

Uji Potensi Bakteri Endofit Kitinolitik Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Sebagai Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*)

Ahmad Hanafi¹, Susiana Purwantisari² dan Budi Raharjo²

¹Program Studi Biologi Departemen Biologi FSM Undip

²Laboratorium Bioteknologi Departemen Biologi FSM Undip

Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Semarang 50275 Tlp. (024) 7474754; Fax. (024) 76480690.

Email: ahmadhanafi1994@gmail.com¹

HP : 08974215021

Abstract

IAA (*Indole Acetic Acid*) is a hormone in plants that was role in the cleavage of roots, inhibits the growth of side shoots, stimulate cell division and the formation of xylem and phloem tissue. This study aimed to test the potential of endophytic bacteria chitinolytic rice crop as hormone-producing IAA. This study uses 9 isolates of endophytic bacteria chitinolytic rice plants in isolation during practical work. The experiment consisted of 15 treatments and 3 replications. This study uses a randomized block design. The treatments tryptophan concentration combined with a variation pH, the endophytic bacteria grown on media chitinolytic tryptophan concentration of 0 mg/L, 102 mg/L, 204 mg/L, 306 mg/L and 408 mg/L are combined with pH 5, 7 and 9. the treatment was observed for 48 hours and observation once every 3 hours. The measured variable is the result of the production of IAA hormone with the treatment combination of tryptophan with pH. IAA hormone outcome data were analyzed using Analysis of Variance Univariate at level of 95%. IAA hormone qualitative test results showed positive results in bacterial isolates KA12, KA11 and KB24. IAA hormone quantitative results of bacterial isolates producing IAA hormone KA12 high of 2,03 mg/L in the combination treatment of tryptophan 408 mg/L at pH 7 at 24 hours incubation. KA12 bacterial isolates are endophytic bacteria chitinolytic potential to produce hormones IAA, yet the results of data analysis showed that each treatment combination with pH tryptophan to IAA production were not significantly different.

Keywords: hormone IAA, chitinolytic endophytic bacteria, tryptophan, pH

Abstrak

IAA (*Indole Acetic Acid*) adalah hormon pada tanaman yang berperan dalam pembelahan akar, menghambat pertumbuhan tunas samping, merangsang pembelahan sel dan pembentukan jaringan xylem dan floem. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi bakteri endofit kitinolitik tanaman padi sebagai penghasil hormon IAA. Penelitian ini menggunakan 9 isolat bakteri endofit kitinolitik tanaman padi yang di isolasi pada saat kerja praktik. Penelitian terdiri dari 15 perlakuan dan 3 ulangan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan konsentrasi triptofan dengan variasi pH, yaitu bakteri endofit kitinolitik ditumbuhkan pada media konsentrasi triptofan 0 mg/L, 102 mg/L, 204 mg/L, 306 mg/L dan 408 mg/L dan dikombinasi dengan pH 5, 7, dan pH 9. Perlakuan diamati selama 48 jam dan pengamatan setiap 3 jam sekali. Variabel yang diukur adalah hasil produksi IAA dengan perlakuan kombinasi triptofan dengan pH. Data hasil hormon IAA yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *Univariate Analysis of Variance* pada taraf kepercayaan 95%. Hasil kualitatif hormon IAA menunjukkan hasil positif pada isolat bakteri KA12, KA11 dan KB24. Hasil kuantitatif hormon IAA isolat bakteri KA12 memproduksi IAA tertinggi sebesar 2,03 mg/L pada perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dengan pH 7 pada inkubasi 24 jam. Isolat bakteri KA12 adalah bakteri endofit kitinolitik yang berpotensi dalam menghasilkan hormon IAA, namun hasil analisis data menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan kombinasi triptofan dengan pH terhadap produksi hormon IAA tidak berbeda nyata.

Kata kunci: hormon IAA, bakteri endofit kitinolitik, triptofan, pH.

PENDAHULUAN

Kebutuhan beras secara nasional mengalami beberapa masalah serius, salah satunya adalah menurunnya produksi tanaman padi. Menurunnya produksi tanaman padi disebabkan oleh faktor abiotik (iklim) maupun biotik oleh mikroba patogen. Patogen yang sering menyebabkan penyakit tanaman padi diantaranya adalah jamur *Rhizoctonia solani* (*Rs*) penyebab penyakit hawar pelepah daun (HPD) dan *Pyricularia oryzae* (*Po*) penyebab penyakit blas. Biasanya petani menggunakan bahan kimia seperti pupuk sintetis, fungisida dan pestisida untuk tujuan meningkatkan hasil panen dan pengendalian hama serta penyakit tanaman.

Beberapa cara telah ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut seperti penggunaan pupuk dan pestisida kimia. Penggunaan pupuk dan pestisida kimia secara berlebihan akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan maupun manusia. Semakin tingginya kesadaran masyarakat terhadap bahaya fungisida dan daya beli yang terus meningkat terhadap bahan pangan, menyebabkan perlunya penggunaan agen hayati sebagai alternatif pengganti pupuk dan pestisida kimia. Salah satu alternatif tersebut adalah dengan menggunakan mikroorganisme endofit. Simanjuntak *et al.* (2002), melaporkan mikroorganisme endofit mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil metabolit sekunder seperti yang terkandung di dalam tanaman inangnya.

Mikroba endofit dapat menjadi sumber berbagai metabolit sekunder yang berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang medis, pertanian dan industri. Mikroba endofit dapat diisolasi dari beberapa tanaman *vascular* salah satunya adalah tanaman padi (*Oryza sativa* L.) yang digunakan sebagai tanaman pertanian di Indonesia. Padi merupakan tanaman turun temurun yang diwariskan oleh nenek moyang dan menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia. Mano *et al.* (2007), telah mengisolasi mikroba endofit yaitu bakteri endofit dari tanaman padi diantaranya *Bacillus*, *Curtobacterium*, *Methylobacterium*, *Sphingomonas*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Mycobacterium*, *Enterobacter*, *Chryseobacterium*.

Terdapat sembilan isolat bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari bagian dalam jaringan batang, akar dan daun tanaman padi yang diperoleh dari persawahan padi Sigar Bencah pada saat kerja praktik. Sembilan isolat bakteri endofit tersebut dapat menghasilkan kitinase yang sudah diuji aktivitas kitinolitiknya. Kitinase dapat dihasilkan oleh kelompok bakteri dan jamur antagonis. Giyanto *et al.* (2010), melaporkan beberapa bakteri yang menghasilkan kitinase adalah *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus* sp. yang bersifat antagonis terhadap jamur *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium maydis*, dan *Pyricularia oryzae*.

Bakteri endofit selain kitinolitik ada beberapa bakteri endofit diketahui dapat menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*). Hormon IAA adalah salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Menurut Tarabily *et al.* (2003), hormon IAA adalah hormon endogen tanaman yang disintesis dalam batang, akar dan daun dengan meningkatkan proses elongasi sel dan perpanjangan batang seperti halnya differensiasi sel. Munif *et al.* (2012), melaporkan bahwa sejumlah mikroba hasil isolasi tanaman padi dapat memacu pertumbuhan tanaman padi dan mempunyai kemampuan aktivitas kitinolitik terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani* dan *Pyricularia grisea*. Adanya kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim kitinase dan hormon IAA dapat membantu pertumbuhan tanaman serta melindungi tanaman dari patogen yang menyebabkan penyakit tanaman. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang uji potensi bakteri endofit penghasil kitinase oleh bakteri kitinolitik serta penghasil hormon IAA pada tanaman padi agar dapat mengurangi penggunaan pupuk sintetis serta pestisida kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - Oktober 2016 di Laboratorium Bioteknologi,

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf, *centrifuge*, cawan Petri, spektrofotometer, gelas benda, gelas penutup, oven, tabung reaksi, *rotary shaker*, jarum ose, pipet ukur, pipet tetes, vortex, ose bulat, mikroskop, erlenmeyer, *laminary air flow* (LAF), lampu Bunsen, milipore filter, dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah 9 kultur isolat bakteri endofit kitinolitik tanaman padi, alkohol 70 %, medium *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), H₂O₂, NaOH 1N, HCL 1N, Agar, reagen Salkowsky, aquades, larutan Gram A (larutan *Hucker's Crystal Violet*), larutan Gram B (mordan JKJ), larutan Gram C (alkohol-aseton), larutan Gram D (safranin), minyak imersi, triptofan, koloid kitin, dan media kitin (0,1 % MgSO₄.7H₂O, 0,02 % K₂HPO₄, 0,1 % ekstrak yeast, dan 1,5 % agar).

Prosedur Penelitian

Peremajaan Isolat

Peremajaan isolat bakteri dilakukan dengan mengambil 1 ose bakteri endofit kitinolitik hasil isolasi dari tanaman padi kemudian digoreskan pada medium NA miring dan medium kitin miring, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang.

Aktivitas Kitinolitik (Pujiyanto *et al.*, 2008)

Seleksi 9 isolat bakteri kitinolitik diuji kembali aktivitas kitinolitiknya dengan cara menumbuhkan kembali secara serentak semua isolat dengan cara ditotolkan pada media agar kitin dan diinkubasi selama 48 - 72 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dan membentuk zona bening (*clear zone*) ditentukan indeks kitinolitiknya. Sembilan isolat yang memiliki nilai indeks kitinolitik tertinggi ditetapkan sebagai isolat terpilih untuk diuji kemampuannya dalam menghasilkan hormon IAA.

Analisis Kualitatif Hormon IAA (Gravel, 2007)

Isolat bakteri ditumbuhkan pada medium NA dengan penambahan triptofan 100 mg/L dan medium NA tanpa triptofan, kemudian diuji dengan cara ditetesi larutan reagen Salkowsky.

Hasil positif setelah ditetesi larutan reagen Salkowsky ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi merah muda setelah diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit.

Analisis Kuantitatif Hormon IAA (Patten dan Glick, 2002)

sebanyak 1 mL IAA yang terlarut dalam methanol dari hasil ekstraksi masing-masing perlakuan, dicampur dengan 4 mL reagen Salkowsky, dидiamkan pada suhu ruang dalam waktu 30 menit dan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 535 nm. Konsentrasi hormon IAA pada setiap perlakuan ditentukan dengan menggunakan kurva standar.

Pembuatan Kurva Standar Hormon IAA (Sinta, 2008).

Hormon IAA sintetik sebanyak 2 mg dilarutkan ke dalam 20 mL methanol, selanjutnya diambil 1 mL untuk diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 535 nm, dengan penambahan 4 mL reagen Salkowsky. Sebanyak 5 mL hormon IAA sintetik dalam metanol, diencerkan dengan penambahan 5 mL methanol. Larutan hormon IAA sintetik yang telah diencerkan, diencerkan kembali secara bertahap dengan perbandingan 1 : 1 dan diukur absorbansinya.

Pewarnaan Gram (Ferdiaz, 1993)

Preparat apus bakteri dibuat dengan cara mengambil satu ose biak bakteri dari medium NA, kemudian dibuat apus setipis mungkin, dikeringkan, dan difiksasi di atas lampu Bunsen. Preparat apus ditetesi pewarna pertama dengan larutan Gram A selama 1 menit, warna dibuang, ditetesi larutan Gram B selama 1 menit, kemudian preparat apus dilunturkan dengan larutan Gram C selama 30 menit. Selanjutnya alkohol dibuang, preparat dicuci dengan aquades dan diberi pewarna kedua dengan larutan Gram D selama 2 menit. Warna kemudian dibuang dan dibersihkan dengan aquades, dikeringkan dan diamati morfologi sel, serta warnanya di bawah mikroskop.

Uji Motilitas (Anggara, 2014)

Isolat ditanam dengan ose lancip yang ditusukan ke dalam medium semi solid. Sehingga

apabila bakterinya merupakan bakteri non motil maka akan terlihat 1 garis. Uji dikatakan positif motil apabila isolat yang ada dalam medium menyebar dan tercampur dengan medium.

Uji Katalase (Hadioetomo, 1990)

Uji Katalase dilakukan dengan meneteskan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% pada gelas obyek yang bersih. Biakan dioleskan pada gelas obyek yang sudah ditetesi hidrogen peroksida dengan ose. Suspensi dicampur secara perlahan menggunakan ose, hasil yang positif ditandai oleh terbentuknya gelembung-gelembung udara.

Ekstraksi Hormon IAA (Frankenberger & Poth, 1987)

Biakan bakteri pengasil hormon IAA diambil 10 mL supernatan kemudian diasamkan sampai pH 3 dengan penambahan HCL 1N dan ditambah etil asetat. Supernatan divortex dan terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan bawah adalah organik, sedangkan lapisan atas adalah etil asetat. Lapisan atas dipisahkan kemudian diletakan di botol gelap lalu diuapkan sampai habis. Hasilnya IAA menempel pada botol kemudian dilarutkan 5 mL methanol.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial (5×3) dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama menggunakan pH 5, pH 7 dan pH 9. Faktor kedua menggunakan konsentrasi triptofan 0 mg/L, 102 mg/L, 204 mg/L, 306 mg/L dan 408 mg/L.

Analisis Data

Data berupa hasil hormon IAA dianalisis menggunakan *Univariate Analysis of Variance* pada taraf kepercayaan 95% untuk pembuktian hasil berpengaruh nyata atau tidak. Jika terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak program SPSS versi 16.0..

HASIL DAN PEMBAHASAN

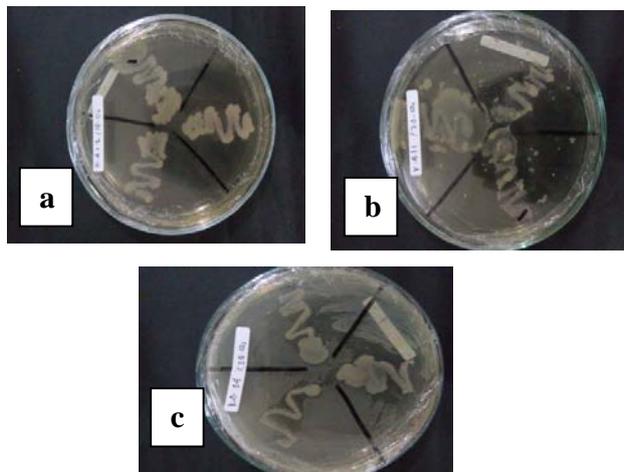
Perhitungan indeks aktivitas kitinolitik masing-masing isolat bakteri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Indeks Aktivitas Kitinolitik

No	Kode Isolat	Diameter Daerah Bening (cm)	Diameter Koloni (cm)	Indeks Aktivitas kitinolitik
1	KB11	2,2	1,8	1,22
2	KB12	1	0,9	1,1
3	KB13	0	0	0
4	KB21	1,3	1,2	1,08
5	KB22	1,1	1	1,1
6	KB23	1,1	1	1,1
7	KB24	2,5	1,2	2,08
8	KA11	2,3	1,8	1,27
9	KA12	1,5	0,9	1,66

Terdapat 3 isolat bakteri kitinolitik yang paling besar indeks aktivitas kitinolitiknya dari 9 isolat bakteri kitinolitik. Tiga isolat bakteri tersebut adalah isolat bakteri KB24 menghasilkan indeks aktivitas kitinolitik paling tinggi sebesar 2,08, selanjutnya diikuti oleh isolat bakteri KA11 menghasilkan indeks aktivitas kitinolitik sebesar 1,27 dan isolat bakteri KA12 menghasilkan indeks aktivitas kitinolitik sebesar 1,66. Menurut Patil (2000), Besarnya zona bening yang dihasilkan tergantung jumlah monomer N-asetilglukosamin, semakin besar jumlah N-asetilglukosamin yang dihasilkan maka akan semakin besar zona bening yang terbentuk disekitar koloni. Isolat bakteri KA11, KA12 dan KB24 yang menghasilkan indeks aktivitas kitinolitik paling besar dibandingkan isolat bakteri yang lain, selanjutnya isolat bakteri tersebut diuji hormon IAA secara kualitatif.

Isolat bakteri KA12 yang ditumbuhkan pada medium NA dengan penambahan triptofan 100 mg/L setelah ditetesi reagen Salkowsky koloni berwarna merah muda. Menurut Sukmadewi (2015), bakteri yang mampu menghasilkan hormon IAA akan berwarna merah saat ditetesi reagen Salkowsky, karena adanya interaksi antara IAA dan Fe membentuk senyawa kompleks $[Fe_2(OH)_2(IA)_4]$. Isolat bakteri KA12 warna merah muda lebih pekat dibandingkan dengan warna merah muda pada isolat bakteri KA11 dan KB24 (Gambar 1.).



Gambar 1. a. isolat bakteri KA12, b. isolat bakteri KA11 dan c. isolat bakteri KB24 yang diinkubasi 30 menit setelah ditetesi reagen Salkowsky.

Isolat bakteri KA11, KA12 dan KB24 selanjutnya dilakukan pengecatan Gram, uji katalase dan uji motil. Berdasarkan pengecatan Gram isolat bakteri KA12, KA11 dan KB24 adalah Gram negatif berwarna merah dan berbentuk basil. Cooper (2007) menyatakan bahwa bakteri Gram negatif memiliki sistem membran ganda dimana membran plasmanya diselubungi oleh membran luar permeabel. Lay (1994) melaporkan bahwa bakteri Gram negatif berwarna merah karena pewarna kristal violet larut pada saat pemberian larutan aseton alkohol sehingga mengambil warna merah safranin. Karakter bakteri pada isolat bakteri KA11, KA12 dan KB24 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakter isolat bakteri KA11, KA12 dan KB24

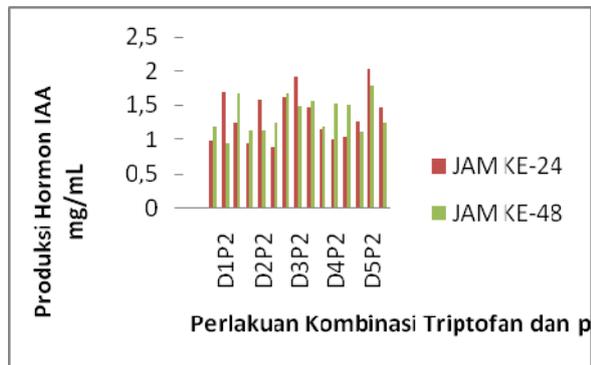
Isolat	Warna Koloni	Form	Elevasi	Margin	Tekstur	Bentuk Sel
KA11	Putih Susu	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Rhizoid</i>	Basah	Basil
KA12	Putih Susu	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Rhizoid</i>	Basah	Basil
KB24	Putih Susu	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Rhizoid</i>	Kering	Basil

Uji katalase pada isolat bakteri KA11, KA12, KB24 menunjukkan adanya gelembung-gelembung udara. Katalase merupakan enzim yang mengkatalisa penguraian hidrogen peroksida

menjadi H₂O dan O₂, hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena bahan ini menginaktifkan enzim dalam sel Uji motilitas pada isolat bakteri KA11, KA12 dan KB24 menunjukkan bakteri motil, dimana bakteri tersebut tumbuh menyebar dimedium NB semi solid. Bakteri motil disebabkan adanya flagel yang berfungsi sebagai alat gerak bakteri.

Isolat bakteri KA12 mampu menghasilkan hormon IAA yang tinggi dibandingkan isolat bakteri KA11 dan KB24, kemudian dilanjutkan dengan pengujian hormon IAA secara kuantitatif. Pengujian yang dilakukan adalah isolat bakteri KA12 ditumbuhkan pada medium NB dengan kombinasi pH dengan konsentrasi triptofan. Produksi hormon IAA dilihat pada jam T₂₄ (inkubasi 24 jam) dan T₄₈ (inkubasi 48 jam), karena pada jam tersebut menunjukkan produksi hormon IAA yang optimum. Kresnawaty (2008) melaporkan bahwa produksi hormon IAA rendah pada inkubasi 24 jam, sedangkan produksi hormon IAA paling tinggi pada inkubasi 48 jam. Penelitian Khaerani (2009), melaporkan bahwa isolat bakteri endofit jagung KB₃ menghasilkan hormon IAA sebesar 1,125 mg/L pada hari ke-2 atau inkubasi 48 jam.

Berdasarkan *Univariate Analysis of Variance* menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada kombinasi antara pH dengan triptofan terhadap produksi hormon IAA pada inkubasi jam T₂₄ dan T₄₈ (Sig > 0,05). Bahwa produksi hormon IAA paling tinggi pada perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dan pH 7 (D₅P₂) pada inkubasi T₂₄ dan T₄₈, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dengan pH 5 dan 408 mg/L dengan pH 9 (Gambar 2.), diikuti perlakuan kombinasi triptofan 0 mg/L, 102 mg/L, 204 mg/L dan 306 mg/L dengan pH 5, 7, dan pH 9.



Gambar 2. Produksi hormon IAA isolat bakteri KA12 dengan perlakuan kombinasi triptofan dengan pH pada masa inkubasi 24 jam dan 48 jam.

Isolat bakteri KA12 memproduksi hormon IAA paling besar 2,03 mg/L pada perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dengan pH 7 (D₅P₂) pada inkubasi T₂₄. Inkubasi T₄₈ memproduksi hormon IAA sebesar 1,78 mg/L pada perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dengan pH 7 (D₅P₂). Menurut Lestari *et al.* (2007), bahwa pada awal inkubasi sumber nutrisi tinggi sehingga produksi hormon IAA tinggi dan terus meningkat setelah itu produksi hormon IAA turun sampai akhir inkubasi karena mengurangnya nutrisi media.

KESIMPULAN

Isolat bakteri KA12 adalah bakteri endofit kitinolitik yang berpotensi dalam menghasilkan hormon IAA dibandingkan dengan isolat KA11 dan KB24. Isolat bakteri KA12 memproduksi hormon IAA paling tinggi sebesar 2,03 mg/L yang ditumbuhkan pada medium perlakuan kombinasi triptofan 408 mg/L dengan pH 7 pada inkubasi 24 jam, namun hasil analisis data menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan kombinasi triptofan dengan pH terhadap produksi hormon IAA tidak berbeda nyata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staff laboratorium dan perpustakaan Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika atas bimbingan dan pengarahan, kedua orang tua penulis dan seluruh rekan penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, B. S., Yuliana dan L. Lisdiana. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon *Indole Acetic Acid* dari Akar Tanaman Ubi Jalar. *J lenteraBio* 3(3): 160-167.
- Cooper, G.M dan R. E. Hausman. 2007. *The Cell: A Molecular Approach*. 4th ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- Fardiaz, S. (1993) Analisis Mikrobiologi Pangan. PT Prasindo Persada. Jakarta.
- Frankenberger, W.T. and M. Poth. 1987. Biosynthesis of indole-3-acetic acid by the pine ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. *Appl Environ. Microbiol.* 53(12): 2908-2913.
- Gravel, V., H. Antoun., J. Russel., Tweddel. 2007. Effect indole-acetic acid (IAA) o the development of symptoms caused *Pythium ultimum* on tomato plant. *Eur J Plant Pathol* 119(10):457-462.
- Hadioetomo, R. S. 1990. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. Gramedia: Jakarta.
- Khairani, G. 2010. Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Endofit Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) Dari Akar Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Dept. Biologi Fakultas Sains Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Univ. Sumatera Utara, Medan.
- Kismiyati, Sri., W. N. Yusuf dan R. Kusdarwati. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif Pada Luka Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi Ektoparasit *Argulus* sp. *J Ilmiah Perikanan dan kelautan* (2)1: 129-134.
- Kresnawaty, I., S. Andanawarih., Suharyanto., T. Panji. 2008. Optimization and Purification of IAA Produced by *Rhizobium* sp. In Latex Serum Media Supplemented with Tryptophan from Chicken Manure. *J Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan* 76(2): 74-82.
- Lay, W. B. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lestari, P., D.N, Susilowati., E. I, Riyanti. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang

- Dihasilkan oleh *Azospirillum* sp. Terhadap Perkembangan Akar Padi. *J Agro Biogen* 3(2): 66-71.
- Munif A., W. Suryo., Suwarno. 2012. Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu pertumbuhan. *J Fitopatologi Indonesia* 8(3): 57-64.
- Patil, R.S., V. Ghormade., and M. V. Desphande. 2000. Chitinolytic Enzymes Exploration, Enzyme and Microbiol. Technol. *J Elsevier Science* 26(7): 473-483.
- Patten, C. L., & B. R. Glick. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole Acetic Acid in Development of The Host Plant root 68(8): 3795-3801.
- Pujiyanto, Sri., E Kusdiyantini., dan M. Hadi. 2008. Isolasi dan Seleksi Bakteri Kitinolitik Isolat Lokal yang Berpotensi untuk Mengendalikan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *J Biodiversitas* 1(9): 5-8.
- Sinta, M. M. 2008. Produksi *Indole Acetic Acid* (IAA) Oleh *Rhizobakteri Bacillus* sp. 1 DUCC-BR-K1.7 Pada Medium Nutrient Broth dengan Konsentrasi Triptofan Yang Berbeda. *Skripsi*. Dept. Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Univ. Diponegoro, Semarang.
- Sukmadewi, D. K. T., Suharjo dan S. Antonius. 2015. Uji Potensi Bakteri Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari Tanah Rhizosfer Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.). *J Biotropika* 2(2): 91-94.
- Tarabily, K., A. H. Nassar., K. Sivasithamparam. 2003. Promotion of Plant Growth By An Auxin- Producing Isolate of The Yeast *Williopsis Saturnus* Endophytic In Maize Roots. *The Sixth U. A. E University Research Conference*.