

Identifikasi Bakteri Endofit Isolat B2 dan B3 dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) var. Papua patippi Berdasarkan Karakter Fenotipik

Identification of Endophytic Bacteria Isolate B2 And B3 from Root of Sweet Potatoes (Ipomoea Batatas L.) var. Papua Patippi Bases on Phenotypic Character

Asmaul Husna *, Yuliani, Lisa Lisdiana

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

* e-mail: asmaulhusna999@gmail.com

ABSTRAK

Mikrob endofit merupakan mikrob yang hidup di dalam jaringan internal tumbuhan tanpa menyebabkan efek negatif pada inangnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, ditemukan isolat bakteri endofit penghasil hormon IAA dari akar tanaman ubi jalar varietas Papua patippi yaitu, isolat B2 dan B3. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan karakter fenotipik dan mengidentifikasi nama spesies isolat B2 dan B3. Isolat bakteri B2 dan B3 dikarakterisasi berdasarkan karakter fisiologi biokimia dan dibandingkan dengan bakteri acuan yaitu *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Hasil karakter yang telah diketahui kemudian dilihat tingkat similaritas menggunakan program Clad97. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan isolat B2, B3 memiliki bentuk *irregular*, elevasi *raised*, tepi *serate* dan *entire*, permukaan halus dan kasar, warna putih dan optik *opaque*, gram positif, bentuk sel batang pendek, susunan sel *monobasil*, dan tidak berendospora, motilitas motil, katalase positif, dapat mereduksi glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa, galaktosa, fruktosa, xilosa, selulosa, mannososa, arabinosa, D-arabinosa, dektrosa, L-arabinosa, amilum, sorbitol, D-glukosa, inositol, dapat melakukan fermentasi asam campuran, dapat memproduksi 2,3 butanediol, tahan terhadap asam, dapat memproduksi nitrat, dapat memproduksi indol, dapat bertahan pada rentan pH 3,0; 7,0; dan 10,0, dapat tumbuh pada suhu 4°C, 30°C dan 50°C, adanya oksidasi sitokrom pada isolat B2 dan B3 pada uji oksidase, terjadi hidrolisis gelatin pada uji gelatin, dengan demikian isolat B2 dan B3 merupakan spesies *Bacillus subtilis*.

Kata kunci: bakteri endofit; akar tanaman ubi jalar; karakter fenotipik

ABSTRACT

*Endophytic bacteria are bacteria which live internal tissue of plant without give negative effect to the host. Isolate B2 and B3 are IAA-producing endophytic bacteria from sweet potato's root variety Papua Patippi. The aimed of this study were to describe phenotypic characters and identify of the species name isolates B2 and B3. Bacterial isolates B2 and B3 characterized based on physiological biochemical characters then compared with physiological biochemical characters of reference bacteria such as *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*. The result of the characters had been known then will be analysis Clad97 program to know the level of similarity. The result of this study were isolate B2 and B3 have similar character, there are has irregular form, raised elevation, serate and entire edge, smooth and rough surface, white and optically opaque, gram-positive, short bacill, monobacill, and have not endospore, motile, positive catalase, can reduce glucose, sucrose, lactose, maltose, galactose, fructose, xylose, cellulose, mannose, arabinose, D-arabinose, dextrose, L-arabinose, starch, sorbitol, D-glucose, inositol, can ferment mixed acid, can produce 2,3-butanediol, resistant to acids, can produce nitrates, can produce indole, can survive on vulnerable pH 3.0; 7.0; and 10.0, may grow at ambient temperatures 4 °C, 30 °C and 50 °C, the cytochrome oxidation in oxidase test, gelatin hydrolysis occurs at test gelatin. Based on thus character, isolates B2 and B3 were belong to *Bacillus subtilis* species.*

Key words: endophytic bacteria; root of sweet potatoes; phenotypic character

PENDAHULUAN

Ubi jalar merupakan salah satu komoditas sumber karbohidrat utama setelah padi, jagung, dan umbi kayu yang memiliki peranan penting dalam penyediaan sumber pangan di Indonesia (Zuraida dan Supriati, 1998). Penelitian yang telah dilakukan oleh Soplanit dkk. (2006) menemukan varietas ubi jalar Papua patippi yang merupakan klon unggulan hasil dalam daya tahan terhadap

hama dan toleran terhadap kekeringan. Kemampuan ubi jalar hidup di lingkungan yang kurang baik dikarenakan hasil simbiosis mutualisme tanaman dengan bakteri endofit (Khan dan Doty, 2009).

Mikrob endofit merupakan mikrob yang hidup di dalam jaringan internal tumbuhan tanpa menyebabkan efek negatif pada inangnya (Prasetyoputri dan Atmosukarto, 2006). Bakteri

endofit memiliki banyak manfaat bagi tanaman inang antara lain, meningkatkan ketahanan tanaman, penambat N₂ dari udara, dan menghasilkan fitohormon. Salah satu fitohormon yang dihasilkan bakteri endofit adalah asam asetat indole-3 (IAA) (Setiawati dkk, 2009). Asam asetat indole-3 (IAA) merupakan salah satu hormon yang tergolong hormon auksin dan peranannya adalah meregulasi berbagai perkembangan pada tumbuhan, yaitu pemanjangan sel, pembesaran sel, diferensiasi sel, pembentukan bunga, dominasi apikal dan respon cahaya (Ali, 2015).

Berdasarkan penelitian Anggara dkk. (2014) ditemukan empat isolat bakteri endofit penghasil hormon IAA dari akar tanaman ubi jalar varietas Papua patippi yaitu, isolat A1, B1, B2 dan B3. Isolat B2 dan B3 diisolasi dari satu tanaman serta berdasarkan karakterisasi awal memiliki banyak persamaan pada ciri morfologi sel, susunan sel dan fisiologi biokimia, namun kedua isolat tersebut menghasilkan kadar hormon IAA yang berbeda. Isolat B3 menghasilkan kadar hormon IAA lebih tinggi yaitu 0,5525 ppm dibandingkan isolat B2 0,3552 ppm. Berdasarkan perbedaan kadar hormon IAA yang dihasilkan dan perbedaan pada karakteristik isolat B2 dan B3, maka ada kemungkinan keduanya adalah isolat yang berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukannya identifikasi terhadap kedua isolat tersebut.

Identifikasi adalah suatu proses untuk mengetahui ciri, bentuk, sifat, serta fungsi untuk pengelompokkan dan penamaan suatu individu yang belum diketahui jenis maupun spesiesnya (Kismiyati, 2009). Metode identifikasi bakteri secara garis besar dapat dibagi menjadi teknik genomik yang berdasarkan pada profil materi genetik suatu organisme dan teknik fenotipik yang berdasarkan pada sifat morfologi, fisiologi, dan biokimia (Fakruddin, 2011).

Pada penelitian ini digunakan bakteri acuan *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. untuk dibandingkan dengan isolat B2 dan B3. Bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. memiliki banyak kesamaan pada ciri-ciri morfologi dengan isolat bakteri endofit B2 dan B3. Bakteri *Bacillus* sp. menurut Barrow (1993), merupakan bakteri berbentuk batang, bakteri bersifat motil (reaksi non-motil kadang terjadi), menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas, bersifat aerob (beberapa spesies bersifat anaerob fakultatif), katalase positif, dan oksidasi bervariasi, sedangkan *Pseudomonas* sp. memiliki morfologi bakteri berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerob, katalase positif, oksidasi positif, tidak

berspora, dan bersifat motil (Tarntip dan Sirichom, 2011).

Identifikasi bakteri endofit isolat B2 dan B3 diisolasi dari satu tanaman dan berdasarkan karakterisasi awal memiliki banyak persamaan pada ciri morfologi sel, susunan sel dan fisiologi biokimia, namun kedua isolat tersebut menghasilkan kadar hormon IAA yang berbeda. Berdasarkan perbedaan kadar hormon IAA yang dihasilkan dan perbedaan pada karakteristik oleh isolat B2 dan B3, maka ada kemungkinan kedua isolat tersebut adalah isolat yang berbeda. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui spesies dari bakteri endofit isolat B2 dan B3 akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi yang diketahui berpotensi dalam menghasilkan hormon IAA dan memiliki kemampuan dalam penambatan nitrogen, sehingga dapat dikembangkan untuk penelitian berikutnya dalam upaya untuk meningkatkan hasil produksi dari tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakter fenotip isolat B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi dan untuk mengidentifikasi spesies dari isolat bakteri endofit B2 dan B3.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2016 dan merupakan penelitian observasional. Karakterisasi bakteri endofit isolat B2 dan B3 pada akar tanaman ubi jalar dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi gedung C9, jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri B2 dan B3, media *Nutrient Agar* (NA), media *Nutrient Broth* (merck), media *MRS broth*, media cair karbohidrat (selulosa, galaktosa, fruktosa, xilosa, ribosa, mannososa, arabinosa, rhamnosa, malibosa, trihalosa, amilum, sorbitol, D-glukosa dan inositol), pepton, NaCl, *phenol red*, akuades, alkohol 75%, *lugol's iodine*, alkohol 96%, reagen oksidase (*reagent tetrametil paraphenildiamin*), medium TSIA, medium *Lysin Iron Agar* (LIA), medium *simmon's citrate*, medium agar pati.

Karakterisasi diawali dengan sterilisasi alat menggunakan metode kering maupun basah. Kemudian pembuatan media yang akan digunakan untuk menguji isolat bakteri. Isolat bakteri sebelumnya dilakukan peremajaan dengan tujuan agar isolat bakteri tidak kehabisan nutrisi. Isolat bakteri diuji berdasarkan karakter fisiologi biokimia yaitu kemampuan bakteri dalam mereduksi gula dan gas (galaktosa, fruktosa, xilosa, selulosa, mannososa, arabinosa, L-

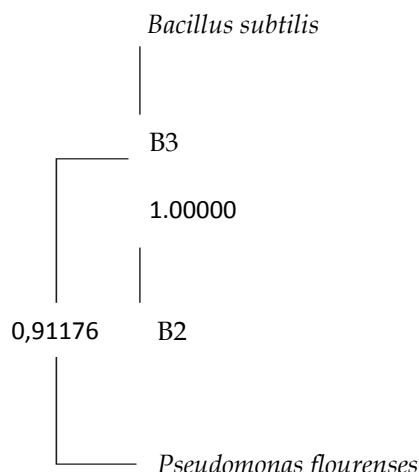
arabinosa, dektrosa, D-arabinosa, amilum, sorbitol, D-glukosa, dan inositol), uji pH (3;7;10), uji suhu 4°C, 30°C, 50°C, uji oksidase, uji asam sulfida, uji dekarboksilasi lisin, uji asam sitrat, uji gelatin, dan uji hidrolisis pati. Hasil dari karakter yang telah diketahui, kemudian dianalisis menggunakan program Clad 97.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data mengenai karakterisasi bakteri isolat B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi berdasarkan karakter fenotipik dari hasil isolasi Anggara dkk. (2014) (Tabel 1.)

Tabel 1. Hasil karakterisasi fisiologi biokimia isolat bakteri endofit B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi.

No	Karakter	Isolat Bakteri Endofit			
		B2	B3	<i>Pseudomonas</i> <i>Fluorescence</i>	<i>BacillusSubtilis</i>
1	Reduksi Galaktosa**	+	+	+	+
2	Reduksi Fruktosa**	+	+	+	+
3	Reduksi Xilosa**	+	+	+	+
4	Reduksi Selulosa**	+	+	+	+
5	Reduksi Mannosa*	-	+	+	+
6	Reduksi Arabinosa*	-	+	-	+
7	Reduksi D-Arabinosa**	+	+	+	+
8	Reduksi Dektrosa*	-	+	+	+
9	Reduksi L-Aabinosa*	-	+	-	+
10	Reduksi Amilum**	+	+	+	+
11	Reduksi Sorbitol*	+	-	-	-
12	Reduksi D-Glukosa**	+	+	+	+
13	Reduksi Inositol**	+	+	+	+
14	Uji pH 3,0*	+	+	-	+
15	Uji pH 7,0**	+	+	+	+
16	Uji pH 10,0**	+	+	+	+
17	Uji Suhu 4°C*	-	-	+	-
18	Uji Suhu 30°C**	+	+	+	+
19	Uji Suhu 50°C*	+	+	-	+
20	Uji Oksidase**	+	+	+	+
21	Uji Asam Sulfida**	-	-	-	-
22	Uji Dekarboksilasi Lisin**	-	-	-	-
23	Uji Asam Sitrat*	-	-	-	+
24	Uji Gelatin**	+	+	+	+
25	Uji Hidrolisis Pati*	-	-	+	-
Kemampuan isolat bakteri menghasilkan gas					
26	Reduksi Galaktosa**	-	-	-	-
27	Reduksi Fruktosa**	-	-	-	-
28	Reduksi Xilosa**	-	-	-	-
29	Reduksi Selulosa**	-	-	-	-
30	Reduksi Mannosa**	-	-	-	-
31	Reduksi Arabinosa**	-	-	-	-
32	Reduksi D-Arabinosa**	-	-	-	-
33	Reduksi Dektrosa**	-	-	-	-
34	Reduksi L-Arabinosa*	-	+	-	-
35	Reduksi Amilum**	-	-	-	-
36	Reduksi Sorbitol**	-	-	-	-
37	Reduksi D-Glukosa*	-	-	+	-
38	Reduksi Inositol**	-	-	-	-



Gambar 1. Similaritas antara isolat B2, B3, dan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*

Karakter yang sudah diketahui kemudian ditentukan tingkat similaritasnya menggunakan program Clad97. Karakter yang digunakan sebanyak 68 karakter sesuai karakter yang telah diketahui dari morfologi koloni, morfologi sel, dan fisiologi biokimia.

PEMBAHASAN

Berdasarkan berbagai macam karakter-karakter yang digunakan maka bakteri menunjukkan sifat unik bakteri pada masing-masing spesies. Bakteri memiliki kemampuan dalam mereduksi berbagai macam jenis gula sederhana maupun gula kompleks. Uji reduksi gula digunakan untuk menentukan jenis karbohidrat yang mampu difermentasi oleh bakteri. Jenis karbohidrat yang dapat digunakan dalam uji adalah kelompok monosakarida (D-glukosa dan fruktosa) dan kelompok polisakarida (manitol, dextrosa, inositol, selulosa, sarbitol, arabinosa, amilum, mannanosa, xilosa, galaktosa dan L-Arabinosa). Warna media yang semula bewarna orange kemerahan, karena diberi indikator *phenol red* akan berubah menjadi warna kuning setelah diinkubasi selama 24 jam. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pembentukan asam pada media yang dilakukan oleh bakteri. Tidak semua isolat bakteri yang mengalami perubahan warna akan terbentuk gelembung gas pada tabung Durham (Sutrisna, 2013).

Medium yang digunakan sebagai tempat berkembangbiaknya suatu bakteri harus memiliki pH yang konstan, yaitu tidak terlalu asam atau basa (Volk dan Wheeler, 1993). Hasil yang telah diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa isolat B2, B3, *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* dapat hidup pada pH 3,0; 7,0; 9,0,

kecuali pada isolat *Pseudomonas fluorescens* tidak dapat tumbuh pada pH 3,0. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri endofit mempunyai kemampuan hidup pada lingkungan tanah pH tinggi maupun rendah yang dikarenakan bakteri endofit memiliki kemampuan menghasilkan metabolit sekunder dalam melindungi inangnya (Priharta, 2008).

Pada umumnya batas daerah temperatur bagi kehidupan mikroba adalah antara 0°C - 90°C. Daya tahan mikroba terhadap temperatur tidak sama untuk tiap-tiap spesies (Darkuni, 2001). Uji Hasil uji pengaruh suhu menunjukkan isolat B2, B3 dan *Bacillus subtilis* tidak dapat tumbuh pada suhu rendah 4 °C, sedangkan pada suhu tinggi 50 °C isolat yang tidak dapat tumbuh ialah *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri endofit dapat bertahan dalam lingkungan yang kurang menguntungkan dan dapat meningkatkan resistensi terhadap fitopatogen, cekaman salinitas, cekaman pH dan cekaman suhu ekstrim termasuk pada suhu 4°C maupun 50°C.

Mikroba aerobik dan anaerobik fakultatif memiliki enzim sitokrom oksidase dan oksigen sebagai akseptor elektronnya sehingga dalam uji ini akan memberikan hasil uji positif yang ditunjukkan dengan perubahan warna koloni bakteri menjadi hitam dalam waktu 30 menit setelah penambahan reagen uji. Perubahan warna ini disebabkan sitokrom oksidase mengoksidasikan larutan reagen. Pada mikroba anaerobik obligat akan memberikan hasil uji negatif yang ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna (Brock, 1979 dalam Afrianty, 2013).

Uji asam sulfida dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikroba dalam menguraikan asam amino yang dihasilkan saat protein dihidrolisis. Isolat B2, B3, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus subtilis* menunjukkan hasil negatif. Hal ini ditandai dengan tidak terbentuknya endapan hitam di dasar medium. Uji asam sulfida menggunakan media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) yang bertujuan untuk membedakan jenis bakteri berdasarkan kemampuan memecahkan dextrose, laktosa, sukrosa dan pembebasan sulfida, selain itu media TSIA berfungsi untuk mengetahui pembentukan H₂S yang ditandai dengan terbentuknya endapan hitam di dasar medium (Hadjoetomo, 1993).

Uji dekarboksilasi lisin dilakukan untuk mendekarboksilasi berbagai asam amino yang terdapat pada bakteri. Hasil yang telah diperoleh ialah isolat bakteri B2, B3, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus subtilis* menunjukkan hasil negatif yang ditandai dengan tidak adanya perubahan warna isolat bakteri endofit pada umur 24 jam maupun 48 jam. Dekarboksilasi paling banyak terdeteksi adalah lisin, ornithin, dan arginin. Dekarboksilasi melepaskan produk-produk yang netral, dan proses ini dapat dideteksi secara langsung dengan menggunakan indikator pH seperti bromocresol ungu yang berwarna kuning pada kondisi asam dan berwarna ungu pada kondisi alkalis (Lay, 1994).

Uji asam sitrat memiliki tujuan untuk melihat mikroba sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi menggunakan sitrat. Uji ini dapat menggunakan medium sitrat koser, berupa medium cair atau medium sitrat simon berupa medium padat. Pada hasil penelitian isolat bakteri *Bacillus subtilis* menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan adanya perubahan warna hijau menjadi biru pada media. Hal tersebut terjadi dikarenakan isolat *Bacillus subtilis* mampu menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan energi akan mengakibatkan asam sitrat pada media berkurang sehingga pH naik dan suasana menjadi basa (indikator berubah menjadi biru) (Lay, 1994).

Uji gelatin dilakukan untuk mengetahui terjadi atau tidak terjadinya proses hidrolisis gelatin, yang dimana gelatin merupakan protein yang terdapat pada tulang. Hasil yang telah diperoleh pada seluruh isolat uji menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan pencairan gelatin atau tidak terjadi pembekuan pada media yang berarti bakteri mampu menghasilkan ekoenzim *gelatinase*. Hidrolisis gelatin oleh mikroba akan dikatalisis oleh enzim yang disebut *gelatinase*. Gelatin adalah suatu protein hewani

berbentuk gel yang jika diuraikan akan membentuk cair. Beberapa mikroba dapat menguraikan gelatin sehingga asam amino yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai zat hara (Lay, 1994).

Uji hidrolisis pati bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghidrolisis pati dengan menghasilkan enzim amylase. Uji hidrolisis pati pada isolat bakteri *Pseudomonas fluorescens* menunjukkan hasil positif dengan ditunjukkan adanya zona bening disekitar koloni setelah ditetesi larutan lugol dan didiamkan selama beberapa menit. Zona bening yang terbentuk pada isolat *Pseudomonas fluorescens* sangat tipis. Pati merupakan polisakarida yang tidak mampu diserap oleh membran sel. Hal tersebut dikarenakan pati merupakan polisakarida yang memiliki berat molekul yang besar (Capuccino dan Sherman, 2008).

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Anggara dkk. (2014) menunjukkan isolat B2 menghasilkan 19 uji hasil positif dari 21 uji, sedangkan isolat B3 menghasilkan 19 uji hasil positif dari 21 uji. Pada penelitian ini isolat B2 menghasilkan 17 uji hasil positif dari 38 uji, sedangkan isolat B3 menghasilkan 21 uji hasil positif dari 38 uji yang dilakukan. Keseluruhan karakter-karakter ini yang akan dianalisis menggunakan program Clad97 untuk menentukan nilai similaritas antara isolat bakteri endofit B2 dan B3 dengan bakteri acuan.

Berdasarkan karakter pada bakteri endofit isolat B2 dan B3 diketahui similaritas bakteri dari akar tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) var. Papua patippi bahwa bakteri isolat B2, B3, dan *Bacillus subtilis* memiliki similaritas yang tinggi yaitu sebesar 1.0000 dari skala 0-1 (Gambar 1). Ketiga isolat bakteri tersebut memiliki 43 karakter yang sama dari 59 karakter yang diamati, sedangkan isolat *Pseudomonas fluorescens* memiliki 43 karakter yang sama. Isolat B2 dan B3 diuji bersama dengan bakteri acuan *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* untuk melihat nilai similaritasnya. Penetapan 2 bakteri acuan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan dari literatur karakterisasi awal yang telah dilakukan Anggara dkk. (2014). Hasil analisis yang telah didapat dengan menggunakan program Clad97 menunjukkan bahwa isolat B2, B3, dan *Bacillus subtilis* memiliki similaritas yang tinggi yaitu sebesar 1.0000 dari skala 0-1, sedangkan isolat *Pseudomonas fluorescens* memiliki similaritas rendah yaitu 0,911765 jika dibandingkan dengan isolat B2, B3, dan *Bacillus subtilis*. Menurut acuan pada buku Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition bakteri endofit isolat

B2 dan B3 memiliki ciri yang sama dengan *Bacillus cereus* dan *Bacillus thuringiensis* pada 15 karakter yang telah diuji dari 57 karakter yang tertera dalam buku Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition. Namun, pada penelitian yang telah dilakukan Zumrona dkk, (2016) dalam identifikasi bakteri endofit isolat B2 dan B3 berdasarkan skuens 16s rDNA. Bakteri isolat B2 teridentifikasi sebagai *Bacillus thuringiensis*, sedangkan bakteri isolat B3 teridentifikasi sebagai *Bacillus cereus*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai identifikasi bakteri endofit isolat B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) var. Papua patippi berdasarkan karakter fenotipik dapat disimpulkan bahwa karakter fenotip isolat B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi meliputi morfologi koloni (bentuk, elevasi, tepi, permukaan, warna dan optik), Morfologi sel (gram, bentuk sel, susunan sel, endospora), dan Fisiologi biokimia (motilitas, katalase, reduksi glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa, galaktosa, fruktosa, xilosa, selulosa, mannososa, arabinosa, D-arabinosa, dektrosa, L-arabinosa, amilum, sorbitol, D-glukosa, inositol fermentasi asam campuran, produksi 2,3 butanadiol, ketahanan terhadap asam, produksi nitrat, produksi indol, uji pH 3,7,10, uji suhu 4°C, 30°C dan 50°C, uji oksidase, uji asam sulfida, uji dekarboksilasi lisin, uji asam sitrat, uji gelatin, uji hidrolisis pati dan uji gas. Isolat B2 dan B3 dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi adalah spesies *Bacillus subtilis* berdasarkan nilai similaritas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianty FR, 2013. Keragaman Bakteri Endofit Pada Kultivar Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Leor dan Duri di Kabupaten Subang. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ali B, 2015. Bacterial Auxin Signalling: comparative study of growth induction in *Arabidopsis thaliana* and *Triticum aestivum*. *Turk J. Bot* 39: 1-9.
- Anggara BS, Yuliani dan Lisdiana L, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *LenteraBio* 3(3):160-167.
- Barrow GI and Feltham RKA, 1993. *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria*. Third Edition. United Kingdom: Syndicate of the University of Cambridge.
- Cappuccino JG dan Sherman N, 1998. *Microbiology: A Laboratory Manual* Fifth Edition. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Fakruddin M, 2011. Loop mediated Isothermal amplification (LAMP)-An Alternative to polymerase chain reaction (PCR). *Bangladesh Res Pub J*. 5 :425-39.
- Hadioetomo RS, 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. Jakarta: Gramedia.
- Khan Z and Doty SL, 2009. Characterization of Bacterial Endophytes of Sweet Potato Plants. *Journal Plant Soil*. 10: 1-10.
- Kismiyati, Subekti S, Yusuf RWN, Kusdarwati R, 2008. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif pada Luka Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi Ektoparasit *Argulus* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 1(2): 129-134.
- Lay B, 1994. *Analisis Mikrobial di Laboratorium*. Jakarta: PT. Grafindi Persada.
- Prasetyoputri A dan Atmosukarto I, 2006. Mikrob Endofit Sumber Acuan Baru yang Berpotensi. *Biotrend*. 1(2): 13-15.
- Priharta AAYD, 2008. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dalam Batang Tanaman *Artemisia annua* L. yang Diuji Potensi Antibakterianya terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.
- Setiawati MR, Dedeh HA, Pujawati S dan Ridha H, 2009. Formulasi Pupuk Hayati Bakteri Endofitik Penambat N₂ dan Aplikasinya untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Padi. Bandung: Fakultas Pertanian UNPAD.
- Soplanit A, Malik A, Mahalaya S, dan Sumartini, 2006. *Papua patippi*, (Online), <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/varietas-unggul/vu-ubi-jalar/110-papua-patippi.pdf>, diakses pada tanggal 4 September 2014 pukul 14.11 WIB.
- Sutrisna R, 2013. Karakteristik Isolat Bakteri Asam Laktat dari Usus Itik (*Anas domestica*) Terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella pullorum*. *Makalah*. disajikan dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi V oleh Lembaga Penelitian Universitas Lampung.

- Tarntip R dan Sirichom T, 2011. Isolation of Proteolytic, Lipolytic, and Bioemulsifying Bacteria for Improvement of the Aerobic Treatment of Poultry Processing Wastewater. *African Journal of Microbiology* 5(30): 5493-5497.
- Volk WA dan Wheeler MF, 1993. *Mikrobiologi Dasar*, Jilid I, Alih Bahasa: Markam, Jakarta: Erlangga.
- Zuraida N dan Supriati Y, 1998. Usahatani Ubi Jalar sebagai Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat. *Buletin AgroBio*. 4(1):13-23.