* sp. Strain and structural elucidation of its broad-spectrum lipopeptide antibiotic. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(9), 3156-3165. doi: 10.1128/AEM.07782-11.
- Heulin, T., Achouak, W., Berge, O., Normand, P., & Guinebretière, M. H. (2015). *Paenibacillus graminis* sp. nov. and *Paenibacillus odorifer* sp. nov., isolated from plant roots, soil and food. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(2), 607-616. doi: 10.1099/00207713-52-2-607.
- Khan, Z., Hussain, S. Z., Rehman, A., Zulfikar, S., & Shakoori, A. R. (2015). Evaluation of cadmium resistant bacterium, *Klebsiella pneumoniae*, isolated from industrial wastewater for its potential use to bioremediate environmental cadmium. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(6), 1533-1543.
- Kielak, A., Pijl, A. S., Van Veen, J. A., & Kowalchuk, G. A. (2009). Phylogenetic diversity of *Acidobacteria* in a former agricultural soil. *International Society for Microbial Ecology Journal*, 3(3), 378-382. doi: 10.1038/ismej.2008.113
- Nagamani, A., Soligalla, R., & Lowry, M. (2009). Isolation and characterization of phenol degrading *Xanthobacter flavus*. *African Journal of Biotechnology*, 8(20): 5449-5453. doi: 10.4314/ajb.v8i20.65988
- Nofu, K., Khotimah, S., & Lovadi, I. (2014). Isolasi dan karakteristik bakteri pendegradasi selulosa pada ampas tebu kuning (bagasse). *Protobiont*, 3(1), 25-33.
- Paczosa, M. K., & Mecsas J. (2016). *Klebsiella pneumoniae*: Going on the offense with a strong defense. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 629-661.
- Priest, F. G. (2015). Genus *Paenibacillus*. In P. De Vos, G. M. Garrity, D. Jones, N. R. Krieg, W. Ludwig, F. A. Rauney, K. Schleifer, & W. B. Whitman (Eds.), *Bergeys's manual of systematic bacteriology* (pp. 269-295). New York, USA: Springer.
- Puspita, F., Ali, M., & Pratama, R. (2017). Isolasi dan karakterisasi morfologi dan fisiologi bakteri *Bacillus* sp. endofitik dari tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 6(2), 44-49.
- Rashmi, Y. C., Reshmi, R., Poornima, R., & Kumar, S. (2017). Isolation and characterization of microorganisms from agriculture soil of *Magnifera indica* Orchard. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 6(6), 2707-2713.
- Rizqi, D. Y. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi hidrokarbon dari oli bekas (Skripsi). Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Pendidikan Universitas Negeri Mataram, Mataram.
- Roa, J., Cadavid, M., Muñoz, F., Chica, H. A., & Ángel, C. A. (2016, December 5-8). *Isolation and preliminary biochemical characterization of nitrogen-fixing bacteria belonging to three genera obtained from sugarcane in Colombia*. Paper presented at Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists International Society of Sugar Cane Technologist (ISSCT) XXIX Congress, At Chiang Mai International Exhibition and Convention Centre, Thailand, Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/313847261>
- Sachdev, D. P., Chaudhari, H. G., Kasture, V. M., Dhavale, D. D., & Chopade, B. A. (2009). Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing *Klebsiella pneumoniae* strains from rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum*) and their effect on plant growth. *Indian Journal of Experimental Biology*, 47(12), 993-1000.
- Santoso, K., Rahmawati., & Rafdinal. (2019). Eksplorasi bakteri penambat nitrogen dari tanah hutan mangrove Sungai Peniti, Kabupaten Mempawah. *Protobiont*, 8(1), 52-58.

- Saraswati, R. (1999). Teknologi pupuk mikroba multiguna menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 4(1), 1-9.
- Schneider, D., Engelhaupt, M., Allen, K., Kurniawan, S., Krashevskaya, V., Heinemann, M., & Daniel, R. (2015). Impact of lowland rainforest transformation on diversity and composition of soil prokaryotic communities in Sumatra (Indonesia). *Frontiers in Microbiology*, 6(1339)1-12.
- Sathya, A., Vijayabharathi, R., & Gopalakrishnan, S. (2017). Plant growth-promoting *Actinobacteria*: A new strategy for enhancing sustainable production and protection of grain legumes. *3 Biotech Springer*, 7(2), 1-10. doi: 10.1007/s13205-017-0736-3
- Sitepu, I. R., Hashidoko, Y., & Turjaman, M. (2010). Aplikasi *Rhizobakteri* penghasil fitohormon untuk meningkatkan pertumbuhan bibit *Aquilaria* sp. di persemaian. *Info Hutan*, 7(2), 107-116.
- Suriawiria, U. (2005). *Mikrobiologi dasar*. Jakarta: Papas Sinar Sinanti.
- Susanti, Y. (2014). Eksplorasi agen antagonis disekitar perakaran tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Sungkai*, 2(1), 37-42.
- Susilawati., Budhisurya, E., Anggono, R. C. W., & Simanjuntak, B. H. (2016). Analisis kesuburan tanah dengan indikator mikroorganisme tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Plateau Dieng. *Jurnal Ilmu Pertanian (Agric)*, 25(1), 64. doi: 10.24246/agric.2013.v25.i1.p64-72
- Tsuji, A., Takahashi, K., Kaneko, Y., Goto, S., & Ogawa, M. (2013). The effects of temperature and pH on the growth of eight enteric and nine glucose non-fermenting species of gram-negative rods. *Microbiology and Immunology*, 26(1), 15-24. doi: 10.1111/j.1348-0421.1982.tb00149
- Verma, M., Mishra, J., & Arora, N. K. (2018). Plant promoting rhizobacteria: diversity and applications. In R. C. Sobti, N. K. Arora, & R. Kothari (Eds.), *Environmental biotechnology: For sustainable future* (pp. 129-173). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Wafula, E. N. (2013). Analyses of soil bacteria in Ngere Tea Catchment Area of Murang'a County, Kenya (Master's thesis). Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya.
- Weigel, J. (2006). The genus *Xanthobacter*. In S. Falkow, E. Rosenberg, K. H. Schleifer, & E. Stackrebrandt (Eds.), *The prokaryotes: A handbook on the biology of bacteria* (pp. 290-314). New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Xie, J. B., Du, Z., Bai, L., Tian, C., Zhang, Y., Xie, J. Y., Li, J. (2014). Comparative genomic analysis of n₂-fixing and non-n₂-fixing *Paenibacillus* spp.: Organization, evolution and expression of the nitrogen fixation genes. *PLoS Genetics*, 10(3), 1-17. doi: 10.1371/journal.pgen.1004231
- Xie, J., Shi, H., Du, Z., Wang, T., Liu, X., & Chen, S. (2016). Comparative genomic and functional analysis reveal conservation of plant growth promoting traits in *Paenibacillus polymyxa* and its closely related species. *Scientific Reports*, 6(21329), 1-12. doi: 10.1038/srep21329
- Yang, Y., Wang, N., Guo, X., Zhang, Y., & Ye, B. (2017). Comparative analysis of bacterial community structure in the rhizosphere of maize by highthroughput pyrosequencing. *PLoS ONE*, 12(5), 1-11. doi: 10.1371/journal.pone.0178425.