

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat dan Penghasil *Hidrogen Cyanide* (HCN) dari Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.).

Ryan Hilda Wandita¹, Sri Pujiyanto¹, Agung Suprihadi¹ dan Ratih Dewi Hastuti²

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedharto, SH, Tembalang, Semarang 50275

² Balai Penelitian Tanah, Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16114

Abstract

Onions (*Allium cepa* L.) is one of the leading horticultural commodities in Indonesia and is often used as seasoning and traditional medicine. Onion has a high economic value and fluctuating prices so that domestic onion production needs to be improved, one of them with a presence of endophytic bacteria that act as plant growth promoting agent or Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB). Endophytic bacteria isolated from the root, leaves, and bulbs. In this research has been tested endophytic bacteria of onion plants from Garut regency which has PGPB factors such as able to dissolve phosphate, and produce HCN. The results obtained 251 isolates of endophytic bacteria. Based on the characterization results, the superior isolates capable of dissolving phosphate with an average diameter of 0.45 cm is isolate II.B.1D.3, and 11 isolates capable of producing high HCN. These isolates can be used as PGPB agents so that they can be useful in increasing plant growth and onion production and biocontrol in suppressing pathogens.

Keywords: PGPB, endophyte, onion, phosphate, HCN

Abstrak

Tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan di Indonesia dan sering digunakan sebagai penyedap masakan serta obat tradisional. Bawang merah memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta harga yang fluktuatif sehingga produksi bawang merah dalam negeri perlu ditingkatkan, salah satunya dengan bantuan bakteri endofit yang berperan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman atau *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB). Bakteri endofit diisolasi dari bagian akar, daun, dan umbi bawang merah. Pada penelitian ini telah diuji bakteri endofit tanaman bawang merah asal kabupaten Garut yang memiliki faktor-faktor PGPB diantaranya mampu melarutkan fosfat, dan memproduksi HCN. Hasilnya diperoleh 251 isolat bakteri endofit. Berdasarkan hasil karakterisasi, isolat unggul yang mampu melarutkan fosfat dengan diameter rata-rata 0,45 cm adalah isolat II.B.1D.3, dan 11 isolat mampu memproduksi HCN tinggi. Isolat-isolat tersebut dapat digunakan sebagai agen PGPB sehingga nantinya bermanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah serta sebagai biokontrol dalam menekan patogen.

Kata kunci: PGPB, bawang merah, endofit, fosfat, HCN

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan di Indonesia yang sering digunakan sebagai penyedap masakan. Di Indonesia, budidaya bawang merah berkembang dan diusahakan petani mulai di dataran rendah sampai dataran tinggi. Bawang merah memiliki nilai ekonomi tinggi serta harga yang fluktuatif sehingga bawang merah diproduksi secara merata di Indonesia.

Beberapa tahun terakhir ini penggalan sumber daya mikrobial yakni bakteri yang terdapat

didalam jaringan tanaman mulai banyak mendapat perhatian salah satunya pada tanaman bawang merah. Bakteri endofit yang biasa bersimbiosis dengan tanaman juga dapat menjadi sumber strain yang menjanjikan dibandingkan dengan bakteri rizosfer karena kurangnya kompetisi dengan bakteri lain dalam *apoplast*. Hubungan simbiosis antara bakteri endofit dengan tanaman dapat bersifat netral, mutualisme atau komensalisme (Bacon & Hinton, 2006).

Bakteri endofit adalah bakteri yang mengkolonisasi jaringan tanaman sehat tanpa

menyebabkan gejala atau luka pada inangnya dan dapat hidup pada bagian tanaman seperti akar, batang, dan daun. Bakteri endofit dapat berperan sebagai *Plant Growth Promoting Bacteria* (PGPB) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara memproduksi zat pengatur tumbuh dan meningkatkan ketersediaan nutrisi (Glickman *et al.*, 1995), meningkatkan induksi resistensi tanaman inang terhadap patogen dan parasit, membantu fiksasi nitrogen, dan menghasilkan antibiotik (Bhore *et al.*, 2010). Beberapa bakteri endofit tersebut diketahui dapat melarutkan Fosfat dan menghasilkan gas HCN.

Fosfor merupakan unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungannya di dalam tanah lebih rendah dari nitrogen, kalium dan kalsium. Tanaman menyerap fosfor dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Ion $H_2PO_4^-$ lebih banyak dijumpai pada tanah masam, sedangkan ion HPO_4^{2-} lebih dominan pada tanah dengan pH basa. Selain dalam bentuk ion, tanaman dapat menyerapnya dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat (Havlin *et al.*, 1999).

Hydrogen sianida (HCN) dilepaskan sebagai produk metabolisme sekunder oleh beberapa mikroorganisme dan sensitif mempengaruhi organisme dengan menghambat sintesis ATP yang dimediasi oleh *sitokrom oksidase*. Persentase sianida yang ditemukan sangat rendah di antara rhizobakteria, tergantung pada organisme sasaran (Kremer & Souissi, 2001).

Mikroorganisme penghasil HCN bermanfaat saat mereka menekan komponen komunitas mikroba yang tidak diinginkan (Septiani *et al.*, 2014).

Semakin tinggi permintaan masyarakat terhadap bawang merah mendorong para peneliti untuk meningkatkan produksi tanpa menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan bakteri endofit sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman bawang merah. Isolasi bakteri endofit, seleksi, serta karakterisasi isolat bakteri terpilih dari endofit tanaman bawang perlu dikaji dengan baik untuk mendapatkan agen hayati yang unggul.

Penelitian ini bertujuan mengisolasi bakteri endofit dari tanaman bawang merah dan menyeleksi bakteri endofit yang efektif berpotensi sebagai

PGPB serta melakukan karakterisasi terhadap isolat bakteri endofit terpilih. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh agen hayati unggulan dengan penggunaan bakteri endofit dan memberikan informasi pemanfaatan bakteri endofit yang berpotensi sebagai PGPB.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Agustus 2017 dengan cara mengambil sampel tanaman bawang merah (lengkap bagian akar, daun, dan umbi), isolasi dan karakterisasi bakteri endofit di laboratorium Biologi Kesehatan Tanah Balai Penelitian Tanah Bogor, Jawa Barat.

Bahan yang digunakan adalah bahan untuk pembuatan medium *Onion Extract Medium* (OEM), medium S, medium JNFB (*James Nitrogen Free Bromthymol Blue*) semi padat, medium JNFB padat, medium Luria Bertani padat, *Phosphate Buffer*, NaCl 0,85%, Aquades Steril, NaOCl 5%, Alkohol 70%, sodium karbonat (Na_2CO_3), asam pikrat. Medium karakterisasi antara lain medium NBRIP (*National Botanical Research Institute Phosphorus*), media *Potato Dextrose Agar* (M096 Himedia), medium Luria Bertani + *Glycin*.

Metode

Isolasi Bakteri Endofit

Sampel tanaman yang telah dibersihkan, dipisahkan bagian akar, umbi dan daun, sampel direndam 1 menit dalam ethanol 70%, direndam dalam larutan NaOCl 5% selama 3 menit dan direndam kembali dalam ethanol 70% selama 30 detik. Sampel dibilas dengan air steril dan dikeringkan dengan tissue steril. Air bilasan terakhir diinokulasikan kedalam media *Potato Dextrose Agar* (M096 Himedia) yang digunakan sebagai kontrol untuk meyakinkan bahwa sterilisasi permukaan tanaman sudah benar dan bakteri yang diisolasi adalah bakteri endofit (Zaid *et al.* 2012).

Sampel yang telah dicuci kemudian dihaluskan menggunakan *Grinder* merk IKA® *A11 Basic* ditambahkan *Buffer Phosphate* sebanyak 5 ml. Ekstrak dari sampel tanaman kemudian di buat seri pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan diinokulasikan atau disebar menggunakan *spreader* pada medium OEM, medium S, dan diinkubasi pada suhu 28°C selama kurang lebih 5 x 24 jam sampai koloni

bakteri tumbuh. Masing-masing koloni tunggal kemudian dipindahkan ke medium baru untuk memperoleh isolat murni

Uji Kemampuan Bakteri Endofit dalam Melarutkan Fosfat

Skrining untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam melarutkan Fosfat dengan cara menginokulasikan isolat bakteri ke dalam *ependdorf* steril yang berisi 1 ml larutan NaCl 0,85% lalu *divortex* hingga homogen. Inokulan diteteskan menggunakan mikropipet dengan volume 10 μ ke dalam cawan petri yang berisi media NBRIP, lalu inkubasi suhu 28°C selama 7-14 hari. Hasil positif ditandai dengan adanya Zona Bening atau *Halo zone* disekitar koloni bakteri. Perhitungan rata-rata diameter zona dapat diukur dengan rumus $(D1+D2+D3+D4)/4$ (Premono *et al.*, 1996)

Uji Produksi Hidrogen Cyanide (HCN) Secara Kualitatif

Isolat uji diinokulasikan ke dalam media LB + *Glycine* agar miring dengan menggunakan jarum ose. Kertas filter dicelupkan dalam larutan Na₂CO₃ 2% dan larutan asam pikrat 0,5%, kemudian ditempelkan ke dalam dinding tabung reaksi dengan posisi berseberangan dengan ujung agar miring,

tabung reaksi ditutup sumbat dan diinkubasi selama 7 hari. Indikator positif yakni ditandai dengan perubahan kertas filter dari kuning menjadi orange – cokelat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Endofit

Dari hasil isolasi bakteri endofit bagian akar, daun, dan umbi tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) asal kabupaten Garut seluruhnya diperoleh sebanyak 251 isolat. Bakteri endofit mampu tumbuh dengan baik pada medium semi selektif OEM pada inkubasi 2-7 hari.

Uji Kemampuan Bakteri Endofit dalam Melarutkan Fosfat

Berdasarkan hasil analisis dari 230 isolat yang diuji skrining pada media NBRIP diperoleh 31 isolat bakteri endofit yang positif mampu melarutkan fosfat. Setelah diinkubasi selama 3 sampai 7 hari terjadi pembentukan zona bening yang bervariasi. Berdasarkan luas zona bening yang terbentuk, diketahui bahwa isolat dengan kode II.B.1D.3 memiliki rata-rata diameter zona bening tertinggi diantara isolat yang lain yakni 0,45 cm. Isolat tersebut merupakan endofit daun asal desa Panembong dan usia tanaman 40 hari. Daftar isolat tersebut disajikan dalam Tabel 1.

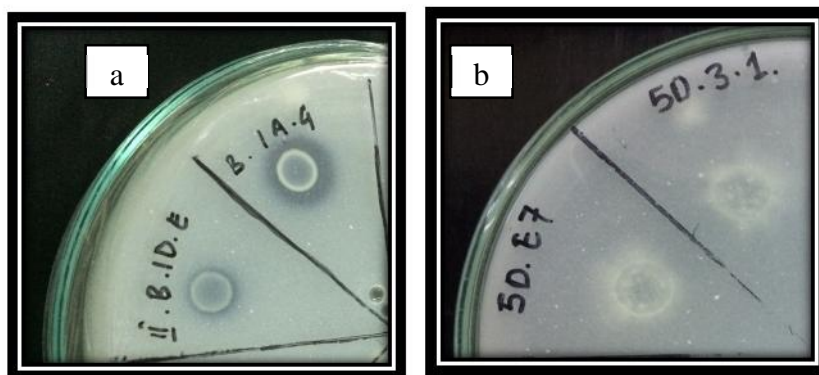
Tabel 1. Daftar bakteri endofit pelarut fosfat dari tanaman bawang merah asal kota Gresik

No	Kode Isolat	Asal Media	Asal Endofit	Umur Tanaman	Asal Daerah	Perubahan Warna	Keterangan
1	S. 2D. 3. 1	S	Daun	38 hari	Sukamanah	Cokelat	+
2	B. 2U. 2	OEM	Umbi	38 hari	Sukamanah	Cokelat	+
3	B. 2U. 3. 2	OEM	Umbi	38 hari	Sukamanah	Cokelat	++
4	3U. 3. 6	JNFB	Umbi	57 hari	Sukasari	Orange	+++
5	B. 4A. 2	OEM	Akar	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
6	B. 4D. 3. 1	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
7	B. 4D. 3. 2	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
8	B. 4D. 3. 3	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
9	5D. E. 6	JNFB	Daun	35 hari	Cinisti	Orange	++
10	5D. 3. 3	JNFB	Daun	35 hari	Cinisti	Orange	++
11	II. B. 1D. E. 2	OEM	Daun	40 hari	Psnrmbong	Cokelat	++
12	II. 1D. 2. 7	JNFB	Daun	40 hari	Panembong	Orange	+++
13	II. B. 2A. 1	OEM	Akar	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
14	II. B. 2D. E. 1	OEM	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	++

15	II. 2D. E. 1	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
16	II. 2D. E. 2	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
17	II. 2D. 1. 2	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	++
18	II. B. 2D. 1. 2	OEM	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+
19	II. B. 2U. 3.4	OEM	Umbi	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+++
20	II. 3D. 1. 4	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
21	II. 3D. 3. 1	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
22	II. 3D. 3. 5	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
23	II. 3D. 3. 6	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	+++
24	II. S. 3U. 3. 1	S	Umbi	64 hari	Sukasari	Orange	+++
25	II. 3U. 2. 2	JNFB	Umbi	64 hari	Sukasari	Orange	+++
26	II. B. 4A. 1	OEM	Akar	42 hari	Cinisti	Cokelat	++
27	II. B. 4A. 2	OEM	Akar	42 hari	Cinisti	Cokelat	++
28	II. B. 4D. 1	OEM	Daun	42 hari	Cinisti	Cokelat	+
29	II. 5D. 2. 3	JNFB	Daun	42 hari	Cinisti	Orange	+++
30	3U.3.4	JNFB	Umbi	57 hari	Sukasari	Cokelat	++
31	S. 2A.3.1	S	Akar	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+
32	II. 2D.1.1	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	++
33	5D.3.8	JNFB	Daun	42 hari	Cinisti	Cokelat	+++

Pengujian potensi isolat endofit dalam melarutkan fosfat dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada media NBRIP (*National Botanical Research Institute Phosphorus*). Media ini mengandung sumber fosfat yang terikat dengan kalsium dalam senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Zona bening yang terbentuk di sekitar atau di bawah isolat bakteri pada lempeng agar NBRIP mengindikasikan adanya kemampuan bakteri melarutkan fosfat, sedangkan isolat yang tidak mampu melarutkan fosfat dalam medium maka tidak terbentuk zona bening di sekitar koloni tersebut (Gambar 1.)



Gambar 1. Aktivitas pelarutan fosfat oleh bakteri endofit bawang merah, (a) isolat yang positif melarutkan fosfat memiliki *halozone*, (b) kontrol negatif / isolat tidak mampu melarutkan fosfat

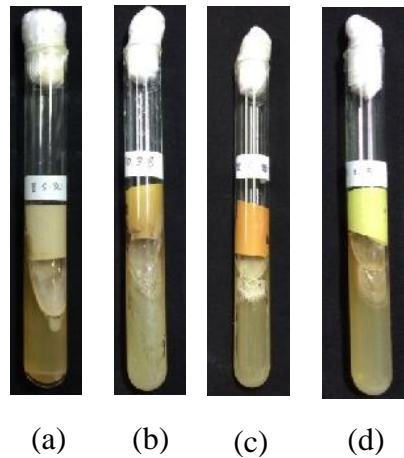
Hasil penelitian sebelumnya, telah banyak melaporkan tentang berbagai jenis Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dengan luas *halozone* yang berbeda-beda tergantung pada jenis bakteri dan daerah asalnya.

Unsur fosfat (P) merupakan unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar tanaman. Ketersediaan fosfat dalam jarang melebihi 0,01% total P. Sebagian besar bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Fosfat terikat tersebut bersenyawa dengan berbagai unsur lain dan membentuk kompleks yang sulit larut, seperti Al-P, Fe-P, dan Ca-P. Salah satu alternatif mengatasi masalah rendahnya fosfat tersedia dalam tanah adalah penggunaan bakteri pelarut fosfat (Isgitani *et al.*, 2005).

Uji Kemampuan Bakteri Endofit dalam Memproduksi Gas Hidrogen Cyanide (HCN)

Pengamatan produksi gas HCN oleh bakteri endofit dilakukan secara kualitatif. Hasil menunjukkan, dari keseluruhan isolat bakteri endofit dari asal medium OEM, S dan JNFB diperoleh 33 isolat yang diduga positif menghasilkan Gas *Hidogen Cyanide* (HCN).

Hasil tersebut ditandai dengan adanya perubahan warna pada kertas filter dari semula kuning menjadi coklat muda hingga coklat tua/orange (Gambar 2.).



Gambar 2. Perbandingan warna kertas filter: (a) isolat 3U.3.6 (produksi lemah), (b) isolat 3D.1.4 (produksi sedang), (c) isolat II. 5D.2.3 (produksi kuat), (d) kontrol negatif

Tabel 2. Isolat bakteri endofit tanaman bawang merah asal kabupaten Garut yang positif memproduksi gas HCN

No	Kode Isolat	Asal Media	Asal Endofit	Umur Tanaman	Asal Daerah	Perubahan Warna	Keterangan
1	S. 2D. 3. 1	S	Daun	38 hari	Sukamanah	Cokelat	+
2	B. 2U. 2	OEM	Umbi	38 hari	Sukamanah	Cokelat	+
3	B. 2U. 3. 2	OEM	Umbi	38 hari	Sukamanah	Cokelat	++
4	3U. 3. 6	JNFB	Umbi	57 hari	Sukasari	Orange	+++
5	B. 4A. 2	OEM	Akar	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
6	B. 4D. 3. 1	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
7	B. 4D. 3. 2	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
8	B. 4D. 3. 3	OEM	Daun	35 hari	Cinisti	Cokelat	+
9	5D. E. 6	JNFB	Daun	35 hari	Cinisti	Orange	++
10	5D. 3. 3	JNFB	Daun	35 hari	Cinisti	Orange	++
+	I ++ 0.1 ++	C -	Daun	40 hari	Psnrmbong	Cokelat	++
12	II. 1D. 2. 7	JNFB	Daun	40 hari	Panembong	Orange	+++
13	II. B. 2A. 1	OEM	Akar	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
14	II. B. 2D. E. 1	OEM	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	++
15	II. 2D. E. 1	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
16	II. 2D. E. 2	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	+++
17	II. 2D. 1. 2	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Orange	++

18	II. B. 2D. 1. 2	OEM	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+
19	II. B. 2U. 3.4	OEM	Umbi	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+++
20	II. 3D. 1. 4	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
21	II. 3D. 3. 1	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
22	II. 3D. 3. 5	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	++
23	II. 3D. 3. 6	JNFB	Daun	64 hari	Sukasari	Orange	+++
24	II. S. 3U. 3. 1	S	Umbi	64 hari	Sukasari	Orange	+++
25	II. 3U. 2. 2	JNFB	Umbi	64 hari	Sukasari	Orange	+++
26	II. B. 4A. 1	OEM	Akar	42 hari	Cinisti	Cokelat	++
27	II. B. 4A. 2	OEM	Akar	42 hari	Cinisti	Cokelat	++
28	II. B. 4D. 1	OEM	Daun	42 hari	Cinisti	Cokelat	+
29	II. 5D. 2. 3	JNFB	Daun	42 hari	Cinisti	Orange	+++
30	3U.3.4	JNFB	Umbi	57 hari	Sukasari	Cokelat	++
31	S. 2A.3.1	S	Akar	45 hari	Sukamanah	Cokelat	+
32	II. 2D.1.1	JNFB	Daun	45 hari	Sukamanah	Cokelat	++
33	5D.3.8	JNFB	Daun	42 hari	Cinisti	Cokelat	+++

Berdasarkan Tabel 2. diketahui sebanyak 9 isolat memproduksi HCN dengan kemampuan lemah, 13 isolat memproduksi HCN dengan kemampuan sedang, dan 11 isolat memproduksi HCN dengan kemampuan kuat.

Keberadaan endofit penghasil Gas HCN didominasi oleh endofit yang berasal dari daun, meskipun ada pula yang berasal dari endofit akar dan umbi namun tidak sebanyak endofit pada daun. Artinya, secara umum, bakteri endofit bawang merah dari kabupaten Garut memiliki potensi sebagai biokontrol yang baik.

Kehadiran Gas HCN dalam jaringan tanaman yang diproduksi oleh bakteri endofit berperan sebagai biokontrol lingkungan dari tanaman terhadap serangan gulma, penyakit atau nematoda. Hasil penelitian Kremer & Souissi (2001), menunjukkan beberapa strain dari *Pseudomonas* juga dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa HCN yang dapat mempengaruhi metabolisme akar dan pertumbuhan akar dari gulma.

Hydrogen cyanide (HCN) adalah senyawa volatil yang dihasilkan oleh bakteri endofit. HCN merupakan metabolit sekunder yang diproduksi beberapa mikroorganisme. Penelitian yang dilakukan oleh Heydari *et al.* (2008) melaporkan bahwa 37% bakteri *Pseudomonas fluoresen* yang diuji mampu menghasilkan gas HCN.

Hasil dari penelitian Kremer & Souissi (2001), juga menunjukkan beberapa strain dari *Pseudomonas* yang dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa HCN

mempengaruhi metabolisme akar dan pertumbuhan akar dari gulma yang berada pada perkebunan gandum. HCN dapat diproduksi secara langsung dari glisin dan sianogenik glikosida yang merupakan salah satu kandungan dalam eksudat akar (Knowles, 1976).

HCN banyak diproduksi oleh bakteri golongan *pseudomonas*. Hidrogen sianida adalah senyawa anorganik, tersebar luas di perairan dan berada dalam bentuk ion sianida (CN⁻), hidrogen sianida (HCN) dan metalo sianida (Purba, 2009).

Secara umum, fungsi *Plant Growth Promotor Bacteria* (PGPB) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori, yaitu: Sebagai perangsang/pemacu pertumbuhan (biostimulan) dengan mensintesis dan mengatur berbagai zat mengatur tumbuh (fitohormon) seperti asam indol asetat (AIA), sebagai penyedia hara dengan menambat N₂ dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat dalam tanah (Cunningham & Kuyak, 1992).

PGPB dapat mengkolonisasi akar tanaman secara kompetitif, memacu pertumbuhan tanaman, dan mengurangi penyakit tanaman. Dalam hal ini bakteri yang berperan antara lain genera *rhizobacteria* : *Bacillus* (Idriss *et al.*, 2002), *Enterobacter* (Gupta *et al.*, 1998) dan *Corynebacterium* (El-Banana & Winkelmann, 1988) telah dilaporkan bermanfaat bagi tanaman dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan peningkatan kesehatan tanaman melalui

berbagai mekanisme langsung dan tidak langsung.

PGPB umumnya digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pertanian dengan menawarkan cara yang mudah untuk mengefisiensi penggunaan pupuk kimia, mengganti pestisida, dan suplemen (Stefan *et al.*, 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil karakterisasi fisiologis bakteri endofit tanaman bawang merah dari kabupaten Garut, diperoleh beberapa isolat unggulan yang dapat digunakan sebagai PGPB yakni isolat II.B.1D.3 melarutkan fosfat dengan rata-rata diameter 0,45cm, dan 11 isolat mampu memproduksi gas HCN dengan kemampuan kuat. Isolat-isolat tersebut dapat digunakan sebagai agen PGPB sehingga nantinya bermanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah serta sebagai biokontrol dalam menekan patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Bacon, C.W., and Hinton, D.M. 2006. *Bacterial endophytes: the endophytic niche, its occupants, and its utility. Plant Associated Bacteria.* Netherland: Springer
- Bhore S.J, Sathisha, G. 2010. Screening of endophytic colonizing bacteria for cytokinin-like compounds: crude cell-free broth of endophytic colonizing bacteria is unsuitable in cucumber cotyledon bioassay. *World J. Agric. Sci.* 6(4):345-52.
- Cunningham, J.E. and Kuyak, C. 1992. Production of citric and oxalic acid and solubilization of calcium phosphate by *penicillium billai*. *App. Environ. Microbiol.* 58:1451-1458 .
- El-Banana N, Winkelmann G. 1988. Pyrrolnitrin from *Burkholderia cepacia*: antibiotic activity against fungi and novel activities against *streptomyces*. *J. Appl. Microbiol.* 85:69-78.
- Glickman, E., and Dessaux, Y., 1995. A critical examination of specificity of the salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *App Environ Microbiol.* 61:793-796.
- Gupta, A., Saxena, A.K., Gopal, M., Tilak, K.V.B.R. 1998. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on competitive ability of introduced *Bradyrhizobium* sp. (Vigna) for nodulation. *Microbiol Res.*153:113-7.
- Havlin, J.L, Beaton, J.D, Tisdale, S.L, Nelson, W.L. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer: An Introduction to Nutrient Management.* New Jersey (US): Prentice Hall. Edisi keenam
- Heydari, S, Moghadam, P.R, Arab, S.M. 2008. Hydrogen cyanide production ability by *Pseudomonas fluorescence* bacteria and their inhibition potential on weed germination. Di dalam: *Prosiding Competition for Resources in Changing World: New Drive for Rural Development*". Hohenheim (DE). Tropentag University.
- Idriss, E.E, Makarewicz, O., Farouk, A., Rosner, K., Greiner, R., Bochow, H. 2002. Extra-cellular phytase activity of *Bacillus amyloiquefaciens* FZB45 contributes to its plant-growth-promoting effect. *Microbiology.* 148:2097-109.
- Isgitani, N., Kabirun, S., Siradz, S.A. 2005. Pengaruh inokulasi bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan sorghum pada kandungan P tanah. *J Tanah Lingk.* 5(1): 48-54
- Knowles CJ. 1976. Microorganisms and cyanide. *Bacteriological Review.* 40: 652-680.
- Kremer, R.J., and Souissi, T. 2001. Cyanide Production by Rhizobacteria and Potential for Suppression of Weed Seedling Growth. *Current Microbiology* 43:182-186.
- Premono, M.E., Moawad, A.M., Vlek, P.L.G. 1996. Effect of phosphate solubilizing *Pseudomonas putida* on the growth of maize and its survival in the rhizosphere. *Indonesian J. Crop. Science.* 11: 13-23.
- Purba, M.E.K. 2009. Analisa kadar Total Suspended Solid (TSS), amoniak (NH³), sianida (CN), dan sulfida (S²⁻) pada limbah cair BAPEDALSU. *Artikel Ilmiah.* FMIPA. Universitas Sumatera Utara
- Septiani, T., Zul, D., Isda, M.N. 2014. Uji efektifitas bakteri pelarut fosfat penghasil asam sianida asal tanah gambut Riau dalam mengendalikan gulma dominan pada tanaman kelapa sawit. *JOM FMIPA.*
- Stefan, M., Mihasan, M., Dunca, S. Plant growth promoting rhizobacteria can inhibit the *in vitro* germination of Glycine

- max L seeds. *Scientific Annals of University "Alexandru Ioan Cuza" Iasi. Sect Genet Mol Biol.* 9(3):105–10
- Zaid, A. M., Bonasera, J. M., Beer, S. V. 2012. OEM- A new medium for rapid isolation of onion-pathogenic and onion-associated bacteria. *Journal of Microbiology Methods.* 91: 520-526

