

ISBN 978-979-25-1264-9

**PROSIDING**  
**S**EMINAR NASIONAL  
PERHIMPUNAN HORTIKULTURA INDONESIA  
2011

Balitsa Lembang, 23-24 November 2011

*Tema :*  
*Kemandirian Produk Hortikultura untuk*  
*Memenuhi Pasar Domestik dan Ekspor*

**Buku 1**  
**TANAMAN SAYURAN**



Kerjasama  
Perhimpunan Hortikultura Indonesia  
Institut Pertanian Bogor  
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

**PROSIDING**  
**Seminar Nasional PERHORTI 2011**  
**Lembang, 23-24 November 2011**

**ISBN 978-979-25-1264-9**

**Editor :**  
**Roedhy Poerwanto**  
**Slamet Susanto**  
**Anas D Susila**  
**Nurul Khumaida**  
**Dewi Sukma**  
**Ketty Suketi**  
**Sintho W. Ardhie**

**Cover design : Rahmi Yuniarti**  
**Layout : Winda Yulianti**

**Penerbit :**  
**Perhimpunan Hortikultura Indonesia**

**Sekretariat :**  
**Departemen Agronomi dan Hortikultura**  
**Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor**  
**Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga-Bogor 1668**  
**Telepon/Fax : (0251) 8422-889/8629-353**  
**Email : perhorti@yahoo.com**

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Sambutan Ketua Umum PERHORTI	xv

### BUKU 1 TANAMAN SAYURAN

Analisis Usahatani Kentang di Lahan Kering Dataran Tinggi Iklim Basah Kerinci <b>Suharyon dan Syafri Edi</b>	1
Pengaruh Beberapa Klon Dan Konsentrasi Antiviral Ribavirin Pada Penumbuhan Jaringan Meristem Bawang Merah ( <i>Allium ascalonicum</i> L.) <b>Asih K Karjadi</b>	9
Pertumbuhan Dan Produksi Tomat Pada Aplikasi Aneka Kompos Kotoran Ternak <b>Darwin H. Pangaribuan dan Andarias Makka Murni</b>	17
Pengaruh Roguing dan Pengendalian Vektor Penyakit Virus Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Asal Biji ( <i>Allium Cepa</i> Var. <i>Ascalonicum</i> ) <b>Neni Gunaeni</b>	25
Keragaman 30 Genotipe Cabai ( <i>Capsicum Annuum</i> L.) Dari Berbagai Grup dan Ketahanannya Terhadap Isolat <i>Colletotrichum</i> Sp. Penyebab Penyakit Antraknosa. <b>Ernila, Sobir, Muhamad Syukur, Widodo</b>	38
Perbaikan Produksi Jamur Shittake Dengan Modifikasi Bahan Baku Suplemen dan Substrat <b>Etty Sumiati dan Liferdi L</b>	50
Effects Of Cereals And Supplements On The Quality Of Mother Spawn Media Of Straw Mushroom <i>Volvariella Volvacea</i> . <b>Etty Sumiati</b>	65
Penggunaan Kompos Paitan ( <i>Thitonia Diversifolia</i> L.) dan Pupuk Kotoran Kambing Sebagai Alternatif Pengganti Pupuk Anorganik Pada Tanaman Bawang Merah ( <i>Allium Ascalonicum</i> L.) <b>N. Herlina, Koesriharti dan M.D. Faqihhudin</b>	77
incidence And Severity Of Pest And Diseases On Vegetables In Relation To Climate Change (With Emphasis On East Java And Bali) <b>Wiwin Setiawati, Rakhmat Sutarya, Ketut Sumiarta, Agung Kamandalu, Ida Bagus Suryawan; Evy Latifah and Greg Luther</b>	88
Pengaruh Cekaman Air Terhadap Hasil Tanaman Tomat ( <i>Lycopersicon Esculentum</i> Mill) <b>Koesriharti , Ninuk Herlina dan Syamira</b>	100

Sp.) <b>Luluk Prihastuti, Ekowahyuni, Catur herison dan Sri Rahayu</b>	460
Uji Adaptasi Beberapa Varietas Cabai Pada Lahan Pasang Surut Di Jambi <b>Syafri Edi, Linda Yanti dan Endrizal</b>	460
Pengaruh Konsentrasi Dan Sumber Karbohidrat Dalam Menginduksi Umbi Mikro Tanaman Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) <b>A.K. Karjadi dan Buchory A.</b>	467
Penekanan Vektor Dan Virus Mosaik Komplek Dengan Cara Pengendalian Dan Penggunaan Mulsa Pada Tanaman Mentimun ( <i>Cucumis sativus</i> L.) <b>Neni Gunaeni</b>	475
Effects Of Substrate Thickness And Dosage Of Spawn Substrate On Straw Mushroom <i>Volvariella Volvacea</i> Production <b>Etty Sumiati</b>	486
Pengaruh Granulasi Dan Pengkayaan Terhadap Efektivitas Pupuk Kompos Pada Sawi, Selada, Kangkung, Dan Bayam <b>Yudi Sastro, Ikrarwati, Suwandi</b>	496
Evaluasi Ketahanan Varietas Xiaobaicai (Xbc) Terhadap Penyakit Akar Gada ( <i>Plasmidiophora Brassicae</i> ) <b>Ineu Sulastrini, Iteu M. Hidayat, Leong Weng Hoy, and Tay Jwee Boon</b>	506
Keragaan Varietas Pak Choi ( <i>Brassica rapa</i> L. cv. group Pak Choi) Introduksi Di Lembang <b>Iteu M. Hidayat, Ineu Sulastrini, Leong Weng Hoy dan Jwee Boon Tai</b>	512
Uji Daya Hasil Pendahuluan Sayuran Daun Basela ( <i>Basella</i> spp.) Di Tiga Lokasi Dataran Tinggi Lembang, Cipanas, Dan Garut <b>Tri Handayani dan Iteu M. Hidayat</b>	521
Korelasi Antara Beberapa Karakter Kuantitatif Bawang Daun ( <i>Allium fistulosum</i> L.) <b>Chotimatul Azmi dan Rinda Kirana</b>	527
Pengaruh Ruang Simpan Dan Kemasan Benih Terhadap Kemunduran Benih Cabai Merah ( <i>Capsicum Annuum</i> L.) Varietas Tanjung-2 <b>Nurmalita Waluyo</b>	531
Inisiasi Meristem Dan Respon Pertumbuhan Planlet Klon-Klon Kentang Harapan Pada Media Murashige Skoog <b>Juniarti P. Sahat, Helmi Kurniawan dan Asma Sembiring</b>	538
✓ Kemampuan Beberapa Isolat <i>Azotobacter</i> Sp. Dalam Memperbaiki Perakaran Jagung (Varietas Pioneer) Secara <i>In-Vitro</i> Pada Beberapa Level Pemupukan N Anorganik <b>Fahrizal Hazra and ETTY Pratiwi</b>	545

**KEMAMPUAN BEBERAPA ISOLAT *Azotobacter* Sp. DALAM MEMPERBAIKI  
PERAKARAN JAGUNG (VARIETAS PIONEER) SECARA *IN-VITRO* PADA  
BEBERAPA LEVEL PEMUPUKAN N ANORGANIK**

*Ability Several Isolates Azotobacter sp. Improving Maize (Sweet Corn) Roots in  
The in-vitro Fertilization Level on Some Inorganic N*

Fahrizal Hazra<sup>1)</sup> and Ety Pratiwi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Bioteknologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan  
Fakultas Pertanian IPB, Bogor, Indonesia. Email: fhazra2011@yahoo.com

<sup>2)</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik,  
Cimanggu-Bogor, Indonesia

**ABSTRACT**

*This research was conducted to determine the potential of bacterial isolates, isolates local Azotobacter in chain N, produces photohormon auksin, cytokines and giberelin, dissolved phosphate and know it impacton on the growth of corn roots it in-votro. This research begins with a test against the bacteria Azotobacter sp. Based its ability to produce hy[er growth substance indol acetic acid (AIA), its ability to produce hormones and cytokines giberelin and the ability to produce phosphates enzymes to then be selected as test isolates selected on rooting in in-vitro. Root Test using Random Design Group with three selected isolates (1 CM (Cimanggu), 7 NTB (West Nusa Tenggara), CK 19 (Cikabayan)) a control, five treatment nutrient N 100%, 75%, 50%, 25%, and 0% and three replicants, so there are 60 units which were grown in experimental medium Watanabe. Research results showed that isolatethe best in improving the root is 1 CM. Giving inokulan 1 CM can efficiently N-nutrient needs for 18.73% of the nutrient treatment 100% N, whereas 7 NTB for 5.78%, and CK 19 for 2.89%. The ability of Azotobacter nitrogen hitch, produces phosphate phytohormon and dissolve it shows the potential rhizobacter a real impact in improving the growth of maize roots.*

**Keywords:** *Azotobacter sp., phytohormon, root growth*

**PENDAHULUAN**

**1.1. Latar Belakang**

Nitrogen adalah unsur yang diperlukan tanaman untuk membentuk senyawa penting di dalam sel, termasuk protein. Tanaman mengambil kebutuhan nitrogennya dari dalam tanah dalam bentuk  $\text{NH}_4$  dan  $\text{NO}_3$ . Sumber nitrogen yang terdapat di dalam tanah, tidak selalu mencukupi kebutuhan tanaman, sehingga perlu diberikan pupuk sintetik yang merupakan sumber nitrogen untuk mempertinggi produksi pertanian. Akan tetapi penggunaan pupuk sintetik dalam jangka panjang dan berlebihan dapat menimbulkan residu yang membahayakan lingkungan. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain yang lebih efisien dan ramah lingkungan agar sistem pertanian menjadi berkelanjutan. Salah satunya adalah penggunaan pupuk hayati.

Salah satu mikroba yang dikenal mampu menambat  $N_2$  serta menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh AIA, sitokinin, dan giberelin sehingga dapat memacu pertumbuhan akar adalah *Azotobacter* sp. (Alexander, 1977). Kemampuan *Azotobacter* dalam menambat  $N_2$  dan menghasilkan zat pengatur tumbuh ini dapat memberikan keuntungan tersendiri. Keuntungan tersebut diantaranya adalah meningkatkan pertumbuhan akar tanaman dan produksi hasil.

Sejumlah kajian mengindikasikan bahwa *Azotobacter* merupakan rizobakteri yang selalu terdapat di tanaman serealia seperti jagung dan gandum (Hindersah dan Simarmata, 2004) serta sayuran. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh *Azotobacter* sebagai agen hayati dalam mengkolonisasi perakaran jagung dan mengefisiensikan hara N pada skala laboratorium, dengan menggunakan media semi padat Watanabe yang mengandung  $KNO_3$  sebagai sumber hara N.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan beberapa isolat *Azotobacter* sp. dalam memperbaiki perakaran jagung pada beberapa tingkat pemberian level hara N dalam bentuk  $KNO_3$  di media padat Watanabe pada skala laboratorium.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah media Ashby cair, isolat *Azotobacter* sp., larutan standar AIA, larutan Tryptofan, dan pereaksi Salkowski, media Pikovskaya cair, isolat *Azotobacter* sp., larutan standar fosfatase, p-NPP 0.115 M, Modified Universal Buffer 1x, dan NaOH 0.5 M, media Watanabe (George *et al.*, 1987), benih jagung varietas Pioneer, dan isolat *Azotobacter* sp. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian produksi AIA dan uji fosfatase adalah tabung reaksi, Eppendorf, vorteks, ose, shaker, sentrifus, waterbath dan Hitachi Spectrophotometer 150-20 serta High Performance Liquid Chromatography (HPLC).

### 2.2. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini diawali dengan melakukan pemilihan 26 isolat *Azotobacter* sp. berdasarkan kemampuannya menghasilkan nitrogenase (Abidin, 2005), menghasilkan zat pemacu tumbuh asam indol asetat (AIA), sitokinin, dan giberelin serta kemampuannya menghasilkan enzim fosfatase untuk kemudian diseleksi sebagai isolat terpilih pada pengujian perakaran jagung pada media padat Watanabe.

#### 2.2.1. Pengujian Aktivitas *Azotobacter* sp. dalam Menghasilkan Zat PemacuTumbuh Asam Indol Asetat, Sitokinin, dan Giberelin

##### 2.2.1.1 Pengujian Produksi Zat Pengatur Tumbuh Asam Indol Asetat (AIA) oleh *Azotobacter* sp. (Gordon and Weber, 1951)

**Pembuatan kurva standar AIA.** Asam indol asetat 100 ppm diencerkan menjadi konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 80 ppm di dalam tabung reaksi. Ke dalam setiap tabung reaksi ditambahkan 2 mL pereaksi Salkowski (20 mL  $FeCl_3$  0,1 M; 400 mL  $H_2SO_4$  pekat; 580 mL aquades) dan diinkubasi selama 60 menit pada suhu ruang. Kemudian larutan diukur absorbansnya pada  $\lambda = 530$  nm menggunakan Hitachi Spectrophotometer 150-20 dan dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara absorbans dan konsentrasi larutan.

**Pengukuran AIA.** Pengukuran AIA dilakukan sesuai prosedur Gordon dan Weber (1951). Kultur bakteri *Azotobacter* sp. dalam media Ashby cair yang ditumbuhkan selama 72 jam dengan perlakuan triptofan 0%, 0.02% (0.02 g 100 ml<sup>-1</sup>) dan 0.05% (0.05 g 100 ml<sup>-1</sup>) dipipet sebanyak 2 mL ke dalam Eppendorf 2 mL dan disentrifugasi pada kecepatan 10000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipindahkan sebanyak 1.75 mL ke dalam tabung reaksi bersih dan steril, kemudian ditambahkan pereaksi Salkowski sebanyak 1.75 mL (perbandingan 1 : 1). Campuran supernatan dan pereaksi diinkubasi selama 60 menit, kemudian diukur absorbansnya pada  $\lambda = 530$  nm menggunakan *Hitachi Spectrophotometer* 150-20.

#### 2.2.1.2 Pengujian Produksi Enzim Fosfatase oleh *Azotobacter* sp. (Tabatabai and Bremner, 1969)

**Pembuatan kurva standar fosfatase.** Larutan standar dibuat dari p-nitrofosfatase 100 ppm yang diencerkan menjadi beberapa level konsentrasi di dalam tabung reaksi, kemudian inkubasi selama 1 jam. Larutan diukur absorbansnya pada  $\lambda = 410$  nm menggunakan *Hitachi Spectrophotometer* 150-20 dan dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara absorbans dan konsentrasi larutan.

**Pengukuran fosfatase.** *Azotobacter* sp. diperbanyak pada medium agar miring Ashby lalu ditumbuhkan dalam media Pikovskaya cair (masing-masing 10 ml dalam tabung *vial*). Isolat dishaker selama 3-5 hari masa inkubasi sampai media menjadi keruh. Masing-masing isolat dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf 2ml untuk disentrifugasi dengan kecepatan 10000 rpm dalam waktu 15 menit. Supernatan dari masing-masing isolat diambil sebanyak 0.5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu masing-masing ditambahkan sebanyak 2 ml Modified Universal Buffer 1x pH 5.5, 0.5 ml P-NPP 0.115 M dan diinkubasi selama 1 jam dalam *waterbath* pada suhu 37 kemudian setelah inkubasi tambahkan 2 ml NaOH 0.5 M untuk menghentikan reaksi. Analisis fosfatase yang dihasilkan oleh setiap isolat diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm berdasarkan warna dan kekeruhan yang dihasilkan.

#### 2.2.1.3 Pengujian Produksi Nitrogenase oleh *Azotobacter* sp. dengan Metode *Acetylene Reduction Assay (ARA)* (Abidin, 2005)

**Penyiapan kultur.** Sebanyak satu ose isolat *Azotobacter* sp. dikultivasi dalam tabung berulir berisi 7 mL media NFB kemudian divorteks dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari. Kultur sel dipanen setelah terjadi perubahan kekeruhan pada media. Sebagai kontrol diberikan media NFB yang tidak diinokulasikan bakteri. Kultur selanjutnya digunakan untuk pengujian aktivitas nitrogenase dan produksi AIA.

**Pembuatan kurva standar etilen.** Sebanyak 5  $\mu$ mol, 10  $\mu$ mol, 15  $\mu$ mol gas etilen diinjeksikan ke dalam kolom kromatografi gas. Kurva yang dihasilkan dibaca dan dikonversi ke dalam satuan mm/jam. Hasil yang diperoleh kemudian diplotkan menjadi kurva standar hubungan antara konsentrasi etilen dan luas kurva.

**Pengukuran aktivitas nitrogenase.** Sebanyak 1 mL kultur yang telah disiapkan dipipet ke dalam Eppendorf 1.5 mL dan disentrifugasi kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Pelet yang dihasilkan diresuspensi dan dipipet ke dalam tabung reaksi yang berisi media Ashby semi cair kemudian diinkubasi selama 3 hari. Pada hari ketiga inkubasi, tutup kapas tabung diganti dengan penutup karet (*rubber stopper*) bersih. Sebanyak 10% udara dalam tabung diambil menggunakan *microsyringe* dan

menggantinya dengan gas asetilen kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 jam. Gas etilen yang terbentuk, diambil dan dianalisis menggunakan kromatografi gas.

### **2.2.2 Pengujian Kemampuan Tiga Isolat Terpilih *Azotobacter* sp. dalam Menghasilkan Zat Pengatur Tumbuh Sitokinin dan Giberelin**

Kandungan sitokinin dan giberelin dilukur di Balai Besar Pasca Panen, Cimanggu-Bogor menggunakan alat: *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Pengukuran dilakukan sesuai dengan prosedur Rivier dan Crozier (1987).

### **2.2.3 Pengaruh Inokulasi Tiga Isolat Terpilih *Azotobacter* terhadap Berat Kering Akar Jagung**

Pengujian dilakukan guna mengetahui pengaruh bakteri dalam pertumbuhan akar. Pengujian diawali dengan penanaman benih jagung pada media Watanabe dengan pemberian masing-masing inokulan dan yang tidak diberi inokulan.

**Inokulasi *Azotobacter* sp. pada Benih Jagung.** Isolat ditumbuhkan dalam 150 ml media Ashby cair selama 3-5 hari dengan cara digoyang pada kecepatan 100 rpm. Benih jagung varietas Pioneer dipilih yang sehat dan seragam, lalu disterilisasi dengan NaOCl 0.05% selama 15 menit. Setelah itu dibilas dengan aquades steril sebanyak empat kali. Sebanyak 1 ml inokulan diinokulasikan pada 1 buah benih jagung pada media Watanabe. Inkubasi pada suhu 22°C dan pengamatan dilakukan 2 minggu setelah tanam.

**Perlakuan Level KNO<sub>3</sub>.** Komposisi KNO<sub>3</sub> terdiri dari beberapa perlakuan, yaitu 100% (3800 mg L<sup>-1</sup>), 75%, 50%, 25%, 0% dimana dosis KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> yang digunakan sama (170 mg L<sup>-1</sup>) dalam media Watanabe, menggunakan isolat *Azotobacter* sp. 1CM, 7 NTB, 19 CK, dan Kontrol (tanpa inokulan) sebanyak 3x ulangan sehingga didapatkan 60 satuan percobaan.

### **2.2.4 Analisis Data**

Data diolah secara statistik menggunakan analisis keragaman (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui respon dan pengaruh masing-masing perlakuan.

## **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 Seleksi Tiga Isolat Terpilih Berdasarkan Kemampuan Menghasilkan Asam Indol Asetat, Enzim Fosfatase dan Nitrogenase**

#### **3.1.1 Pengujian Produksi Zat Pengatur Tumbuh Asam Indol Asetat (AIA) oleh *Azotobacter* sp.**

Asam Indol Asetat (AIA) adalah produk umum dari metabolisme L triptofan oleh beberapa mikroba termasuk PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). (Frankerber, 1983).

Pada Tabel 1 ditampilkan data peningkatan kandungan AIA akibat penambahan triptofan. Hasil pengukuran absorbansi menunjukkan adanya variasi kemampuan *Azotobacter* dalam menghasilkan AIA.

Isolat *Azotobacter* yang memiliki kemampuan terbesar dalam menghasilkan AIA tanpa pemberian triptofan (Abidin, 2005) adalah 1 NTT, 1 CM dan 27 GP masing-masing sebesar 0.695 ppm, 0.61 ppm dan 0.525 ppm; sedangkan yang terkecil adalah 37 SP sebesar 0.068 ppm.



Tabel 1. Produksi AIA dari isolat *Azotobacter* selama 3 hari masa inkubasi

No.	Isolat	Konsentrasi AIA (ppm) dengan perlakuan triptofan-		
		0%	0.02%	0.05%
1	1CM	0.61	788	840
2	1 NTT	0.695	113	317
3	3 NTT	0.492	16	229
4	7 NTB	*	169	347
5	10 NTB	0.085	504	182
6	23 GP	*	1140	534
7	27 GP	0.525	717	808
8	19 CK	*	765	75
9	37 SP	0.068	286	1061

Keterangan: \* tidak terdeteksi

Isolat *Azotobacter* yang memiliki kemampuan menghasilkan AIA pada pemberian triptofan 0.02% (200 ppm) yang terbesar adalah 23 GP yaitu 1140 ppm, sedangkan yang terkecil adalah 3 NTT yaitu 16 ppm.

Isolat *Azotobacter* yang memiliki kemampuan menghasilkan AIA terbesar dengan pemberian triptofan sebesar 0.05% (500 ppm) berturut-turut adalah 37 SP sebesar 1061 ppm, dan 1 CM sebesar 840 ppm, dan yang terkecil adalah 19 CK sebesar 75 ppm.

Dari isolat-isolat yang diuji tersebut, pada perlakuan tanpa penambahan triptofan, terdapat beberapa isolat yang tidak menghasilkan AIA (Tabel 1). Ada dua kemungkinan yang menyebabkan tidak terdeteksinya produksi AIA pada kultur isolat, yaitu: isolat-isolat tersebut memang tidak menghasilkan AIA dan isolat-isolat tersebut hanya menghasilkan sedikit AIA sehingga konsentrasinya tidak terdeteksi dengan metode ini.

Hasil pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan penambahan triptofan yang ditunjukkan oleh 6 isolat, diantaranya adalah isolat 1 CM dan 7 NTB. Konsentrasi AIA yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan konsentrasi triptofan, akan tetapi dari hasil tersebut juga terdapat 3 isolat lainnya yang tidak berbanding lurus, ternyata pemberian triptofan tidak selalu meningkatkan konsentrasi AIA yang dihasilkan. Hal tersebut diduga karena beberapa hal, yaitu: biosintesis triptofan menjadi AIA tidak terjadi atau AIA yang dihasilkan pada penambahan triptofan 0.05% memang lebih kecil dibanding dengan penambahan triptofan 0.02 % walaupun sebenarnya biosintesis AIA oleh mikroba dapat ditingkatkan dengan penambahan triptofan sebagai prekursor (Arkhipchenko *et al.*, 2006).

### 3.1.2 Pengujian Produksi Enzim Fosfatase oleh *Azotobacter* sp.

Dari hasil penapisan kemampuan 26 isolat dalam melarutkan P pada media Pikovskaya padat, diketahui ada 15 isolat *Azotobacter* yang menghasilkan zona bening di sekeliling koloni. Zona bening ini mengindikasikan kemampuan isolat *Azotobacter* tersebut melarutkan P pada media tersebut.

Pada Tabel 2 terlihat isolat-isolat *Azotobacter* yang paling tinggi menghasilkan enzim fosfatase, yaitu 7 NTB yaitu sebesar 95.2 ppm, kemudian berturut-turut diikuti 18

CK sebesar 78.8 ppm, 19 CK sebesar 66 ppm dan 1 CM sebesar 52.2 ppm sedangkan yang terkecil adalah 24 GP yaitu 1 ppm.

Tabel 2. Produksi enzim fosfatase beberapa isolat *Azotobacter* sp. 72 jam setelah inkubasi

No.	Isolat	Konsentrasi Fosfatase (ppm)
1	1 CM	52.2
2	1 NTT	24
3	3 NTT	40
4	6 NTB	17
5	7 NTB	95.2
6	23 GP	15.8
7	24 GP	1
8	26 GP	26.8
9	32 CT	19.2
10	33 CT	34.8
11	35 CT	49
12	36 CT	18.8
13	18 CK	78.8
14	19 CK	66
15	37 SP	26.4

Keterangan: Konsentrasi enzim fosfatase diperoleh dengan mensubstitusikan absorbansi ke dalam persamaan standar  $Y = 0.005X + 0.027$  ( $R^2 = 0.971$ )

### 3.1.3 Pengujian Produksi Nitrogenase oleh *Azotobacter* sp. dengan Metode *Acetylene Reduction Assay (ARA)* (Abidin, 2005)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi nitrogenase yang dihasilkan oleh *Azotobacter*.

### 3.1.4 Pemilihan Tiga Isolat Terbaik untuk Pengujian Perakaran Jagung

Isolat yang dipilih untuk pengujian perakaran jagung didasarkan pada penilaian dari kemampuan isolat-isolat *Azotobacter* dalam menghasilkan nitrogenase (Abidin, 2005), zat pengatur tumbuh AIA dan enzim fosfatase (Tabel 3).

Tabel 3. Kemampuan produksi nitrogenase, AIA, dan enzim fosfatase dari 3 isolat *Azotobacter* sp.

No	Kode Isolat	[IAA] tanpa triptofan (ppm)	[IAA] (triptofan 0.02%) (ppm)	[fosfatase] (ppm)	Nitrogenase (nmol C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /jam)
1	1 CM	0.61	788	52.2	709.26
2	7 NTB	*	169	95.2	769.3
3	19 CK	*	765	66	413.4

Tabel 3 menunjukkan kemampuan dari masing-masing isolat berbeda satu sama lain karena memiliki kelebihan dan kekurangan. Isolat 1 CM dipilih karena

memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan AIA dan nitrogenase. Isolat 7 NTB dipilih karena memiliki kemampuan menghasilkan AIA dan nitrogenase yang tinggi. Isolat 19 CK dipilih karena memiliki kemampuan menghasilkan AIA dan fosfatase memiliki nilai yang cukup tinggi.

### 3.2 Pengujian Kemampuan Tiga Isolat Terpilih *Azotobacter* sp. dalam Menghasilkan Zat Pengatur Tumbuh Sitokinin dan Giberelin

Setelah didapatkan tiga isolat terpilih, yaitu 1 CM, 7 NTB, dan 19 CK, isolat-isolat tersebut diuji kemampuannya dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh lain seperti sitokinin dan giberelin, karena *Azotobacter* juga menghasilkan zat pengatur tumbuh tersebut.

Sitokinin merupakan ZPT yang mendorong pembelahan (sitokinesis). Beberapa macam sitokinin merupakan sitokinin alami (misal: kinetin, zeatin) dan beberapa lainnya merupakan sitokinin sintetik (Dewi, 2008). Giberelin menstimulasi pertumbuhan pada daun maupun pada batang, tetapi efeknya dalam pertumbuhan akar sedikit (Dewi, 2008).

Tabel 4. Kemampuan *Azotobacter* sp. dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh sitokinin dan giberelin

No.	Isolat	ZPT (ppm)	
		Sitokinin	Giberelin
1	1 CM	104.56	152.64
2	7 NTB	97.95	173.93
3	19 CK	90.85	103.08

Pada Tabel 4 dapat diamati bahwa isolat yang menghasilkan zat pengatur tumbuh sitokinin paling besar adalah 1 CM, yaitu 104.56 ppm sedangkan yang terkecil adalah 19 CK yaitu 90.85 ppm. Isolat yang menghasilkan zat pengatur tumbuh giberelin terbesar adalah 7 NTB yaitu 173.93 ppm sedangkan yang terkecil adalah 19 CK sebesar 103.08 ppm.

### 3.3 Pengaruh Inokulasi Tiga Isolat Terpilih *Azotobacter* terhadap Berat Kering Akar Jagung

Hasil uji Duncan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada berat kering akar jagung antara isolat 1 CM, 7 NTB, 19 CK dan kontrol (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh inokulasi *Azotobacter* terhadap berat kering akar (bka) jagung

Isolat	Berat Kering Akar (mg) pada Level KNO <sub>3</sub>				
	100%	75%	50%	25%	0%
Kontrol	30.90 <sup>mn</sup>	30.30 <sup>l</sup>	22.90 <sup>l</sup>	17.80 <sup>mn</sup>	17.40 <sup>n</sup>
1 CM	48.05 <sup>b</sup>	41.90 <sup>c</sup>	32.30 <sup>gh</sup>	30.10 <sup>i</sup>	57.05 <sup>a</sup>
7 NTB	37.15 <sup>e</sup>	35.00 <sup>f</sup>	28.10 <sup>j</sup>	22.45 <sup>l</sup>	39.30 <sup>d</sup>
19 CK	34.50 <sup>f</sup>	33.50 <sup>fg</sup>	25.30 <sup>k</sup>	19.50 <sup>m</sup>	35.50 <sup>ef</sup>

\*Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan taraf 5%

Pada level  $\text{KNO}_3$  0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan pemberian inokulan *Azotobacter*, baik isolat 1 CM, 7 NTB maupun 19 CK, ketiganya terbukti memperbaiki perakaran jagung karena menghasilkan berat kering akar yang lebih besar dibandingkan kontrol (Tabel 5).

Berat kering akar yang dihasilkan pada level  $\text{KNO}_3$  0% (tanpa pemberian  $\text{KNO}_3$ ) memiliki nilai yang paling besar jika dibandingkan dengan perlakuan  $\text{KNO}_3$  pada level 100%, 75%, 50%, dan 25% baik pada isolat 1 CM, 7 NTB dan 19 CK yaitu berturut-turut sebesar 57.05 mg, 39.30 mg, 35.50 mg, sedangkan pada perlakuan tanpa inokulan (kontrol) berat kering akar jagung hanya sebesar 17.40 mg (Tabel 5). Begitu juga dengan perlakuan  $\text{KNO}_3$  pada level 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hal tersebut diduga oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut:

1. Isolat *Azotobacter* memiliki kemampuan menambat N yang cukup tinggi sehingga mampu memenuhi hara N walaupun tidak ada hara N anorganik yang diberikan, ini dibuktikan dari hasil pengujian yang menunjukkan bahwa isolat 1 CM, 7 NTB dan 19 CK masing-masing memproduksi nitrogenase sebesar 709.26 nmol  $\text{C}_2\text{H}_2$  / jam, 769.3 nmol  $\text{C}_2\text{H}_2$  / jam, dan 413.4 nmol  $\text{C}_2\text{H}_2$  / jam (Abidin, 2005).
2. Adanya zat pengatur tumbuh yang dihasilkan oleh *Azotobacter* sehingga membantu pertumbuhan perakaran. Efek *Azotobacter* dalam meningkatkan biomassa akar disebabkan oleh produksi AIA di daerah perakaran. Hal ini didukung bukti bahwa eksudat akar mengandung triptofan atau senyawa serupa yang dapat digunakan oleh mikroba tanah untuk memproduksi asam indol asetat (Dewan dan Subba Rao, 1979). *Azotobacter* sp. dan berbagai mikroba tanah lainnya hanya mampu menghasilkan AIA dalam konsentrasi yang sangat kecil (Subba Rao, 1994). Akan tetapi, penambahan sejumlah isolat bakteri ini ke dalam rizosfer tanaman dapat memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan tanaman. Abbass dan Okon (1993) juga menerangkan bahwa kemampuan *A. paspali* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman berhubungan dengan kapasitasnya dalam mensintesis faktor tumbuh. Zat pengatur tumbuh sitokinin dan giberelin yang dihasilkan membantu pertumbuhan perakaran walaupun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan AIA.
3. Adanya pengaruh nitrat terhadap konsentrasi asam indol asetat (AIA). Diduga konsentrasi nitrat berpengaruh terhadap kandungan asam indol asetat dan sitokinin, penelitian yang dilakukan oleh Zhao *et al.* (2007), menyimpulkan bahwa penghambatan perpanjangan akar dalam jagung oleh kandungan nitrat eksternal yang tinggi diduga karena adanya pengurangan enzim nitrat oksida (NO) sintase endogen. Ada bukti yang menunjukkan bahwa AIA berhubungan dengan nitrat tergantung pada pertumbuhan dan perkembangan akar pada jagung (Gouvea *et al.*, 1997). Sebuah studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pertumbuhan akar primer, seminalis dan akar koronal jagung berkurang secara signifikan dengan peningkatan konsentrasi nitrat eksternal hingga 5 mM (Tian *et al.*, 2007). Akan tetapi, pada hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 5 di atas, pada level hara 100% hingga 25% baik pada isolat 1 CM, 7 NTB dan 19 CK menunjukkan hasil yang sama yaitu menurun sesuai dengan penurunan level hara, sehingga dalam

penelitian ini, kesimpulan yang diberikan oleh Zhao *et al.* (2007) bahwa semakin tinggi konsentrasi nitrat maka akan menghambat pertumbuhan akar belum dapat dijelaskan. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Razie dan Anas (2005) produksi AIA yang dihasilkan *Azotobacter* pada media yang dipupuk urea (18.28-35.54 ppm AIA) relatif lebih rendah dibanding yang dihasilkan pada media yang tidak dipupuk urea (33.89-42.01 ppm AIA).

4. Adanya interaksi dari masing-masing zat pengatur tumbuh yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Misalnya antara sitokinin dengan asam indol asetat. Sitokinin secara mandiri tidak mempunyai efek. Akan tetapi, apabila sitokinin itu ditambahkan bersama dengan AIA, maka sel itu dapat membelah (Dewi, 2008).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Diperoleh tiga isolat *Azotobacter* terpilih yaitu 1 CM, 7 NTB, dan 19 CK yang diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perakaran jagung pada beberapa tingkat pemberian  $KNO_3$  dalam media Watanabe.
2. Dari ketiga isolat terpilih tersebut, isolat *Azotobacter* terbaik dalam menghasilkan asam indol asetat (AIA) adalah 1 CM yaitu dengan nilai 0.61 ppm. Isolat terbaik dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh sitokinin adalah 1 CM (104.56 ppm) dan giberelin adalah 7 NTB (173.93 ppm). Isolat *Azotobacter* terbaik dalam menghasilkan fosfatase adalah 7 NTB (92.5 ppm).
3. Pemberian inokulan *Azotobacter* sp. secara nyata dapat meningkatkan pertumbuhan akar yang diukur dari berat kering akar. Pemberian inokulan *Azotobacter* sp. pada level  $KNO_3$  0% mampu mengefisiensikan kebutuhan hara N. Pemberian inokulan 1 CM dapat mengefisiensikan kebutuhan hara N 100% sebesar 18.73%, sedangkan inokulan 7 NTB sebesar 5.78%, dan 19 CK sebesar 2.89%.
4. Pada level hara tanpa diberi  $KNO_3$  tetapi diinokulasi dengan *Azotobacter* 1 CM, 7 NTB, dan 19 CK terjadi peningkatan berat kering akar sebesar 2.28%, 0.55%, dan 0.51% dibandingkan dengan kontrol (tanpa diberi  $KNO_3$ , tanpa inokulasi).
5. Baik kemampuan menambat N maupun menghasilkan zat pengatur tumbuh, keduanya berperan dalam memperbaiki pertumbuhan perakaran jagung. Zat pengatur tumbuh yang paling berperan dalam memperbaiki perakaran adalah asam indol asetat.

##### 4.2 Saran

Penelitian lanjutan untuk mengkaji pengaruh pemberian inokulan *Azotobacter* terhadap pengurangan pupuk anorganik terutama N dan P dalam skala lapang.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Abbass, Z. and Okon. 1993. Plant growth promotion by *Azotobacter paspali* in the rhizosphere. *Soil Biol Biochem.* 8:1075-1083.
- Abidin, S. 2005. Isolasi dan Penapisan Bakteri Penambat Nitrogen dan Penghasil Asam Indol Asetat (*Azotobacter* sp.). Laporan Praktek Lapang. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. 2nd Ed. John Wiley and Sons. New York. 467 p.
- Arkhipchenko, I.A., A.I. Shaposhnikov and L.V. Kravcheno. 2006. *Triptophan Concentration of Animal Waste and Organic Fertilizers*. Elsevier. Praha.
- Dewan, G.I. and N.S. Subba Rao. 1979. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* and the root biomass of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant and Soil* 53:295 - 302.
- Dewi, I.R. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Frankenberger, WT Jr. and W. Brunner. 1983. Methods of detection of auxin-indole acetic acid in soil by high performance liquid chromatography. *Soil Soc Amer J.* 47:237-241.
- George, E.F, D.J.M Puttock, H.S George. 1987. *Plant Culture Media Vol.1 Formula and Uses*. Exegetics Ltd. England.
- Gordon, S.A, K.J. Weber. 1951. Colorimetric estimation of indol acetic acid. *Plant Physiol* 26:192-195.
- Gouvea, C., J.F. Souza, C. Magalhaes, I.S. Martins. 1997. NO - releasing substances that induce growth elongation in maize root segments. *Plant Growth Regulation*. 21:183-187.
- Hanafiah, K.A, I.Anas, A. Napoleon, dan N.Ghoffar. 2005. *Biologi Tanah: Ekologi & Makrobiologi Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hindersah R. dan T. Simarmata. 2004. Potensi Rizobakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. *J. Nature Indonesia* 5:127 - 133.
- Razie, F. dan Syaifuddin. 2005. Potensi *Azotobacter* spp. dari persawahan lahan pasang surut Kalimantan Selatan:kemampuannya menambat nitrogen dan memasok N untuk pertumbuhan padi IR64. *Agroscientiae*. 12:106-133.
- Rivier, L. and A. Crozier. 1987. Principles and practice of plant hormones analyses. *Biological Techniques Series*. 401 p.
- Subba Rao, N.S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi Kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Tabatabai, M.A. and J.M. Bremner. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphate assay of soil phosphatase activity. *Soil. Biol. Biochem* 1:301-307.
- Tian QY, F.J. Chen, J.X. Liu, F.S. Zhang, and G.H. Mi. 2007. Inhibition of maize root growth by high nitrate supply is correlated to reduced IAA levels in roots. *J. Plant Physiol.* 3:497-503.
- Zhao, D.Y, Q.Y. Tian, L.H. Li and W.H. Zhang. 2007. Nitric oxide is involved in nitrate-induced inhibition of root elongation in *Zea mays*. *Annals of Botany*. 100:497-503.