

---

## KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT PELARUT FOSFAT DARI KULIT BATANG TUMBUHAN RARU (*Cotylelobium melanoxyton*)

Nurul Fitri Fadhilah<sup>1)</sup>, Dra. Uswatun Hasanah, M,Si<sup>2)</sup>, Idramsa, S.Pd, M.Si<sup>3)</sup>

1 Mahasiswa Program S1 Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara

2 Dosen Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara

3 Dosen Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara

nurulfadhilah11@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi bakteri endofit pelarut fosfat dan mengetahui karakter isolat bakteri yang mampu melarutkan fosfat berdasarkan karakter morfologi, karakter fisiologi dan karakter biokimia. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan selama 3 bulan yaitu mulai November 2014 sampai Februari 2015. Bakteri endofit dari kulit batang tumbuhan raru sudah tersedia di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan. Seleksi bakteri endofit kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*) yang dapat melarutkan fosfat dilakukan secara kuantitatif dengan melihat zona bening pada media pikovskaya yang telah diinokulasikan bakteri endofit setelah diinkubasi pada suhu 30°C selama 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 24 isolat diperoleh 2 isolat yang mampu melarutkan fosfat yaitu ER12 dan ER23. Karakterisasi bakteri yang positif pelarut fosfat dilakukan berdasarkan morfologi, fisiologi dan biokimianya dengan melihat perubahan warna pada media yang digunakan. Karakter bakteri ER12 memiliki koloni bulat dengan tepi koloni rata, warna koloni putih bening, dengan permukaan licin dan elevasi yang rata, bakteri ER 23 memiliki tipe tepi koloni berombak, warna koloni putih dengan permukaan licin dan elevasi yang rata, kedua bakteri tersebut termasuk Gram positif. Dari uji biokimia bakteri endofit ER 12 dan ER 23 dapat menghasilkan asam campuran, menghidrolisis protein, menghasilkan enzim gelatinase, katalase dan tidak dapat menghasilkan enzim urease, sitrase dan tidak dapat menghidrolisis hydrogen sulfida. Suhu optimum untuk pertumbuhan isolat bakteri ER 12 dan ER 23 adalah 35°C. pH optimum untuk pertumbuhan isolat bakteri ER 12 adalah 7,2 dan 8,9 sementara ER 23 dapat tumbuh optimum pada rentang pH lebih luas yaitu 6,5 sampai 8,9.

*Kata kunci: Karakterisasi, bakteri endofit, pelarut fosfat*

## CHARACTERIZATION OF PHOSPHATE SOLVENT ENDOPHYTIC BACTERIA OF STEM SKIN RARU (*Cotylelobium melanoxyton*)

### Abstract

This study aims to select endophytic bacteria phosphate solvent and characterization of bacterial isolates knowing capable of dissolving phosphate based on morphological characters, character physiological and biochemical characters. The research was conducted in the laboratory of Biology, Faculty of Mathematics and

Natural Sciences, University of Medan for 3 months, ie from November 2014 to February 2015. The endophytic bacteria from the bark of plants raru already available in the Laboratory of Biology, State University of Medan. Isolation of endophytic bacteria bark of plants raru (*Cotylelobium melanoxylo*) which can dissolve phosphate performed a quantitative analysis by looking at the clear zone pikovskaya media that has been inoculated endophytic bacteria after incubation at 30 ° C for 10 days. The results showed that of the 24 isolates obtained 2 isolates were capable of dissolving phosphate ER12 and ER23. Characterization of phosphate solvent positive bacteria carried by morphology, physiology and biochemistry to see the change in color of the media used. ER12 has a rounded character bacterial colonies with flat edges, translucent white colony color, with a smooth surface and a flat elevation, ER 23 bacterial colonies have the type of edge wavy, white colony color with a smooth surface and a flat elevation, including both Gram-positive bacteria. Of biochemical tests of endophytic bacteria ER 12 and ER 23 can produce a mixture of acid, hydrolyze proteins, produce gelatinase enzyme, catalase and can not produce the enzyme urease, sitrase and can not hydrolyze hydrogen sulfide. The optimum temperature for growth of bacterial isolates ER 12 and ER 23 is 35 ° C. The optimum pH for growth of bacterial isolates ER 12 is 7.2 and 8.9 while ER 23 can grow optimum pH range of 6.5 to wider 8.9.

*Keywords: Characterization, endophytic bacteria, phosphate solvent*

## Pendahuluan

Di Sumatera Utara, kulit raru *Cotylelobium melanoxylo* dikenal secara lokal sebagai tumbuhan raru (Pasaribu, *dkk.*, 2011). Raru (*Cotylelobium melanoxylo*) merupakan tumbuhan tingkat tinggi dari famili Dipterocarpace. Raru merupakan tanaman yang termasuk dalam kategori hampir punah. Selain itu tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxylo*) adalah tumbuhan endemik yang ada di Kabupaten Tapanuli dan hidup liar di dalam hutan dengan berbagai tumbuhan lain di sekitarnya. Raru merupakan sebutan untuk jenis kulit kayu yang ditambahkan pada nira aren yang bertujuan untuk meningkatkan cita rasa, kadar alkohol dan mengawetkan minuman tradisional tuak (Pasaribu, 2011). Tumbuhan ini telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai obat herbal tradisional (Pasaribu, *dkk.*, 2011).

Dari sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di muka bumi ini, masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih mikroba endofit termasuk juga tanaman raru (Strobel, *dkk.*, 2003). Mikroba endofit merupakan mikroorganisme yang tumbuh dalam jaringan tumbuhan dan dapat dijumpai pada bagian akar,

daun serta batang tumbuhan. Mikroba endofit dapat berupa bakteri endofit atau jamur endofit (Silitonga, *dkk.*, 2012). Bakteri endofit merupakan mikroorganisme menguntungkan yang berinteraksi dengan tumbuhan tanpa menyebabkan gangguan atau kerusakan pada tubuh inangnya (Desriani, *dkk.*, 2014).

Bakteri endofit memiliki kemampuan sebagai penambat nitrogen, pelarut fosfat, penghasil fitohormon (hormon IAA, hormon giberelin dan hormon sitokinin) juga sebagai antimikroba. Bakteri endofit pelarut fosfat adalah bakteri yang berperan dalam melarutkan fosfat organik dan anorganik menjadi fosfat terlarut sehingga dapat digunakan/diserap oleh akar tumbuhan (Pawana, 2011). Miliute, *dkk.*, (2011) membuktikan bahwa dari 18 isolat bakteri endofit yang di isolasi dari tunas Apel (*Malus domestica*) terdapat 10 isolat yang mampu melarutkan fosfat. Ji, *dkk.*, (2013) melaporkan bahwa dari 12 isolat yang diisolasi dari daun, batang dan akar padi (*Oryza sativa*) terdapat 4 isolat yang mampu melarutkan fosfat. Milca, *dkk.*, (2014) membuktikan bahwa dari 31 bakteri endofit yang diisolasi dari tumbuhan jambu mete (*Anacardium occidentale*) terdapat 4 isolat yang mampu

melarutkan fosfat. Amrutha, *dkk.*, (2014) juga membuktikan dari 11 bakteri endofit yang diisolasi dari tumbuhan Cabai Kathur (*Capsicum frutescence*) terdapat 2 isolat yang mampu melarutkan fosfat. Tan, *dkk.*, (2014) telah membuktikan bahwa dari 107 bakteri endofit yang diisolasi dari akar padi (*Oryza sativa*), kedelai (*Glycine max*) dan putri malu (*Mimosa pudica*) terdapat 52 isolat yang mampu melarutkan fosfat.

Mikroorganisme pelarut fosfat merupakan penentu dinamika ketersediaan fosfat bagi tanaman (Sutiknowati, 2010). Mikroorganisme pelarut fosfat berperan dalam penyuburan tanah karena bakteri tipe ini mampu melakukan mekanisme pelarutan fosfat dengan mengsekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, fumarat, malat (Pawana, 2011). Asam-asam organik ini dapat membentuk khelat (kompleks stabil) dengan kation Al, Fe atau Ca yang mengikat P, sehingga ion  $H_2PO_4$  menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap (Sutiknowati, 2010). Fosfat yang diserap oleh akar tumbuhan berperan dalam membantu merangsang pertumbuhan akar, batang dan bunga tumbuhan (Pawana, 2011). Premono, (1996) membuktikan bahwa mikroorganisme pelarut fosfat yang diinokulasikan ke tanaman tebu dapat meningkatkan pertumbuhan awal tanaman tebu, yakni meningkatkan bobot kering 13-38%.

## Bahan dan Metode

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah, Autoklaf, Laminar Air Flow Inkubator, Magnetik Stirer, Cawan Petri, Jarum Ose, Lampu Bunsen, Mikroskop, Erlenmeyer ukuran 250ml dan 500ml, Gelas ukur ukuran 500ml, pH meter digital, Tabung Reaksi, Timbangan Digital, Rak tabung, Objek glass, Cover glass, Pipet tetes, Mikro pipet, Yellow Tip, Vortex, Pikovskaya Agar, Aquades Steril, Nutrien Agar (NA), Alkohol 70%, Alkohol 96%, NaCl, Gelatin, MR-VP broth, Methyl red, Simmons citrate agar, Urea broth, Litmus milk

broth, Trypticase soy agar,  $H_2O_2$ , Triple Sugar Iron Agar, Cristal violet, Gram iodine, Safranin.

### Metode Kerja

**1. Seleksi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat.** Untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit yang dapat melarutkan fosfat pertama-tama menginokulasikan jarum ose yang berisi isolat bakteri ke dalam aquadest steril, kocok hingga homogen. Mengambil 1 ml dan dituang ke dalam cawan petri selanjutnya tuangkan media pikovskaya agar, lalu inkubasi suhu +/- 30°C selama 10 hari. Isolat yang positif sebagai pelarut fosfat akan terdapat *holozone* (zona bening) di media.

**2. Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat.** Isolat bakteri endofit yang positif sebagai pelarut fosfat selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan warna koloni, cahaya transmisi, bentuk koloni, tepi koloni, permukaan koloni, elevasi koloni, tekstur koloni dan pewarnaan Gram.

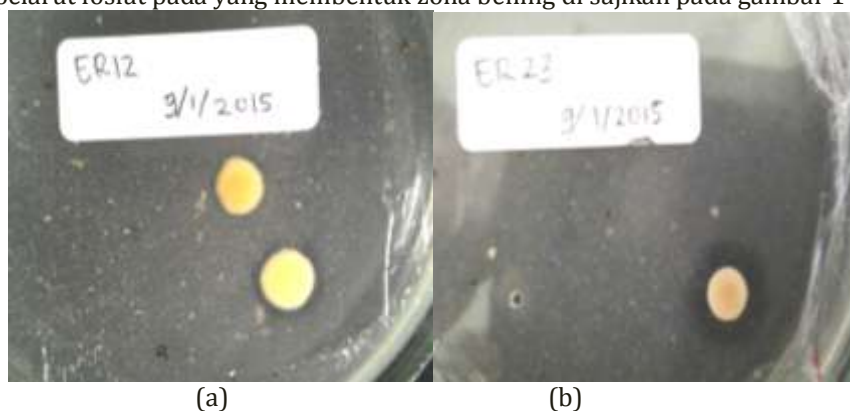
**3. Karakterisasi Fisiologi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat.** Isolat bakteri endofit yang positif sebagai pelarut fosfat selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan pertumbuhannya pada media dengan pH 5.2, 6.5, 7.2, 8.9, 10.2, dan pertumbuhannya pada suhu 4, 24, 35, 43 dan 60°C.

**4. Karakterisasi Biokimia Bakteri Endofit Pelarut Fosfat.** Isolat bakteri endofit yang positif sebagai pelarut fosfat selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan uji hidrolisis gelatin, uji methyl red, uji sitrat, uji urea, uji fermentasi karbohidrat, uji reaksi litmus milk, uji katalase dan uji triple sugar iron agar.

### Hasil dan Diskusi

Seleksi bakteri endofit pelarut fosfat dari kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon*) menggunakan media pikovskaya agar yang diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C diperoleh 2 isolat yaitu isolat ER12 dan isolat ER23 karena adanya indikator zona bening di sekeliling koloni (Gambar 1). Berdasarkan karakter morfologi, fisiologi dan biokimia didapatkan hasil yang beragam (Tabel 1, 2 dan 3).

Hasil pengujian pelarut fosfat pada yang membentuk zona bening di sajian pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Zona bening isolat yang mampu melarutkan fosfat (a) ER12 dan (b) ER23

Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pada ER12 dan ER23 terdapat zona bening di sekitar koloni bakteri, hal ini merupakan indikator dari adanya mekanisme pelarutan fosfat.

Hasil karakterisasi morfologi bakteri endofit pelarut fosfat disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Karakteristik morfologi isolat bakteri endofit tumbuhan baru (*Cotylelobium melanoxyton*) yang mampu melarutkan fosfat

Karakter	ER12	ER23
Warna Atas Koloni	Putih	Putih susu
Warna Bawah Koloni	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan
Bentuk Koloni	Bundar	Bundar
Tepi Koloni	Utuh	Berombak
Permukaan Koloni	Licin	Licin
Elevasi Koloni	Rata	Rata
Tekstur Koloni	Cairan	Cairan
Warna Koloni di NA Miring	Putih	Putih
Transmisi Cahaya	Tembus Cahaya Sebahagian	Tembus Cahaya Sebahagian
Bentuk Koloni di NA Miring	Berbentuk Pedang	Berbentuk Pedang
Pewarnaan Gram	Gram positif	Gram positif

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa isolat ER12 dan ER23 berbeda pada karakter tepi koloni, pada ER12 tepi koloni berbentuk utuh, sedangkan ER23 berbentuk berombak.

Hasil karakterisasi fisiologi bakteri endofit pelarut fosfat di sajikan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik fisiologi isolat bakteri endofit tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon*) yang mampu melarutkan fosfat

Karakter	ER12	ER23
pH 5.2	+	+
pH 6.5	++	++
pH 7.2	++	++
pH 8.9	+	++
pH 10.2	+	+
Suhu 4°C	-	-
Suhu 24°C	+	+
Suhu 35°C	++	++
Suhu 43°C	+	+
Suhu 60°C	-	-

NB: - = Tidak tumbuh

+ = Tumbuh tipis

++ = Tumbuh tebal

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa isolat ER12 dan ER23 sama-sama tidak tumbuh pada suhu 4°C dan 60°C dan optimum pada suhu 35°C, dengan rentang pH optimum 6.5 sampai 7.2 pada ER12 dan 6.5 sampai 8.9 pada ER23.

Hasil karakterisasi biokimia bakteri endofit pelarut fosfat disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Karakteristik fisiologi isolat bakteri endofit tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon*) yang mampu melarutkan fosfat

Karakter	ER12	ER23
Uji Triple Sugar Iron Agar	+	+
Uji Hidrolisis Gelatin	+	+
Uji Litmus Mulik	+	+
Uji Sitrat	-	-
Uji Urea	-	-
Uji Methyl Red	+	+
Uji Katalase	+	+
Uji Karbohidrat Laktosa	+	+
Uji Karbohidrat Sukrosa	+	+
Uji Karbohidrat Dekstrosa	+	+

NB: - = Negatif

+ = Positif

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa isolat ER12 dan ER23 sama-sama negatif pada uji sitrat dan uji urea.

Berdasarkan hasil penelitian pada ER12 dan ER23 terdapat zona bening di sekitar koloni. Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pada tepi koloni isolat ER12 dan ER23 terdapat zona bening, hal ini merupakan indikator dari adanya pelarutan fosfat. Adanya zona bening menandakan bahwa bakteri endofit ER12 dan ER23 mampu melarutkan fosfat, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Pawana (2011) bahwa bakteri pelarut fosfat mampu melakukan

mekanisme pelarutan fosfat dengan mengsekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, fumarat, malat. Asam-asam organik sangat berperan dalam pelarutan fosfat karena asam organik tersebut relatif kaya akan gugus-gugus fungsional karboksil (-COO-) dan hidroksil (-OH) yang bermuatan negatif sehingga memungkinkan untuk membentuk senyawa kompleks dengan ion (kation) logam yang biasa di

sebut chelate (Khan, 2009). Asam-asam organik meng-chelate Ca, mengakibatkan fosfat terlepas dari ikatan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  sehingga terdapat zona bening karena fosfat pada media terlepas (Stevenson, 2005).

Kedua isolat yang positif melarutkan fosfat tersebut memiliki beberapa karakter. Karakter tersebut di antaranya, ER12 memiliki bentuk bulat dengan tepi koloni rata, warna koloni putih bening, dengan permukaan licin dan elevasi yang rata, ER23 memiliki bentuk bulat dengan tepi koloni berombak, warna koloni putih dengan permukaan licin dan elevasi yang rata. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Silitonga (2013) bahwa pada media padat, pertumbuhan mikroorganisme ditandai dengan bentuk koloni yang berbeda-beda seperti circular, irregular dan lainnya. Sedangkan menurut Fardiaz (1992) koloni bakteri dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu, apabila kondisi lingkungan dan makanan cocok untuk mikroorganisme tersebut maka mikroorganisme tersebut akan tumbuh dengan baik dan sempurna.

ER12 dan ER23 termasuk bakteri Gram positif yang ditunjukkan oleh crystal violet yang dapat diikat dengan baik oleh sel bakteri ER12 dan ER23, dan tidak dapat di lunturkan oleh alkohol. Hal ini menandakan bahwa struktur dinding sel bakteri ER12 dan ER23 memiliki struktur dinding sel yang tebal. Menurut Pastra (2012) dan Sutrisna (2013) Bakteri Gram positif mempunyai dinding sel yang tebal, yaitu sekitar 15-80nm, dan berlapis tunggal, dengan komposisi peptidoglikan yang tebal dan lipid yang tipis.

Hasil uji fisiologi menunjukkan bahwa pH optimal bagi pertumbuhan ER12 berkisar antara pH 6.5 – 7,2. Hal ini dilihat dari pertumbuhan koloni yang lebat dan subur jika di dibandingkan pada media NA dengan pH 5.2, 8.9 dan 10.2. Sementara pada ER23 kisaran pH optimal pertumbuhannya lebih luas yaitu 6.5 – 8.9. Menurut Saha (2014) pH merupakan kunci pertumbuhan bakteri pada media. Sedangkan menurut Pelczar dan Chan (1986) pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktifitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalisasi reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa suhu optimum

pertumbuhan bagi bakteri ER12 dan ER23 adalah kisaran +/- 35°C. Namun tetap dapat tumbuh pada suhu dari 25°C dan 45°C. Sementara pada suhu dingin 4°C tidak dapat hidup, dan pada suhu panas 60°C juga tidak dapat hidup. Hal ini menandakan bahwa bakteri ER12 dan ER23 termasuk dalam kategori mesofil, ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Hasanah, 2013) bakteri mesofil memiliki kisaran suhu pertumbuhan 10 - 45°C dengan suhu optimum pertumbuhan 20 - 40°C. Menurut Knob dan Carmona (2008) suhu sangat memengaruhi kecepatan pertumbuhan bakteri, kecepatan sintesis enzim dan kecepatan inaktivasi enzim.

Hasil uji biokimia pada bakteri ER12 dan ER23 didapatkan hasil positif dalam beberapa uji, di antaranya uji triple sugar iron agar, menurut Capucino dan Sherman (2001) munculnya warna merah pada permukaan media dan warna kuning pada dasar media menandakan terjadinya fermentasi glukosa dengan konsentrasi gula yang rendah. Pada uji litmus milk media berubah menjadi warna putih, dan terdapat cincin berwarna pink di permukaan media, ini menandakan bahwa bakteri mampu merubah laktosa dalam substrat susu menjadi asam laktat. Pada uji methyl red dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa menjadi asam, munculnya warna merah menandakan bakteri mampu menghasilkan asam. Uji gelatin dilakukan untuk melihat apakah bakteri tersebut mempunyai enzim gelatinase yang mampu menghidrolisis gelatin, perubahan pada media yang menjadi mencair menandakan bakteri memiliki enzim gelatinase. Uji katalase dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri dalam mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen sehingga tidak berbahaya, hal ini dapat dilihat saat terdapat gelembung pada biakan yang ditetesi  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Uji fermentasi karbohidrat laktosa, dekstrosa dan sukrosa didapatkan hasil warna media berubah menjadi warna kuning. Adanya perubahan pada media tersebut merupakan hasil fermentasi karbohidrat berupa asam. Asam yang dihasilkan akan menurunkan pH media biakan. Pembentukan asam laktat akan ditandai oleh perubahan warna media menjadi kuning, perubahan warna dengan diikuti terbentuknya gas pada tabung Durham merupakan fermentasi asam campuran (Jasim, 2014). Pada dua uji, di antaranya uji sitrat

digunakan untuk melihat kemampuan mikroorganisme menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dan energy diperoleh hasil negatif demikian juga dengan uji urea dilakukan untuk membedakan bakteri yang mampu menghasilkan eksoenzim yaitu enzim urease. Dari kedua uji tersebut didapatkan hasil bahwa bakteri ER12 dan ER23 tidak mampu menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan tidak mampu menghasilkan enzim urease.

## Kesimpulan

1. Dari ke 24 isolat yang telah diuji kemampuannya dalam melarutkan fosfat didapatkan 2 isolat yaitu ER12 dan ER23.
2. Berdasarkan karakter morfologinya ER12 memiliki bentuk bulat dengan tepi koloni rata, warna koloni putih bening, dengan permukaan licin dan elevasi yang rata, ER23 memiliki bentuk bulat dengan tepi koloni berombak, warna koloni putih dengan permukaan licin dan elevasi yang rata, ER12 dan ER23 termasuk bakteri Gram positif.
3. Berdasarkan karakter fisiologi bakteri, suhu optimum untuk pertumbuhan isolat bakteri ER 12 dan ER 23 adalah 35°C. pH optimum untuk pertumbuhan isolat bakteri ER 12 adalah 7,2 dan 8,9 sementara ER 23 dapat tumbuh optimum pada semua pH yaitu 6,5 sampai 8,9.
4. Berdasarkan karakter biokimia bakteri ER12 dan ER23 mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dekstrosa dan sukrosa. Mampu menghasilkan enzim katalase dan enzim gelatinase namun tidak mampu menghasilkan enzim urease. Tidak mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon.

## Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap bakteri endofit dari kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon*) yang mampu

melarutkan fosfat untuk mengetahui berapa besar fosfat yang mampu dilarutkan oleh bakteri endofit tersebut.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dra. Uswatun Hasanah, M.Si, selaku dosen pembimbing dan ketua Laboratorium Biologi serta Bapak Idramsa, S.Pd, M. Si yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan dan memberikan masukan kepada penulis selama melaksanakan penelitian. Kepada Bapak Drs. Hudson Sidabutar, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik. Kepada kedua orang tua, Ayahanda Armon Suarsono dan Ibunda Sriweni Utari, S.E, tak lupa juga teman terspesial penulis Akbar Hadita serta adik Muhammad Fadel Elghifari yang telah memberikan dukungan kepada penulis mulai saat melakukan penelitian sampai jurnal ini selesai.

## Daftar Pustaka

- Amrutha, V.A., Sudhir, A., P. Chowdappa., (2014), *Plant growth promoting potential of a novel endophytic curvobacterium ceg: isolation, evaluation and formulation*. Annals of Biological Research, 5 (5):15-21
- Cappuccino, J. G dan Sherman, N, (2001), *Microbiology a laboratory Manual*. San Francisco. Benjamin Cummings
- Desriani, Ukhradia, M.S.P., Maria, B., Akhmad, R., Puspita, L., (2014), *Isolat dan karakteristik bakteri endofit dari tanaman binahong dan ketepeng china*. Jurnal kesehatan Andalas 3(2): 19-27
- Ishwari PP, 2006. *Produksi Hormon Asam Indol-3-Asetat Oleh Bakteri Diazotrof Endofitik dan Aplikasinya Pada Tanaman Kentang*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Jasim (2014) *Isolation And Characterization Of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria From The Rhizome Of Zingiber*

- Officinale*. 3 Biotech (2014) 4:197-204  
Doi 10.1007/S13205-013-0143-3
- Ji, S.H., Gururani, M.A., Chun, S.E., (2013), *Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic diazotrophic bacteria from Korean rice cultivars*. *Microbiological Research* 16(5):39- 46
- Long HH., Schmidt DD., Baldwin (2008) *Native bacterial endophytes promote Host Growth in a species – specific Manner; phytohormone manipulation do not result in common growth response*. *Journal plus one* 3(7) : 2702
- Milca, R.C.R.L., Jessica, M.F., Nataliane, M.V., Danilo, M.S.S., Ozias, E.F., Joao, L.A., Janete, M.A and Glaucia, M.S.L., (2014), *Plant growth promoting potential of endophytic bacteria isolated from cashew leaves*. *African Journal of Biotechnology* 13(33): 27-35
- Miliūtė, I., Buzaitė, O., (2011), *IAA production and other plant growth promoting traits of endophytic bacteria from apple tree*. *Biologija* 57(2) : 98-102
- Pasaribu, G (2011), *Aktivitas inhibisi alfa glukosidase pada beberapa jenis kulit kayu raru*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(1) : 10-19
- Pasaribu, G dan Setyawati, T. , (2011), *Aktivitas antioksidan dan toksisitas ekstrak kulit kayu raru (sp)*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(4): 322-330
- Pawana, G (2011), *Pelarutan fosfat dari trikalsium fosfat oleh pseudomonas pendarflour isolate pemekasan pada media nutriem broth*. *Seminar nasional*. universitas trunojoyo Madura
- Premono, M.E., Anas, I., Soepardi, G., Hadioetomo, R.S., (1996), *Peranan jasad renik pelarut fosfat dalam meningkatkan keefisienan pupuk p dan pertumbuhan tebu*. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi. LIPI*
- Silitonga, D, (2012), *Isolasi dan uji potensi isolat bakteri pelarut fosfat dan bakteri penghasil hormone IAA (indole acetic acid) terhadap pertumbuhan kedelai (Glycine max L.) Pada Tanah Kuning, Medan : USU*
- Stevenson, F. J., (2005), *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, and Micronutrients*. John Wiley and Sons, New York.
- Strobel, G, A., and Daisy, B., (2003), *Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products*. *Microbiol. and Mol. Biology Rev* 67(4):491- 502.