

EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI AZOTOBACTER *INDIGENOUS* UNTUK PENGEMBANGAN PUPUK HAYATI TANAMAN PADI GOGO LOKAL DI LAHAN MARJINAL

Exploration and Characterization of Indigenous Azotobacter for biofertilizer Development of Local Upland Rice of Marginal Land

ANDI NURMAS^{*)}, NOFIANTI, ABDUL RAHMAN, DAN ANDI KHAERUNI

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari

ABSTRACT

Azotobacter is bacterium that has the ability to fix nitrogen and produce hormone IAA, thus potentially acts as biofertilizer agent. There are differences in chemical, biological and other characters of Azotobacter strains. Some strains have higher ability to fix nitrogen than the others. Exploration and characterization are important to be done because the bacteria that provide nutrients and live free rhizosphere regions, possible have different abilities. In addition to N₂ fixing, growth hormone production, phosphate dissolving, they are also tolerant to a certain temperature and pH. The purpose of the research was to obtain information and the latest data on indigenous Azotobacter that potential as a source of biofertilizer, and triggering factor for upland rice growth on marginal lands in Southeast Sulawesi. Exploration from several locations has selected 21 Azotobacter isolates. The test results indicated that the 21 Azotobacter isolates have the ability to produce IAA, dissolve phosphate and stable at pH 5.0-7.0. All 21 isolates tested had the ability to survive at 40°C, eight isolates i.e. LT2D1, LT2d2, LU2c, RG4c, MP1f, LT2d3, ML1j, and RR8a were able to survive at a temperature of 45° C, and LT2d1 isolate survived at temperatures 50°C. The results of the evaluation of the wet weight of upland rice seedlings selected 10 isolates that were: KU6e, MS3e, RG4c, RR8b1, LU2c, RB4b, MS3f, LU2c1, RJ5e, RR8b2 and evaluation of seedling dry weight selected 5 isolates that were: RB4b, LU2c, RJ5e, RR8b2, LT2d1.

Keywords: exploration, characterization, indigenous Azotobacter, local upland rice

PENDAHULUAN

Pengembangan sektor pertanian khususnya tanaman pangan di Sulawesi Tenggara seringkali menghadapi masalah akibat ketersediaan lahan subur yang terbatas, karena lahan-lahan pengembangan tanaman pangan di wilayah tersebut merupakan lahan marginal Ultisol yang memiliki daya dukung yang sangat rendah karena miskin unsur hara. Rendahnya daya dukung kesuburan tanah dan tingkat agregat oleh bahan induk tanah yang bersifat masam, miskin unsur hara dan proses pelapukan yang intensif. Fenomena seperti ini diperparah dengan aplikasi pemupukan ditingkat petani yang rendah akibat tidak

terjangkaunya harga dan kelangkaan pupuk kimia di pasaran menyebabkan produksi dan produktivitas tanaman pangan pada lahan-lahan marginal di Sulawesi Tenggara masih rendah dibandingkan dengan produksi rata-rata nasional. Sementara potensi lahan di wilayah tersebut sangat besar.

Ultisol tergolong tanah marginal, yaitu tanah dengan faktor pembatas. Hal ini menyebabkan munculnya masalah dalam pemanfaatannya terutama sebagai lahan pertanian tanaman pangan. Ditinjau dari luasnya, tanah Ultisol mempunyai potensi yang tinggi untuk pengembangan pertanian lahan kering. Namun demikian, pemanfaatan tanah ini menghadapi kendala karakteristik tanah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman terutama tanaman pangan bila tidak dikelola dengan baik. Beberapa kendala yang

^{*)} Alamat korespondensi:
Email : nurmas_aksa@yahoo.co.id

umum pada tanah Ultisol adalah rendahnya kesuburan tanah seperti kemasaman tanah yang tinggi, pH rata-rata < 4,50, Kejenuhan Al tinggi, kandungan hara makro terutama P, K, Ca dan Mg rendah, kandungan bahan organik yang rendah, kelarutan Fe dan Mn yang cukup tinggi yang akan bersifat racun, dapat menyebabkan unsur Fosfor (P) kurang tersedia bagi tanaman karena terfiksasi oleh ion Al dan Fe, akibatnya tanaman sering menunjukkan kekurangan unsur P, serta sifat fisik dan biologi tanah yang kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap produktivitas tanah. Rendahnya kandungan hara pada tanah Ultisol umumnya karena pencucian basa berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat.

Jutaan mikroorganisme yang dikandung oleh tanah dan lebih dari 85% adalah penting bagi kehidupan tanaman dan memberikan kehidupan yang berharga untuk sistem tanahnya. Selain itu, mikroorganisme tanah yang terkait erat dengan akar memainkan peran penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman (Aly *et al.*, 2012) dan efeknya dapat dimediasi oleh mekanisme langsung atau tidak langsung. Efek langsung paling sering dihubungkan dengan penyediaan nitrogen biologis, produksi hormon tanaman seperti auksin, giberelin dan sitokin (Ahmad *et al.*, 2005; Babalola, 2010) dan mekanisme tidak langsung termasuk penekanan patogen dengan memproduksi antibiotik (Mahmoud *et al.*, 2004). Mikroorganisme tanah dapat meningkatkan ketersediaan hara, perkecambahan biji dan aktivitas metabolik (Adesemoye dan Kloepper, 2009). *Azotobacter* hidup bebas sebagai saprofit di tanah, air tawar, lingkungan laut dan habitat alam lainnya dan telah digunakan sebagai inokulum efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pengendalian hama (Aquilanti *et al.*, 2004).

Penggunaan mikroba seperti bakteri indigenus yang bermanfaat (*beneficial microbe*) sebagai pupuk hayati sekaligus berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah Ultisol sehingga produktivitas tanah tersebut dapat meningkat. Penggunaan pupuk hayati sebagai penyuplai hara bagi tanaman merupakan

salah alternatif untuk mensubstitusi penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dan berlebihan dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data terbaru tentang *Azotobacter indigenus* yang memiliki karakter fisiologi sebagai pupuk hayati dan mampu beradaptasi di lahan marginal di Sulawesi Tenggara untuk dimanfaatkan sebagai biofertilizer sumber nitrogen dan fosfor sekaligus sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat. Kegiatan penelitian ini terdiri dari isolasi dan karakterisasi fisiologi *Azotobacter* yang dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi dan Laboratorium IHPT Fakultas Pertanian UHO Kendari. Pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa daerah di Konawe Selatan, dengan fokus pengambilan sampel pada tanah Ultisol yang ditanami tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan dan rumput liar.

Bahan dan Alat. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Azotobacter indigenus*, Media Jensen's, Media Ashby's, benih padi gogo lokal dan arang sekam. Alat yang digunakan adalah petridish, spektrofotometer, tabung reaksi, pipet mikro beserta tipnya, Beaker glass, Erlenmeyer, jarum ose, rak test tube, lampu UV, lampu bunsen, hand sprayer, batang pengaduk, magnetik stirer, botol scot, eppendorf, rak eppendorf, keranjang plastik, dan bak perkecambahan (*tray*).

Isolasi Bakteri *Azotobacter* spp. Bakteri penambat nitrogen (*Azotobacter* spp.) diisolasi dari sampel tanah dengan cara memasukkan suspensi tanah ke dalam media Jensen's (mengandung Sukrosa, K_2HPO_4 , $MgSO_4$, NaCl, K_2SO_4 , Na_2MoO_4 , dengan pH 6,9, lalu diinkubasi selama satu minggu (Ponmurugan *et al.*, 2012). Setelah periode inkubasi, bakteri yang tumbuh di kultur pada media Ashby's dan diinkubasi selama satu minggu dan dilakukan karakterisasi morfologi secara langsung pada medium tersebut.

Karakterisasi Fisiologi *Azotobacter* spp.

Isolat *Azotobacter* disubkultur pada media Jensen's untuk pengujian fisiologi, sementara untuk penyimpanan jangka panjang disimpan dalam larutan gliserol 15% pada suhu -70°C . Sedangkan karakterisasi fisiologi yang berhubungan dengan kemampuan sebagai pupuk hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman dilakukan sebagai berikut: (a) Kemampuan menghasilkan Indole Asetate Acid (IAA), (b) kemampuan melarutkan fosfat, dan (c) toleransi terhadap suhu tinggi dan pH rendah.

Uji kesesuaian inang isolat *Azotobacter* sp. pada kultivar padi gogo lokal. Pengujian ini dilakukan dengan biopriming benih dengan *Azotobacter* dari 21 isolat hasil seleksi pada pengujian I. Biopriming dilakukan terhadap 50 benih padi gogo direndam selama 24 jam dalam suspensi isolat murni *Azotobacter* yang terseleksi (umur 48 jam) dengan konsentrasi 10^8 - 10^9 cfu mL⁻¹ agudes steril. setiap isolat diulang sebanyak dua kali. Benih disemai pada bak plastik berukuran 30 cm x 20 cm x 10 cm yang berisi media sekam steril. Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pengaruh biopriming *Azotobacter* spp. terhadap: (a). berat basah dan (b). berat kering kecambah

normal. Pengamatan dilakukan pada hari ke-14. Seluruh kecambah normal dicabut, kemudian ditimbang untuk menentukan berat basah. Sedangkan berat kering dilakukan dengan membungkus seluruh kecambah normal dengan aluminium foil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 72 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan seleksi *Azotobacter*. Isolasi *Azotobacter* indigenous penambat nitrogen bebas dari atmosfer dilakukan dengan menggunakan media selektif yaitu media Jensen's. Dari hasil seleksi pada medium Asbhy diperoleh 135 isolat yang tumbuh dan diduga merupakan bakteri penambat N dari kelompok *Azotobacter* sp. dengan karakter morfologi berbentuk bulat, cembung dan berwarna putih keruh. Selanjutnya dilakukan pengukuran *Optical Density* (OD) pada panjang gelombang 550 nm menggunakan spektrofotometer. Semakin tinggi nilai OD diduga semakin tinggi populasi bakteri dalam medium. Hal tersebut mengindikasikan kemampuan isolat *azotobacter* semakin tinggi dalam menambat nitrogen dari udara bebas.

Tabel 1. Isolasi *Azotobacter* indigenous nilai *Optical Density*, produksi IAA, dan Diameter zona halo (cm) dari 21 Isolat

Rizosfer Tanaman	Kode isolat	Nilai OD	Produksi IAA	Diameter Zona Halo (cm)
Padi Gogo	MP3c	0,222	+	0,8 (+)
Padi Sawah	KP6d	0,166	+	0,8 (+)
Tebu I	LT2d1	1,542	+	0,8 (+)
Ubi kayu I	LU2c1	0,169	+	0,8 (+)
K.Buncis	RB4c	0,169	+	0,8 (+)
Jagung I	LJ5e	0,347	+	0,8 (+)
Padi gogo	LP3c	0,152	+	0,8 (+)
Sorgum II	MS3f	0,128	+	0,8 (+)
Tebu	LT2d	0,122	+	0,8 (+)
Tebu III	LT2d3	0,111	+	0,8 (+)
Ubi kayu	LU2c	0,190	+	0,8 (+)
Rumput liar I	RR8b1	0,121	+	0,8 (+)
Gambas I	RG4c	0,191	+	0,8 (+)
Padi gogo I	MP1f	0,142	+	0,8 (+)
Rumput liar II	RR8b2	0,153	+	0,8 (+)
Tebu II	LT2b2	0,132	+	0,8 (+)
Lada	ML1j	0,919	+	0,8 (+)
Padi Sawah	LP7a	0,661	+	1,2(++)
Sorgum	MS3e	0,566	+	0,8 (+)
Rumput liar	RR8a	0,174	+	0,8 (+)
Ubi jalar	KU6e	0,765	+	1,2(++)

Hasil pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 550 nm terpilih 21 isolat yang memiliki nilai OD 0,1 ke-21 isolat tersebut beserta asal geografis dan tanaman inangnya disajikan pada Tabel 1

Karakterisasi Fisiologi Azotobacter. Uji kemampuan menghasilkan IAA. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ke-21 isolat *Azotobacter* Indigenus yang diuji positif menghasilkan IAA (Tabel 1.). Dari hasil evaluasi beberapa tahapan uji kemampuan menghasilkan IAA secara in vitro menunjukkan bahwa ke-21 isolat *Azotobacter* yang diuji memiliki kemampuan menghasilkan IAA.

Uji Kemampuan Melarutkan Fosfat. Untuk menguji kemampuan bakteri rizosfer dalam melarutkan fosfat digunakan media uji Pikovskaya's agar dengan penambahan *tricalcium phosphate* (TCP) sebagai sumber fosfat (Thakuria *et al.*, 2004). Media uji dituang ke dalam cawan petri dan dibuat lubang dengan pelubang gabus berdiameter 6 mm dan diisi dengan suspensi isolat bakteri rizosfer yang diuji. Media uji diinkubasi selama 3 hari dalam ruang inkubasi pada suhu 28° C. Kemampuan melarutkan fosfat setiap isolat dievaluasi secara kualitatif berdasarkan terbentuknya halo di sekitar lubang yang berisi suspensi isolat uji. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat-isolat *Azotobacter* potensial sebagai pupuk hayati karena memiliki kemampuan melarutkan fosfat yang ditandai dengan terbentuknya halo. Namun halo yang terbentuk memiliki ukuran yang berbeda tergantung dari isolat *Azotobacter* yang diuji (Tabel 1.).

Uji Toleransi terhadap Suhu dan pH. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua isolat *Azotobacter* indigenus toleran terhadap suhu 40° C. Pengujian pada suhu 45° C terdapat 7 isolat yang masih dapat bertahan dalam kondisi suhu 45° C dan pada suhu 50° C hanya satu isolat yang mampu untuk bertahan hidup dan uji kestabilan pH. Isolat-isolat tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari ke-21 isolat *Azotobacter* indigenus potensial memiliki karakter fisiologi sebagai pupuk hayati yang mampu beradaptasi di lahan marjinal. Hal tersebut ditunjukkan pada kemampuan hidup pada suhu ekstrim secara in vitro. Pengamatan terhadap suhu ekstrim

secara in-vitro menunjukkan bahwa ke-21 isolat tersebut mampu hidup pada suhu 40° C, terdapat 8 isolat yang mampu hidup pada suhu 45° C, yaitu isolat LT2d1, LT2d2, LU2c, RG4e, MP1f, ML1j, RR8a, dan hanya isolat LT2d1 yang mampu hidup pada suhu 50° C.

Tabel 2. Isolat *Azotobacter* yang hidup pada suhu ekstrim. (40, 45 dan 50° C)

Rizosfer tanaman	Kode isolate	Suhu (°C)		
		40	45	50
Padi Gogo	MP3c	+	-	-
Padi Sawah	KP6d	+	-	-
Tebu I	LT2d1	+	+	+
Ubi kayu I	LU2c1	+	-	-
K.Buncis	RB4c	+	-	-
Jagung I	LJ5e	+	-	-
Padi gogo	LP3c	+	-	-
Sorgum II	MS3f	+	-	-
Tebu	LT2d	+	-	-
Tebu III	LT2d3	+	+	-
Ubi kayu	LU2c	+	+	-
Rumput liar I	RR8b1	+	-	-
Gambas I	RG4c	+	+	-
Padi gogo I	MP1f	+	+	-
Rumput liar II	RR8b2	+	-	-
Tebu II	LT2b2	+	+	-
Lada	ML1j	+	+	-
Padi Sawah	LP7a	+	-	-
Sorgum	MS3e	+	-	-
Rumput liar	RR8a	+	+	-
Ubi jalar	KU6e	+	-	-

Tabel 3. Isolat-isolat *Azotobacter* yang stabil pada kondisi pH 5, 6 dan 7

Rizosfer tanaman	Kode isolat	Kestabilan pH		
		5	6	7
Padi Gogo	MP3c	+	+	+
Padi Sawah	KP6d	+	+	+
Tebu I	LT2d1	+	+	+
Ubi kayu I	LU2c1	+	+	+
K.Buncis	RB4c	+	+	+
Jagung I	LJ5e	+	+	+
Padi gogo	LP3c	+	+	+
Sorgum II	MS3f	+	+	+
Tebu	LT2d	+	+	+
Tebu III	LT2d3	+	+	+
Ubi kayu	LU2c	+	+	+
Rumput liar I	RR8b1	+	+	+
Gambas I	RG4c	+	+	+
Padi gogo I	MP1f	+	+	+
Rumput liar II	RR8b2	+	+	+
Tebu II	LT2b2	+	+	+
Lada	ML1j	+	+	+
Padi Sawah	LP7a	+	+	+
Sorgum	MS3e	+	+	+
Rumput liar	RR8a	+	+	+
Ubi jalar	KU6e	+	+	+

Berat basah kecambah padi gogo (g).

Pengujian berat basah kecambah normal dilakukan pada pengamatan hari ke-14.

Seluruh kecambah normal dicabut, kemudian ditimbang untuk menentukan berat basah kecambah. Berdasarkan hasil evaluasi berat basah kecambah kultivar padi gogo lokal terseleksi 10 isolat *Azotobacter* sp., yaitu: KU6e, MS3e, RG4e, RR8b1, LU2c, RB4b, MG3f, LU2c1, RJ5e, dan RR8b2.

Berat kering kecambah padi gogo (g).

Pengujian berat kering kecambah padi gogo dilakukan dengan membungkus seluruh kecambah normal dengan aluminium foil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 65° C selama 72 jam. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap berat kering kecambah normal kultivar padi gogo lokal terseleksi 5 isolat *Azotobacter* sp., yaitu: RB4b, LU2c, RJ5e, RR8b1, dan LT2d1.

Berdasarkan hasil uji BNT_{0,05} terhadap berat basah dan berat kering kecambah normal. Ke-21 isolat *Azotobacter* sp. menunjukkan perbedaan pengaruh isolat antara perlakuan isolat terhadap kontrol. Adanya perbedaan pengaruh tersebut membuktikan bahwa ke-21 isolat yang diuji memiliki kemampuan untuk hidup pada kondisi lingkungan dan inang tertentu serta kemampuan isolat untuk memfiksasi nitrogen dari atmosfer. Oleh karena itu, isolat *Azotobacter* sp. memberikan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan kecambah padi gogo pada media arang sekam steril.

Azotobacter adalah spesies rizobakteri yang telah dikenal sebagai agen biologis penambat N₂ diazotrof, yang mengkonversi dinitrogen ke amonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen. Unsur hara yang membatasi produktivitas tanaman adalah nitrogen sehingga pupuk nitrogen selalu ditambahkan sebagai input dalam produksi tanaman. Untuk menghindari penurunan kesehatan tanaman akibat adanya input bahan kimia, diperlukan input biologis berupa rizobakteri. Salah satu inokulan bakteri yang penting untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah, dan peningkatan hasil adalah *Azotobacter* (Hendarsih dan Simarmata, 2004). *Azotobacter vinelandii* adalah bakteri gram-negatif yang mengikat nitrogen menggunakan nitrogenase holoenzyme yang memiliki kofaktor kluster molibdenum besi sulfat (FeMoCo) sebagai lokasi aktif (Chiu *et al.*, 2001).

Hasil penelitian Hamastuti *et al.* (2012) menunjukkan bahwa mikroorganisme

A.chroococcum, *P. fluorescens* dan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kadar nitrogen dan fosfat pada limbah *sludge* industri pengolahan susu. Variabel terbaik ialah *A.chroococcum* 1% v/w: *A. niger* 0,5% v/w dengan kadar N 1,37%, P 0,89% dan K 0,83% serta rasio C/N 22,03. Hal ini juga ditunjukkan dengan pertambahan tinggi tanaman terong 12,2% dan cabai 21,6% serta kapasitas panen terong 44,2 g tanaman⁻¹ dan cabai 11 g tanaman⁻¹.

Tanah Ultisol, walaupun dikenal sebagai lahan marginal yang miskin hara, namun tetap berpeluang diperoleh isolat-isolat mikroba potensial sebagai bahan aktif dalam pengembangan pupuk hayati. Isolat yang berasal dari lahan ekstrim, seperti tanah Ultisol, justru memiliki kelebihan dalam adaptasi di lingkungan barunya, apalagi jika diintroduksi pada lahan yang sejenis dari asalnya. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Khaeruni *et al.* (2010) yang telah mengisolasi sejumlah isolat rizobakteri dari lahan marginal di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara, isolat-isolat yang dikoleksi tersebut memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat (*tricalciumphosphate*) secara *in-vitro*, kemampuan memproduksi hormon pertumbuhan seperti Indole Acetic Acid (IAA) dan kemampuan memfiksasi N secara bebas dari lingkungan sekitarnya serta dapat menghambat perkembangan cendawan patogen seperti *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Phytophthora capsici* secara *in-vitro*, sehingga berpeluang dikembangkan sebagai pupuk hayati dan agens hayati patogen tanaman.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Widiastuti *et al.* (2010), menunjukkan bahwa semua isolat *Azotobacter* sp. yang diisolasi dari beberapa habitat mampu memproduksi IAA. Isolat yang mampu menghasilkan IAA di atas 2 µM setelah 3 hari inkubasi berjumlah 13 isolat, sedangkan 20 isolat mampu menghasilkan IAA di atas 2 µM setelah 6 hari inkubasi. Di antara 20 isolat tersebut, 11 diantaranya mengalami peningkatan sintesis IAA dan sembilan isolat lainnya mengalami peningkatan sintesis IAA pada hari ke-6 inkubasi menjadi lebih dari 2µM. Dari 44 isolat *Azotobacter* sp. yang diuji sebanyak enam isolat mengalami penurunan IAA pada hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis IAA dipengaruhi oleh galur dan umur kultur.

Bakteri pelarut fosfat *ubiquitous* (Gyaneshwar *et al.*, 2002). *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia* dan *Pseudomonas* spp. adalah strain potensial. Bakteri pelarut fosfat terdapat pada rizosfer tanaman pangan, beberapa contoh hubungan yang menguntungkan PGPR pelarut fosfat dan tanaman yaitu: *Azotobacter chroococcum* dengan gandum (Kumar dan Narula, 1999), *Bacillus circulans* dengan gandum (Singh dan Kapoor, 1998), *Enterobacter agglomerans* dengan tomat (Kim *et al.*, 1998), *P. Chlororaphis* atau *P. Putida* dengan kedelai (Cattelan *et al.*, 1999). Kemampuan PGPR pelarut fosfat di habitat alami tergantung pada nutrisi yang tersedia, sumber karbon, nitrogen dan ion logam (Kim *et al.*, 1998).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terseleksi 21 isolat *Azotobacter Indigenus* yang diisolasi dari 135 sampel tanah dari daerah rizosfer tanaman pangan, hortikultura, tanaman perkebunan dan rumput liar yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati. Hasil pengujian karakterisasi fisiologi menunjukkan bahwa ke-21 isolat-isolat *Azotobacter* tersebut memiliki kemampuan menghasilkan IAA, melarutkan fosfat dan stabil pada pH 5, 6 dan 7.
2. Ke-21 isolat yang diuji secara *in-vitro* memiliki kemampuan bertahan hidup pada suhu 40°C, 8 isolat mampu bertahan hidup pada suhu 45°C, yaitu LT2d1, LT2d2, LU2c, RG4c, LT2d2, ML1j, RR8a, dan hanya isolat LT2d1 yang mampu bertahan hidup pada suhu 50°C.
3. Hasil evaluasi berat basah kecambah padi gogo lokal terseleksi 10 isolat yaitu: KU6e, MS3e, RG4c, RR8b1, LU2c, RD4b, MS3f, LU2c1, RJ5e, RR8b2, dan berat kering kecambah padi gogo lokal terseleksi 5 isolat yaitu: RB4b, LU2c, RJ5e, RR8b2, LT2D1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DIKTI DIPA UHO yang telah membiayai penelitian ini

dengan Nomor kontrak: 097/PPK/UHO/V/2013, Tanggal 21 Mei 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesemoye AO, Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85: 1-12.
- Ahmad F, Ahmad M, Khan S. 2005. Indole Acetic Acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and *Pseudomonas* fluorescent in the presence and absence of tryptophan. *Turk. J. Biol.* 29: 29-34.
- Aly MM, El-Sayed A, El-Sayed H, Jastaniah S.D. 2012. Synergistic effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. isolated from saline soil on seed germination and growth of wheat plant. *J. Am Sci.* 8(5):667-676.
- Aquilanti L, Favilli F, Clementi F. 2004. Comparison of different strategies for isolation and preliminary identification of *Azotobacter* from soil samples. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1475-1483.
- Babalola OO. 2010. Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnol. Lett.* 32(11):1559-15570. DOI:10.1007/s10529-010-0347-0.
- Cattelan AJ, Hartel PG, Fuhrmann JJ. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1670-1680.
- Chiu H, Peters JW, Lanzilotta WN, Ryle MJ, Seefeldt LC, Howard JB, Rees DS. 2001. MgATP-bound and nucleotide-free-structure of a nitrogenase protein complex between the leu 127 delta-Fe-protein and the MoFe-protein. *Biochemistry* 40:641-650.
- Gyaneshwar P, Kumar GN, Parekh LJ, Poole PS. 2002. Role of soil microorganism in improving P nutrition of plants. *Plant Soil* 245:85-9
- Hamastuti HO, Dewi E, Juliastuti SR, Hendriane N. 2012. Peran mikroorganisme *A. chroococcum*, *P. fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada pembuatan kompos limbah sludge industri pengolahan susu. *Jurnal Teknik POMTS.* 1(1):1-5
- Hindersah R, Simarmata T. 2004. Potensi rizobakteri *azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. *Jurnal Natur Indonesia* 5(2):127-133.
- Khaeruni A, Sutariati GAK, Wahyuni S. 2010. Karakterisasi dan uji aktivitas bakteri rizosfer lahan ultisol sebagai pemacu pertumbuhan dan agensia hayati cendawan patogen tular tanah secara *in-vitro*. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 10(2):123-130.
- Kim KY, Jordan D, McDonald GA. 1998. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. *Biol. Fert. Soils* 26:79-87.

- Kumar V, Narula N. 1999. Solubilization of inorganic phosphates by *Azotobacter chroococcum* mutants and their effect on seed emergence of wheat. *Biol. Fertil. Soil.* 28: 301-305.
- Mahmoud YA, Ebrahium MK, Aly MM. 2004. Influence of some plant extracts and microbioagents on some physiological traits of Faba bean infected with *Botrytis faba*. *Turkish J. of Botany.* 7: 21-30.
- Ponmurugan K, Sankaranarayanan A, Al-Dharbi NA. 2012. Biological activities of plant growth promoting *Azotobacter* sp. isolat from vegetable crops rhizosphere soil. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 6(4): 1-10.
- Widiastuti H, Siswanto, Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan seleksi beberapa isolat *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. *Buletin Plasma Nutfah* 16(2)2: 160-167.
- Thakuria D, Talukdar NC, Goswawanni C, Hasarika S, Boro RC, Khan MR. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soil of Assam. *Curr. Sci.* 86:978-985.