

The Ability of Fluorescent Pseudomonad to Produce Cyanide Acid

Kemampuan pseudomonad fluoresen dalam Menghasilkan Asam Sianida

Putri Andam Dewi, Linda Advinda*

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: linda_advinda@yahoo.com

Abstract

Fluorescent pseudomonads are a group of bacteria derived from plant rhizosphere and have the ability to produce antimicrobial compounds, namely cyanide acid. This study aims to obtain fluorescent pseudomonad isolates that can produce cyanide acid. The fluorescent pseudomonad isolates used were isolate Pf31 (derived from the rhizosphere of the longan plant), Pf32 (derived from the rhizosphere of the cassava plant), Pf33 (derived from the rhizosphere of the guava plant), Pf35 (derived from the rhizosphere of the galangal plant), Pf36 (derived from the rhizosphere of the guava plant), red ginger), Pf37 (derived from the rhizosphere of the *Alocasia* plant), Pf38 (derived from the rhizosphere of the celery plant), Pf39 (derived from the rhizosphere of the turmeric plant), and Pf40 (derived from the rhizosphere of the *Oxalis* plant). This research is a descriptive study conducted by detecting the ability of fluorescent pseudomonads to produce cyanide. The results of this study showed that 4 isolates produced cyanide, namely Pf31, Pf37, Pf38, and Pf39. Pf31 and Pf37 isolates produced the highest cyanide acid, indicated by a brick red color on the filter paper and Pf32, Pf33, Pf35, Pf36 and Pf40 isolates did not produce cyanide acid with the filter paper remaining yellow.

Key words: *fluorescent pseudomonas*, *Cyanide Acid*

Abstrak

Pseudomonad fluoresen merupakan kelompok bakteri yang berasal dari rizosfir tanaman dan memiliki kemampuan menghasilkan senyawa antimikroba yaitu asam sianida. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat-isolat pseudomonad fluoresen yang dapat menghasilkan asam sianida. Isolat pseudomonad fluoresen yang digunakan adalah isolat Pf31 (berasal dari rizosfir tanaman lengkeng), Pf32 (berasal dari rizosfir tanaman singkong), Pf33 (berasal dari rizosfir tanaman jambu biji), Pf35 (berasal dari rizosfir tanaman lengkuas), Pf36 (berasal dari rizosfir tanaman jahe merah), Pf37 (berasal dari rizosfir tanaman *Alocasia*), Pf38 (berasal dari rizosfir tanaman seledri), Pf39 (berasal dari rizosfir tanaman kunyit), dan Pf40 (berasal dari rizosfir tanaman *Oxalis*). Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang dilakukan dengan deteksi kemampuan pseudomonad fluoresen dalam menghasilkan asam sianida. Hasil penelitian ini memperlihatkan 4 isolat menghasilkan asam sianida yaitu Pf31, Pf37, Pf38, dan Pf39. Isolat Pf31 dan Pf37 menghasilkan asam sianida tertinggi ditandai dengan warna merah bata pada kertas saring dan isolat Pf32, Pf33, Pf35, Pf36 dan Pf40 tidak menghasilkan asam sianida dengan kertas saring yang tetap berwarna kuning.

Kata kunci: *pseudomonad fluoresen*, *asam sianida*

Pendahuluan

Pseudomonad fluorens merupakan kelompok bakteri yang hidup berkoloni di sekitar perakaran tanaman, dan efektif mengurangi penyakit tular tanah. Beberapa bakteri yang termasuk dalam kelompok *pseudomonad fluorens* diantaranya *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, dan *P. putida* (Advinda, 2020). Tanah merupakan media tumbuh tanaman yang memiliki aktivitas menguntungkan bagi tanaman secara langsung maupun tidak langsung, karena banyak mengandung mikroorganisme yang berkoloni di sekitar perakaran tanaman (Kafrawi *et al.*, 2015).

Pseudomonad fluorens dapat berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), karena kemampuannya menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman (Rahni, 2012). PGPR memiliki peran penting bagi tumbuhan sebagai agens biokontrol, produksi fitohormon, serta dapat meningkatkan ketersediaan hara melalui fiksasi nitrogen maupun pelarutan unsur hara tanah (Aryantha *et al.*, 2004).

Pemanfaatan *pseudomonad fluorens* sebagai agens biokontrol, juga dapat memacu pertumbuhan tanaman karena tidak bersifat toksik bagi tanaman. Selain itu, *pseudomonad fluorens* juga efektif dalam mengendalikan patogen, meningkatkan ketahanan tanaman, dan menghasilkan senyawa tertentu yang berperan sebagai hormon tumbuh, serta penyedia unsur hara yang digunakan sebagai biofertilizer dan bioprotecting tanaman (Khaeruni *et al.*, 2010). Anhar *et al.*, (2011) membuktikan *pseudomonad fluorens* yang diisolasi dari rizosfir dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Menurut Sutariati *et al.*, (2006) *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Serratia* sp. yang diisolasi dari rizosfir tanaman cabai dapat meningkatkan perkecambah dan pertumbuhan bibit, serta meningkatkan produksi cabai.

Pseudomonad fluorens merupakan mikroorganisme antagonis yang dapat digunakan dalam pengendalian hayati penyakit tanaman (Wardhika *et al.*, 2014). Hal ini terbukti dari beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan, *pseudomonad fluorens* dapat menghambat penyakit layu *Rastolnia solanacearum* pada tanaman pisang dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pisang (Advinda, 2004), mengendalikan penyakit layu fusarium tanaman *radish* (Press *et al.*, 2001), mengendalikan penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan serta produksi tanaman nilam (Nasrun, 2005).

Pseudomonad fluorens merupakan kelompok bakteri saprofit yang dapat diisolasi dari daerah perakaran beberapa jenis tanaman (Sutiarti *et al.*, 2006; Loon *et al.*, 2007). Berdasarkan penelitian Fifendy dan Advinda (2007) 10 isolat *pseudomonad fluorens* dari daerah perakaran beberapa jenis tanaman dan karakter fisiologis setiap isolat memperlihatkan perbedaan kualitas pigmen *fluorens* yang dihasilkan.

Beberapa spesies dari *pseudomonad fluorens* dapat menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA), asam salisilat, senyawa pelarut fosfat, asam sianida, dan siderofor (Deshwal dan Kumar, 2013). Asam sianida adalah senyawa volatil yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dengan cara menghambat proses oksidasi *cytochrome*, dan sangat toksik terhadap mikroorganisme yang bersifat aerob (Pal dan Gardener, 2006). Asam sianida dihasilkan sebagai produk metabolisme sekunder oleh beberapa mikroorganisme dan menghambat sintesis ATP yang dimediasi oleh sitokrom oksidase (Kremer dan Souissi, 2001).

Pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh keberadaan asam sianida, namun tergantung pada mikroorganisme penghasilnya, jumlah asam sianida yang terakumulasi di rizosfir, dan spesies tanaman yang ditanam (Weller, 2007). Secara langsung maupun tidak langsung, asam sianida berkontribusi dalam penyerapan logam dan meningkatkan ketersediaan fosfat bagi tanaman (Septiani *et al.*, 2014 dan Rijavec dan Lapanje, 2016). Menurut Gull dan Hafeez (2012) *pseudomonad fluorens* MS-3y, Mst7.4, 3.1.1.C dan Z.2.7. dapat menghasilkan asam sianida sebagai senyawa antagonis terhadap jamur tular tanah *Rhizoctonia solani*.

Pseudomonad fluorens isolat PfPj1, PfPb1, PfPj2, Kd7, Cas, Cas3, dan LAHp2 yang ditumbuhkan pada medium King's B dengan penambahan sumber mineral berbeda seperti (ZnSO₄.7H₂O dan Fe₂SO₄.7H₂O), dapat menghasilkan senyawa antimikroba asam sianida dengan kadar yang berbeda-beda (Advinda *et al.*, 2018). Sedangkan Soltani *et al.*, (2010) menyatakan 25 isolat diisolasi dari rizosfir tanaman gandum yang ditumbuhkan pada medium TSA dengan penambahan glysine dapat menghasilkan asam sianida. Menurut Sutariati *et al.*, (2006) menyatakan isolat telah diisolasi dari rizosfir tanaman cabai sehat yang tumbuh diantara cabai yang terserang penyakit *Colletotrichum capsici* yaitu *P. fluorescens* PG01, PG02, dan PG04 mampu menghasilkan asam sianida. Selanjutnya Selvakumar *et al.*, (2009) menyatakan asam sianida yang dihasilkan oleh bakteri *P. fragi* CS11RH1 dapat meningkatkan perkecambah, biomasa tanaman, dan pengambilan nutrisi dari benih gandum.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, *erlenmeyer*, gelas ukur, *beaker glass* (500 mL dan 1000 mL), batang pengaduk, mikropipet, tips, jarum ose, sentrifus, *vortex*, *waterbath*, *hot plate*, *oven*, *autoclave*, plastik wrap, *aluminium foil*, bunsen, timbangan digital, kertas label, spidol, kertas saring, plastik ukuran 1 kg, pinset, kamera *handphone* dan alat-alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat pseudomonad fluoresen yang diperoleh dari rizosfir tanaman lengkung, singkong, jambu biji, jambak, lengkuas, jahe merah, *alocasia*, seledri, kunyit dan *oxalis*. Medium King's B, medium NA, medium produksi asam sianida, larutan pendeteksi senyawa asam sianida dan akuades steril.

Metode

Deteksi kemampuan pseudomonad fluoresen menghasilkan asam sianida

Deteksi kemampuan pseudomonad fluoresen dalam menghasilkan asam sianida dilakukan dengan cara suspensi isolat pseudomonad fluoresen yang sudah diremajakan dan diperbanyak diambil sebanyak 1 mL (populasi 3×10^8 cfu/mL), kemudian memasukkannya ke dalam cawan petri steril. Setelah itu menuangkan medium uji produksi asam sianida ke dalam cawan petri, dan menghomogenkannya dengan cara memutar cawan petri seperti angka delapan. Selanjutnya, medium ditunggu hingga padat. Pada bagian tutup cawan petri ditempelkan potongan kertas saring yang sudah ditetesi sebanyak 0,1 mL larutan pendeteksi asam sianida. Kemudian diinkubasi selama 2×24 jam pada suhu ruang.

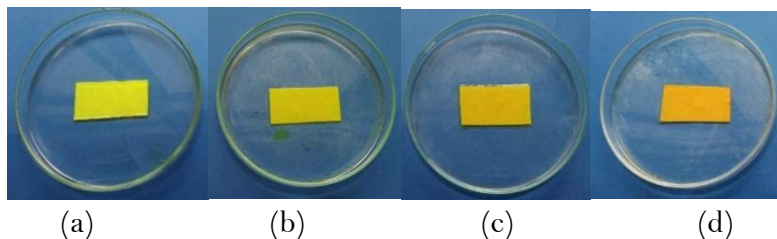
Pengamatan meliputi adanya perubahan warna dan tingkatan perubahan warna pada kertas saring. Perubahan warna kertas saring dari kuning menjadi coklat muda menandakan produksi asam sianida dalam jumlah yang sedikit. Perubahan warna kertas saring dari kuning menjadi coklat menandakan produksi asam sianida dalam jumlah sedang dan perubahan warna kertas saring dari kuning menjadi merah bata menandakan produksi asam sianida dalam jumlah yang tinggi (Salamiah dan Wahdah, 2015).

Analisis Data

Data uji kemampuan isolat pseudomonad fluoresen dalam menghasilkan asam sianida dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Asam sianida merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki peran dalam pengendalian hayati terutama dalam membatasi pertumbuhan jamur yang berkontribusi terhadap antagonisme (Siddiqui *et al.*, 2006; Rezzonico *et al.*, 2007; Ahmad *et al.*, 2008). Asam sianida dihasilkan sebagai produk metabolisme sekunder oleh beberapa mikroorganisme dan menghambat sintesis ATP yang dimediasi oleh sitokrom oksidase (Kremer dan Souissi, 2001). Produksi asam sianida oleh pseudomonad fluoresen isolat Pf31, Pf32, Pf33, Pf35, Pf36, Pf37, Pf38, Pf39, Pf40 ditandai dengan dihasilkannya perubahan warna pada potongan kertas saring yang telah ditetesi 0,1 mL larutan pendeteksi asam sianida. Warna kertas saring yang tetap berwarna kuning menunjukkan isolat yang diuji tidak memproduksi asam sianida, sedangkan warna coklat muda, coklat tua dan merah bata menandakan produksi asam sianida yang semakin meningkat (Gambar 1.).



Gambar 1. Perbedaan warna pseudomonad fluoresen yang menghasilkan asam sianida.

Keterangan:

- (a) Kertas saring berwarna kuning
- (b) Kertas saring berwarna coklat muda
- (c) Kertas saring berwarna coklat tua

(d) Kertas saring bewarna merah bata

Secara keseluruhan, perbedaan warna sebagai penanda dihasilkannya asam sianida oleh setiap isolat pseudomonad fluoresen dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Warna kertas saring isolat pseudomonad fluoresen sebagai tanda dihasilkannya asam sianida

Isolat	Warna kertas saring
Pf 31	++++
Pf 32	+
Pf 33	+
Pf 34	-
Pf 35	+
Pf 36	+
Pf 37	++++
Pf 38	++
Pf 39	+++
Pf 40	+

Keterangan :

- + = kertas saring bewarna kuning
- ++ = kertas saring bewarna coklat muda
- +++ = kertas saring bewarna coklat tua
- ++++ = kertas saring bewarna merah bata

Pseudomonad fluoresen isolat Pf 31 hasil isolasi dari rizosfir tanaman lengkung dan isolat Pf 37 hasil isolasi dari rizosfir tanaman *alocasia* menghasilkan kemampuan asam sianida dalam jumlah tertinggi ditandai dengan “++++” yang menunjukkan perubahan warna merah bata pada kertas saring. Kemudian pseudomonad fluoresen isolat Pf 38 hasil isolasi dari rizosfir tanaman seledri menghasilkan kemampuan asam sianida dalam jumlah yang sedang ditandai dengan tanda “++” yang menandakan perubahan warna coklat muda pada kertas saring, dan pseudomonad fluoresen isolat Pf 39 hasil isolasi dari rizosfir tanaman kunyit menghasilkan kemampuan asam sianida yang semakin meningkat ditandai dengan tanda “+++” yang menandakan perubahan warna coklat tua pada kertas saring, sedangkan 5 isolat lainnya tidak menghasilkan asam sianida ditandai dengan “+” yang menandakan kertas saring tetap bewarna kuning.

Pseudomonad fluoresen yang berasal dari rizosfir tanaman memiliki kemampuan dalam menghasilkan asam sianida. Dalam penelitian ini beberapa isolat pseudomonad fluoresen menunjukkan perubahan warna serta tingkatan warna yang mengindikasikan menghasilkan asam sianida seperti perubahan warna kertas saring menjadi coklat muda, coklat tua hingga menjadi merah bata. Fitriyah (2015) menyatakan perubahan warna pada kertas saring terjadi akibat isolat mengeluarkan gas sianida yang kemudian senyawa tersebut menguap dan diserap oleh asam pikrat (Na_2CO_3) melalui reaksi kimia antara natrium dengan amonia yang awalnya terbentuk NaNH_2 kemudian bereaksi dengan karbon yang akhirnya menjadi bentuk natrium sianida (NaCN). Produksi asam sianida dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya glysin. Noori dan Saud (2012) menyatakan dengan penambahan glysin pada medium mampu meningkatkan produksi asam sianida.

Asam sianida merupakan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh pseudomonad fluoresen. Keberadaan asam sianida di dalam tanah mampu menekan perkembangan *Meloidogyne* spp. sampai dengan 54%. Semakin tinggi jumlah asam sianida yang ada, kematian nematoda parasit tanaman juga semakin tinggi (Siddiqui *et al.*, 2006). Heydari *et al.*, (2008) melaporkan bahwa 37% bakteri *P. fluorescens* yang diuji mampu menghasilkan asam sianida. Wandita *et al.*, (2018) menyatakan 9 isolat yang di isolasi dari tanaman bawang merah memiliki kemampuan dalam memproduksi asam sianida dengan kemampuan lemah, 13 isolat memproduksi asam sianida dengan kemampuan sedang, dan 11 isolat memproduksi asam sianida dengan kemampuan kuat.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberi kesempatan penulis untuk menulis artikel ini. Ungkapan terima kasih penulis tujukan kepada Ibu Dr. Linda Advinda, M.Kes. sebagai pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, saran, serta motivasi dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi memberikan bantuan kepada penulis demi kelancaran penelitian dan penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Advinda L. 2020. Pseudomonad Fluoresen Agens Biokontrol Blood Disease Bacteria (BDB) Tanaman Pisang: *Monograf*.
- Advinda L, Alberida H & Anhar A. 2004. *Kajian Histopatologis Akar Tanaman Pisang yang Diinokulasi dengan Bakteri Ralstonia solanacearum EF Smith*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang.
- Advinda L, Fifendy M & Anhar A. 2018. The addition of several mineral sources on growing media of fluorescent pseudomonad for the biosynthesis of hydrogen cyanide. In IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*. 335(1): 012016.
- Ahmad F, Ahmad I & Khan MS. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological research*. 163(2): 173-181.
- Anhar A, Doni F & Advinda L. 2011. Respon pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L) terhadap introduksi *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Eksakta*. 12(1):1-8.
- Aryantha INP, Lestari DP & Pangesti NPD. 2004. Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 9(2): 43-46.
- Deshwal VK & Kumar P. 2013. Production of Plant growth promoting substance by Pseudomonads. *J Acad Ind Res*. 2(4): 221-225.
- Fifendy M & Advinda L. 2007. *Isolasi dan Karakterisasi Agens Biokontrol Pseudomonas Berfluoresensi dari Rhizosfir Tanaman*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang.
- Fitriyah L. 2015. Penampisan dan Identifikasi Bakteri Endofit Cabai Merah Penghambat *Colletotrichum capsici*. *Skripsi*. Departemen Biokimia FMIPA, IPB.
- Heydari S, Rezvani-Moghadam P & Arab M. 2008. Hydrogen cyanide production ability by *Pseudomonas fluorescens* bacteria and their inhibition potential on weed germination. Proceedings "competition for resources in a changing world: new drive for rural development". Tropentag, Hohenheim.
- Kafrawi ZS, Kumalawati & Muliani. 2015. Skrining Isolat Plant Growth Promoting Rhizobakteri (PGPR) dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*. 132-139.
- Khaeruni A, Sutariati GAK & Wahyuni S. 2010. Karakterisasi dan uji aktivitas bakteri rizosfir lahan ultisol sebagai pemacu pertumbuhan dan agensia hayati cendawan patogen tular tanah secara in vitro. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Tropika*. 10(2): 123-130.
- Kremer RJ & Souissi T. 2001. Cyanide production by rhizobacteria and potential for suppression of weed seedling growth. *Current microbiology*. 43(3): 182-186.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T & Mariska I. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescent*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 11(1): 19-24.
- Noori MSS & Saud HM. 2012. Potential Plannt Growth Promoting Activity of *Pseudomonas* sp. Isolated From Paddy Soil in Malaysia as Biocontrol Agent. *Plant Pathology and Microbiology*. 3(2): 1-4.
- Pal KK & Gardener BM. 2006. Biological control of plant pathogens. The plant health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-A-2006-1117-0
- Press CM, Loper JE & Kloeper JW. 2001. Role of iron in rhizobacteria mediated induced systemic resistance of cucumber. *Phytopathology*. 91: 593-598.
- Rahni NM. 2012. Efek Fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *CEFARS: Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 3(2): 27-35
- Rijavec T & Lapanje A. 2016. Hydrogen cyanide in the rhizosphere: not suppressing plant pathogens, but rather regulating availability of phosphate. *Frontiers in microbiology*. 7: 1785.
- Rezzonico F, Zala M, Keel C, Duffy B, Moënné-Loccoz Y & Défago G. 2007. Is the ability of biocontrol fluorescent pseudomonads to produce the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol really synonymous with higher plant protection. *New Phytologist*. 173(4): 861-872.
- Salamiah S & Wahdah R. 2015. The utilization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in controlling local rice tungro diseases in South Kalimantan. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(6): 1448-1456.

- Selvakumar GP, Josh S, Nazim PK, Mishra JK, Bisht & Gupta HS. 2009. Phosphate solubilization and growth promotion by *Pseudomonas fragi* CS11RH1(MTCC8984), a psychotolerant bacterium isolated from a high altitude Himalayan rhizosphere. *Journal of Biology*. 64: 239-245.
- Septiani T, Zul D & Isda MN. 2014. Uji Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Asam Sianida Asal Tanah Gambut Riau dalam Mengendalikan Gulma Dominan pada Tanaman Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Riau University). JOM FMIPA.
- Siddiqui IA, Shaukat SS, Sheikh IH & Khan A. 2006. Role of cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in the suppression of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22: 641-650.
- Soltani AA, Khavazi K, Asadi-Rahmani H, Alikhani HA, Omidvari M & Dahaji PA. 2012. Evaluation of biological control traits in some isolates of fluorescent *Pseudomonads* and *Flavobacterium*. *Journal of Agricultural Science*. 4(1): 164.
- Sutariati GAK, Widodo S & Ilyas S. 2006. Karakter fisiologis dan keefektifan isolat rizobakteri sebagai agen antagonis *Colletotrichum capsici* dan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *Jurnal Ilmiah Pertanian Kultura*. 41(1): 28-34.
- Sutariati GAK, Widodo W, Sudarsono S & Ilyas S. 2006. Pengaruh perlakuan rizo-bakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap viabilitas benih serta pertumbuhan bibit tanaman cabai. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 34(1).
- Sutariati GAK, Rahian TC, Sopacua AN & Hag LM. 2014. Kajian potensi rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang diisolasi dari rhizosfer padi sehat. *Jurnal Agroteknos*. 2: 71-77
- Van Loon LC. 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Eur J Plant Pathol*. 119: 243-254.
- Wandita RH, Pujiyanto S, Supriyadi A & Hastuti RD. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat dan Penghasil Hidrogen Cyanide (HCN) dari Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 20(1): 9-16.
- Wardhika CM, Suryanti S & Joko T. 2014. Eksplorasi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agens Pengendali Hayati *Fusarium solani* dan *Meloidogyne incognita* pada Lada. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 18(2): 89-94.
- Weller MD. 2007. *Pseudomonas Biocontrol Agents of Soilborne Pathogens: Looking Back Over 30 Years*. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service, Root Disease and Biological Control Research Unit. Amerika: Washington State University.