

# POTENSI PENGHASILAN HORMON IAA OLEH MIKROBA ENDOFIT AKAR TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*)

**Yuliana Retnowati; Wirnangsi D. Uno; Siti Humairah Eka Putri**

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan IPA

Universitas Negeri Gorontalo

**Abstrak:** The aim of the study was to obtain an endofityc microorganisms that potential to produce IAA hormone in the root of corn and to analyze the ability to produce IAA by manipulating of the growth medium that used the liquid waste of tofu industry. The method based on descriptive method that describe the ability of selected endofityc microorganism in IAA hormone producing at the liquid waste of tofu industry. The isolation of endofityc bacterial based on Radu and Kqeen method (2002), then characterization and selection was done. The ability producing IAA hormone test was based on colorimetry method used spectrophotometer on 530 nm of wavelength. The results showed that there were six isolates of endophytic bacteria isolated from the roots of Bisi and Motoro II maize varieties which shows the character of colony morphology and cell-specific forms. The results of measurements of the ability of the hormone IAA in vitro income showed an increase in levels of IAA until the seventh day of incubation. While the test results of hormone production on the medium tofu industrial wastewater know precisely a decline compared to in vitro tests and the highest IAA levels achieved at 48 hours of incubation.

*Key word : endophytic microorganisms, IAA growth hormone, maize plant*

## PENDAHULUAN

Pertanian modern saat ini sangat bergantung pada penggunaan bahan-bahan kimia diantaranya pupuk sintetis, fungisida dan pestisida yang justru dapat mengakibatkan tekanan pada lingkungan. Produk-produk bioteknologi mulai dikembangkan untuk memecahkan masalah tersebut, salah satu diantaranya adalah pengembangan mikroorganisme endofit penghasil fitohormon indole acetic acid (IAA) yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Mikroorganisme endofit dapat diisolasi dari beberapa bagian tanaman seperti akar, batang, daun, biji. Mikroorganisme ini dapat ditumbuhkan pada skala laboratorium dan ditingkatkan potensinya dalam menghasilkan hormon IAA melalui manipulasi lingkungan, khususnya media tumbuh.

Produksi hormon IAA oleh mikroorganisme pada skala laboratorium memerlukan media tumbuh yang memenuhi syarat dari segi nutrisi, yaitu tercukupi sumber C, N dan asupan triptofan sebagai prekursor dalam sintesis IAA. Limbah pengolahan tahu merupakan

limbah organik dengan kandungan C dan N yang cukup tinggi, sehingga dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Triptofan banyak tersedia pada pupuk kandang yang mudah diperoleh dan dengan kadar yang cukup tinggi.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dikaji tentang potensi mikroba endofitik dari akar tanaman jagung dalam penghasilan hormon IAA secara invitro pada medium limbah pengolahan tahu yang disuplementasi dengan triptofan pupuk kandang.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mikroba endofit yang berpotensi menghasilkan hormon IAA pada perakaran tanaman jagung dan menganalisa kemampuan produksinya secara invitro melalui manipulasi substrat tumbuh dengan menggunakan limbah industri tahu.

## **BAHAN DAN METODE**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif yang menggambarkan kemampuan bakteri endofit akar tanaman jagung dalam penghasilan hormon IAA secara invitro pada media limbah cair industri tahu suplementasi triptofan pupuk kandang.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian : akar tanaman jagung umur 3- 5 minggu varietas motoro dan Bisi II, alkohol, natrium hipoklorit, hormon IAA sintetis, pupuk kandang, limbah cair tahu, medium Nutrient Agar (NA), medium Nutrient Broth (NB), tryptofan, NaOH,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , asam trikloro asetat (TCA) 10%.

Alat yang digunakan : oven, inkubator, autoclave, Erlenmeyer, mikropipet, tabung reaksi, spektrofotometer, sentrifuge, shaker inkubator, colony counter, mikroskop.

### **Teknik Pengumpulan Data**

#### **1. Isolasi dan Karakterisasi Mikroba Endofit dari akar tanaman jagung**

Teknik isolasi mikroba endofit pada perakaran jagung didasarkan pada metode Radu & Kqeen, tahun 2002. Tahap awal isolasi adalah mencuci sebagian akar tanaman dengan air mengalir selama 20 menit, kemudian disterilisasi bagian permukaan tanaman dengan merendamnya secara berturut-turut dalam larutan etanol 75% selama 2 menit, larutan sodium hipoklorit 5,3% selama 5 menit, larutan etanol 75% selama 30 detik. Selanjutnya akar dicuci dengan akuades steril sebanyak 2 kali dan dikeringkan dengan kertas saring steril. Akar dipotong menjadi 4 bagian masing masing berukuran 1 cm, dan diletakkan pada permukaan media NA dengan posisi bekas potongan ke arah media. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang ( $25 - 30^{\circ}\text{C}$ ) selama 24 – 48 jam. Koloni yang tumbuh pada media NA disubkulturkan

pada media NA baru sampai diperoleh isolat murni. Isolat murni yang diperoleh dikarakterisasi morfologinya dengan pewarnaan gram.

Karakterisasi bakteri penghasil IAA didasarkan pada sifat-sifat morfologi koloni, bentuk sel dan hasil pewarnaan bakteri menggunakan pewarnaan gram.

## **2. Kemampuan bakteri endofit akar dalam menghasilkan IAA secara invitro.**

Untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan IAA secara invitro, pertama-tama bakteri diremajakan dalam medium NA dan diinkubasi selama 48 jam. Kemudian isolat dibuat suspensi sebanyak 10 ml dengan standard Mc Farland sehingga diperoleh suspensi bakteri dengan kerapatan sel  $10^8$  CFU/ml. Suspensi biakan bakteri diambil sebanyak 3 ml dan dimasukkan kedalam media Luria Bertani (LB) cair + tryptofan. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan dan diinkubasi pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  selama 7 hari dalam shaker inkubator kecepatan 150 rpm. Kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 25 menit, diperoleh supernatan dan pelet. Analisis kadar IAA dengan menggunakan metode kolorimetri. Supernatan diambil sebanyak 2 ml ditambah salkowsky reagent sebanyak 1 ml atau dengan perbandingan 2:1. Didiamkan selama 60 menit dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm.

## **3. Produksi IAA pada medium limbah cair industri tahu dengan suplai triptofan dari pupuk kandang**

Triptofan sebagai prekursor IAA diperoleh dari hidrolisis protein pupuk kandang menggunakan basa kuat. Hidrolisis dilakukan secara tidak Langsung (Kresnawaty dkk, 2008) dengan cara mereaksikan sebanyak 75 gr pupuk kandang ditambah 100 ml air dan 8 gram NaOH dan dipanaskan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam lalu disaring. Filtrat digunakan untuk medium pertumbuhan bakteri dengan dicampurkan kedalam 500 ml limbah cair industri tahu. Medium tumbuh ditambahkan 0,5 ml  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Zn}^{2+}$  0,05 mM untuk stimulasi biosintesis IAA. pH diukur dan dinetralkan hingga mencapai kisaran 6,3 – 6,4 dan ditepatkan hingga 1 liter dan disterilisasi pada autoklave pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$ . Kedalam medium kemudian dimasukkan suspensi inokulum bakteri sebanyak 5% v/v dan diinkubasi pada shaker inkubator pada suhu  $27 - 30^{\circ}\text{C}$ .

Produksi IAA diukur secara spektrofotometri pada jam ke-24, 48, dan 72 jam. Sebanyak 5 mL sampel masing-masing medium ditambahkan asam trikloro asetat (TCA) 10% untuk menjernihkan larutan dan dibiarkan beberapa menit. Sebanyak masing-masing 1 mL supernatan hasil pengendapan digunakan untuk pengukuran konsentrasi IAA. Analisis spektrofotometri dilakukan dengan metode Salkowski (Fletcher & Saul, 1963). Sebanyak 2 mL suspensi dalam medium fermentasi diambil lalu disentrifugasi pada 11.000 rpm selama

10 menit. Supernatannya sebanyak 1 mL ditambah 2 mL pereaksi Salkowski. Larutan lalu ditambah akuades hingga volumenya 6 mL, dihomogenkan dengan vortex, didiamkan selama 30 menit untuk pengembangan warna, kemudian diukur absorbannya pada panjang gelombang 530 nm. Serapan IAA dibaca dengan mengurangi nilai absorban sampel yang ditambah reagen Salkowski dengan nilai densitas optik sebelumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Isolasi dan Karakterisasi Mikroba Endofit dari akar tanaman jagung

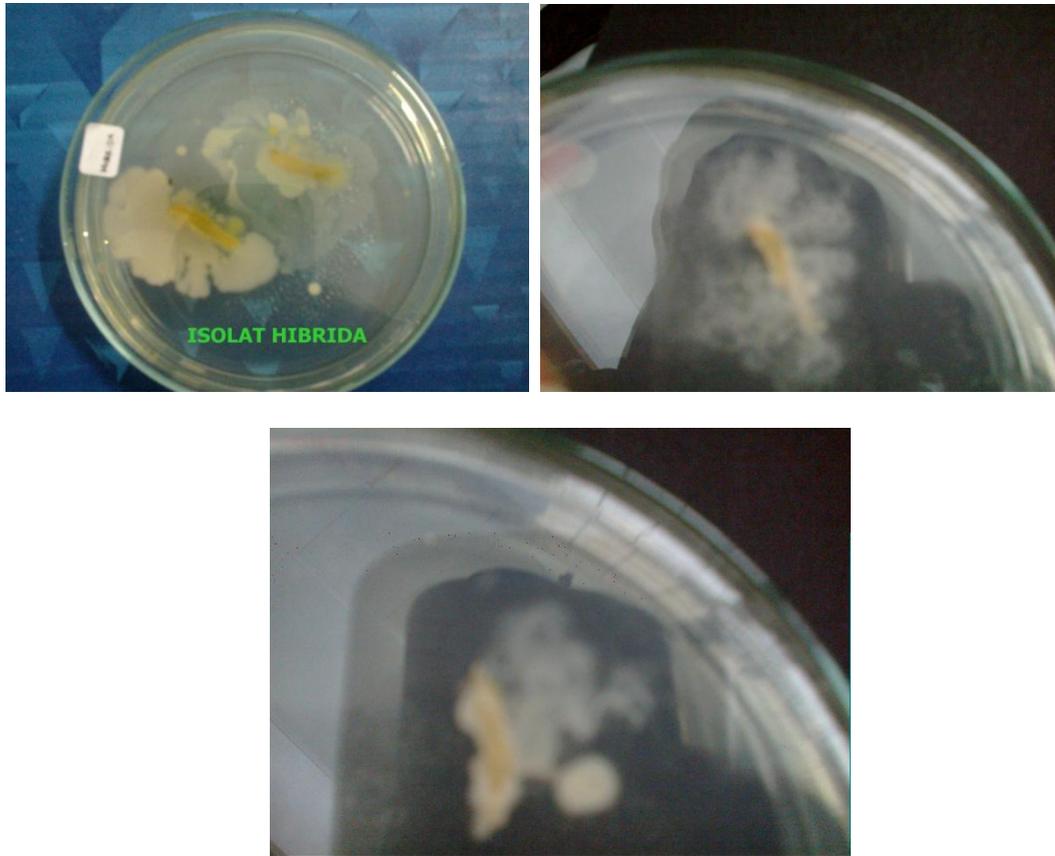
Isolasi bakteri endofit dari akar tanaman jagung varietas motoro dan Bisi II diperoleh 6 isolat. Sebanyak 3 isolat diperoleh dari varietas Motoro dan 3 isolat dari varietas Bisi II. Jenis bakteri endofit yang diperoleh relatif sedikit, hal tersebut dikarenakan umur tanaman jagung yaitu berkisar 4 – 6 minggu, seperti halnya dikatakan Khairani (2008), bahwa semakin tua umur tanaman jagung, maka jenis bakteri endofit semakin banyak.

Keenam isolat tersebut menunjukkan karakteristik yang bervariasi baik morfologi maupun sifat pewarnaannya. Bentuk koloni isolat didominasi oleh irregular (tidak beraturan) dan berwarna putih selebihnya berbentuk rhizoid (akar) (tabel 1). Sedangkan karakterisasi dengan pewarnaan gram sel bakteri dengan menggunakan zat warna kristal violet dan safranin, diperoleh semua isolat bersifat gram negatif, tidak ditemukan isolat bersifat gram positif. Hasil pengamatan morfologi koloni dan sel dengan pewarnaan ditunjukkan pada gambar 1.

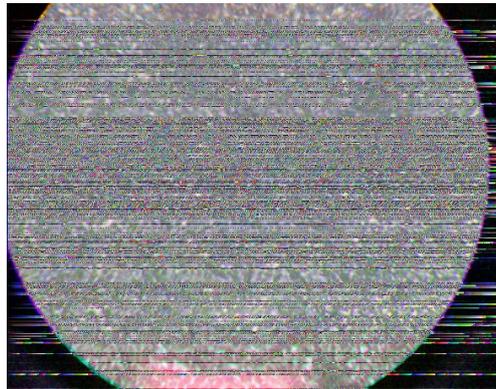
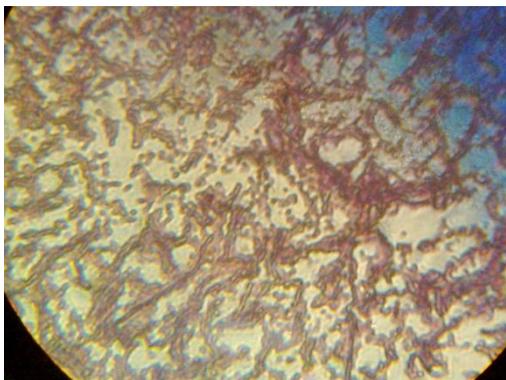
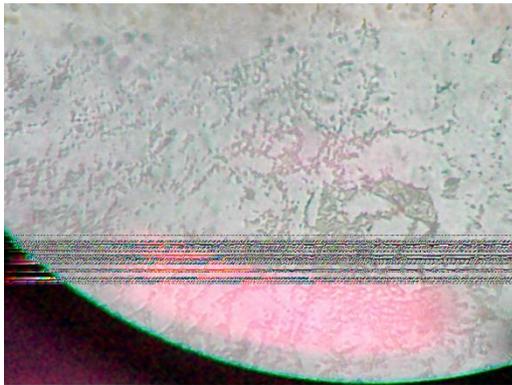
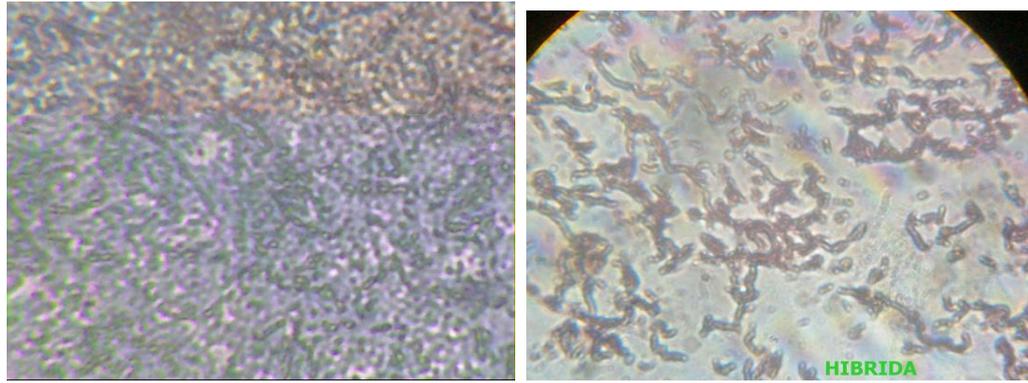
Tabel 1: Karakteristik bakteri endofit akar tanaman jagung (*Zea mays*)

Isolat	Karakterisasi					
	Morfologi koloni			Gra m	Morfologi Sel	
	Bentuk	Tepi	Warna		Bentuk	Penataan
H1	irreguler	cembung	Putih	Ngtf	Kokus	Uniseluler
H3	irregular	Rata	Putih	Ngtf	Kokus	Uniselular
H4	Rhizoid	filamentous	Putih	Ngtf	Batang pendek	Uniselular
M2	Irregular	Rata	Putih	Ngtf	kokus	Berantai
M2B	Bulat	Cembung	Putih	Ngtf	Batang pendek	Uniselular
M2C	Irregular	Rata	Putih	Ngtf	kokus	Uniselular

Hasil pengamatan terhadap bentuk sel bakteri diperoleh 1 isolat berbentuk kokus yang tersusun sebagai rantai atau istilah umumnya streptococcus, sedangkan isolat lain berbentuk coccus dan batang pendek (gambar 2).



Gambar 1: Morfologi Koloni Bakteri endofit akar tanaman Jagung



Gambar 2 : Bentuk sel bakteri endofit akar tanaman jagung dengan pewarnaan gram

## 2. Kemampuan bakteri endofit akar dalam menghasilkan IAA secara invitro.

Hasil pengukuran kadar IAA secara invitro dari bakteri menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar IAA yang dihasilkan oleh masing-masing isolat setelah inkubasi selama 7 hari. Kadar IAA ditunjukkan oleh besaran penyerapan cahaya yang diukur secara spektrofotometri pada panjang gelombang 530nm. Kadar IAA yang dihasilkan pada inkubasi hari ketiga rata-rata masih relatif rendah dan meningkat setelah inkubasi pada hari ketujuh (tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa masing-masing isolat memiliki kemampuan yang berbeda dalam penghasilan hormon IAA. Produksi tertinggi dihasilkan oleh isolat M2B yang diisolasi dari jagung varietas Matoro. Namun bila dilihat secara keseluruhan, isolat yang diisolasi dari akar jagung varietas Bisi II lebih mampu menghasilkan IAA yang lebih besar daripada isolat dari varietas Matoro.

Tabel 2 : Kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan hormon IAA secara invitro

Isolat	Nilai OD pada $\lambda 530\text{nm}$	
	Hari ke-3	Hari ke-6
H1	0,462	0,749
H3	0,841	2,33
H4	0,365	2.009
M2	0,295	0.43
M2B	0,431	2,691
M2C	0,494	0,646

### 3. Produksi IAA oleh Mikroba Endofit pada medium limbah cair industri tahu suplementasi triptofan dari pupuk kandang

Hasil pengukuran terhadap penghasilan hormon IAA oleh mikroba endofit yang ditumbuhkan pada medium limbah cair tahu dengan suplementasi teriptofan dari pupuk kandang diperoleh bahwa kemampuan penghasilan rata-rata meningkat walaupun tidak signifikan pada semua isolat dan kemampuan tertinggi diperoleh pada masa inkubasi 48 jam dan menurun setelah masa inkubasi diperpanjang sampai pada inkubasi 72 jam. Dari keenam isolat yang memiliki kemampuan tertinggi adalah isolat H4 yang diperoleh dari akar jagung hibrida. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 : Kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan hormon IAA selama pertumbuhan pada medium limbah cair tahu suplementasi dengan triptofan pupuk kandang.

Isolat	Nilai OD pada $\lambda 530\text{nm}$		
	24 jam	48 jam	72 jam
H1	0,1205	0,134	0,1155
H3	0,1145	0,1185	0,1085
H4	0,1335	0,1395	0,1195

M	0,124	0,130	0,1075
M2B	0,1165	0,126	0,1175
M2C	0,1235	0,1315	0,1155

## PEMBAHASAN

Akar tanaman jagung varietas Motoero dan Bisi II mengandung bakteri endofit dalam jumlah dan jenis yang relatif sedikit. Hal tersebut salah satunya dipengaruhi oleh umur tanaman yang relatif muda yaitu 4 – 6 minggu. Khairani menyatakan bahwa semakin tua umur tanaman, maka bakteri endofit akan semakin banyak.

Masing-masing bakteri endofit menunjukkan karakteristik yang spesifik yang menunjukkan sebagai jenis yang berbeda. Karakterisasi berdasar sifat morfologi koloni dan morfologi sel merupakan langkah awal dalam tahap identifikasi bakteri. Berdasarkan hasil karakterisasi maka akan diketahui bahwa isolat yang berhasil diisolasi dari akar tanaman jagung merupakan jenis yang berbeda.

Bakteri endofit merupakan bakteri yang mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan tanaman khususnya pada jaringan tanaman dan tidak mempengaruhi aktivitas fisiologi tanaman yang menjadi inangnya. Bahkan pada dasarnya keberadaan mikroba endofit dalam jaringan suatu tanaman justru menguntungkan bagi tanaman tersebut. Salah satunya adalah bakteri endofit penghasil hormon tumbuh IAA, yang berasosiasi pada akar tanaman. Keberadaan mikroba endofit penghasil IAA di dalam jaringan akar tanaman dapat membantu pertumbuhan tanaman inang melalui penghasilan hormon yang merangsang pertumbuhan tanaman.

Pengujian terhadap kemampuan bakteri dalam menghasilkan hormon IAA secara invitro dalam medium tumbuh yang disuplementasi dengan triptofan sebagai prekursor biosintesis IAA sangat penting untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis bakteri yang mempunyai kemampuan menghasilkan hormon IAA terbesar diantara isolat bakteri endofit yang lain. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa isolat bakteri endofit pada akar tanaman jagung menghasilkan hormon IAA dalam kadar yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh sifat fisiologi masing-masing bakteri dimana setiap bakteri mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mengkonversi triptofan menjadi IAA.

Produksi IAA secara invitro oleh masing-masing isolat lebih banyak dihasilkan setelah inkubasi hari ketujuh dibandingkan hari ketiga. Atau dengan kata lain bahwa produksi IAA berbanding lurus dengan lama waktu inkubasi, yaitu semakin lama waktu inkubasi produksi IAA semakin meningkat. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor kecukupan nutrient

selama masa pertumbuhan bakteri dan adanya suplai triptofan murni sebagai prekursor sintesis IAA.

Pada uji penghasilan hormon tumbuh IAA secara invitro oleh bakteri endofit menunjukkan fenomena bahwa terdapat bakteri yang pada inkubasi hari ketiga mampu menghasilkan hormon paling tinggi diantara isolat yang lain, tetapi produksinya menjadi lebih lambat pada inkubasi hari ketujuh. Hal tersebut diduga karena isolat tersebut juga menggunakan hormon IAA yang dihasilkannya untuk bermetabolisme. Menurut Lestari dkk (2007) bahwa pada awal inkubasi sumber nutrisi tinggi sehingga produksi IAA tinggi dan terus meningkat meskipun tidak secara signifikan namun konsisten sampai akhir inkubasi. Pada bakteri terdapat fenomena bahwa pola produksi dan konsumsi IAA berjalan seimbang. Misalnya *Azospirillum* masih mampu memproduksi IAA dan secara simultan bakteri juga mengkonsumsi IAA untuk pertumbuhannya meskipun medium pertumbuhan sudah miskin nutrisi.

Kemampuan produksi IAA isolat bakteri endofit yang diisolasi dari akar tanaman jagung varietas Bisi II pada dasarnya lebih besar dibandingkan isolat dari varietas Motoro. Hal tersebut dipengaruhi oleh sifat fisiologi bakteri itu sendiri dan juga dipengaruhi oleh sifat fisiologi tanaman inangnya. Seperti halnya diketahui bahwa pertumbuhan bakteri endofit didalam jaringan inang sangat dipengaruhi oleh sifat fisiologi tanaman inangnya. Bakteri endofit dalam pertumbuhannya sangat tergantung dari suplai nutrient dari tanaman inang dan bakteri tersebut akan memberikan kontribusi positif bagi tanaman melalui kemampuannya dalam menghasilkan hormon tumbuh IAA disamping juga dihasilkan sendiri oleh tanaman itu sendiri.

Pertumbuhan bakteri sangat memerlukan asupan nutrient yang mendukung pertumbuhannya, khususnya makromolekul protein, karbohidrat. Makromolekul tersebut tersedia didalam media tumbuh, sebagai contoh limbah tahu. Limbah industri tahu merupakan bahan sisa buangan dari produksi tahu yang masih kaya akan karbohidrat dan protein. Penggunaan limbah industri tahu diharapkan dapat sebagai media tumbuh mikroba khususnya mikroba endofit dalam hubungannya dengan penghasilan IAA secara invitro. Produksi IAA secara invitro memerlukan suplai asam amino triptofan sebagai prekursor dalam biosintesis IAA, yang dalam hal ini tersedia dalam pupuk kandang dengan perlakuan tertentu. Seperti halnya hasil penelitian Kresnawaty dkk (2008) menyatakan bahwa pupuk kandang merupakan sumber triptofan yang besar dan dapat dimurnikan dengan metode hidrolisis. Hasil penelitian pada produksi IAA dengan menggunakan triptofan dari pupuk kandang menghasilkan IAA yang lebih rendah dibandingkan triptofan sintetis, hal ini

disebabkan karena triptofan yang dihasilkan dari hidrolisis kotoran ayam memiliki kadar dan tingkat kemurnian yang masih rendah. Disamping itu kemungkinan juga dipengaruhi oleh medium tumbuh, dimana medium tumbuh pada uji invitro menggunakan medium tumbuh umum Nutrient Broth yang mengandung gula dan protein sederhana yang mudah dimetabolisme oleh bakteri, sedangkan limbah industri tahu masih mengandung karbohidrat dan protein kompleks. Hal tersebut berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme sel bakteri yang berpengaruh terhadap produksi akhir IAA.

Produksi IAA oleh bakteri endofit pada medium limbah cair tahu tertinggi dicapai pada inkubasi 48 jam dan menurun setelah inkubasi 72 jam. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Gusniar (2007) dan Kresnawaty (2008) yang menyatakan produksi IAA tertinggi dicapai pada inkubasi selama 48 jam. Pada periode inkubasi 48 jam bakteri pada umumnya memasuki fase akhir logaritmik, sehingga IAA yang dihasilkan cukup tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh karena kandungan enzim-enzim yang digunakan dalam biokonversi triptofan menjadi IAA seperti triptofan monooksigenase, IAM hidrolase, indol-piruvat dekarboksilase dan IAA1d dehidrogenase dihasilkan cukup banyak dan aktif sejalan dengan laju pertumbuhan. Sementara pada inkubasi 24 jam produksi IAA masih rendah, hal tersebut disebabkan karena pada masa inkubasi tersebut bakteri masih dalam fase logaritmik dan juga enzim-enzim untuk mengubah triptofan menjadi IAA masih rendah. Pada inkubasi 72 jam bakteri memasuki fase kematian sehingga produksi IAA menurun. Menurut Bhattacharyya dan Basu dalam Kresnawaty (2008) menyatakan bahwa penurunan produksi IAA pada 72 jam karena adanya pelepasan enzim pendegradasi IAA seperti oksidase dan peroksidase.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat enam isolat bakteri endofit pada akar tanaman jagung varietas Matoro dan Bisi II yang mampu menghasilkan hormon IAA
2. Bakteri endofit akar tanaman jagung yang ditumbuhkan pada medium limbah cair tahu dengan suplementasi triptofan dari pupuk kandang mampu menghasilkan IAA dengan kemampuan tertinggi dicapai pada inkubasi 48 jam.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Etesami H, H.A Alikhani, and A.A Akbari, 2009, Evaluation of plant hormones production (IAA) ability by iranian soils rhizobial strains and effect of superior strains application on wheat growth indexes. World Applied Sciences Journal 6(11): 1576-1584.

- Als Egebo L, S.V.S Nielsen, and B.U. Jochimsen. 1991. Oxigen-Dependent catabolisms of indole-3-acetic acid in *Bradyrhizobium japonicum*. *Journal of Bacteriology*. Aug. 1991. P. 4897 – 4901
- Manulis S, A.H Chesner, M.T Brandl, S.E Lindow and I. Barash. 1998. Differential involvement of indole-3-acetic acid biosynthetic pathways in pathogenicity and epiphytic fitness of *erwinia herbicola* pv. *Gypsophilae*. *MPMI* Vol. 11 no.7. pp. 634-642
- Kresnawaty I, S. Andanawarih, Suharyanto dan Tri-Panji. 2008. Opmimisasi dan pemurnian IAA yang dihasilkan *Rhizobium* sp. dalam medium serum lateks dengan suplementasi triptofan dari pupuk kandang. *Menara Perkebunan*. 76(2), 74-82
- Gusnaniar. 2007. Produksi IAA oleh *Rhizobium* sp, *Pseudomonas* spp, dan *Azotobacter* sp. dalam medium sintetik dan serum lateks *Hevea brasiliensis* Muel.Arg dengan suplementasi triptofan.
- Khairani G. 2009. Isolasi dan uji kemampuan bakteri endofit penghasil hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari akar tanaman jagung (*Zea mays*). Skripsi. Biologi Department, FMIPA, Universitas Sumatera Utara.
- Salisbury F.B and C.W Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Institit Teknologi Bandung Press.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah ilmu kefarmasian*. 2(3): 113-126
- Radu S and C.Y Kqeen. 2002. Preliminary screening of endophytic fungi from medicinal plants in malaysia for antimicroial and antitumor activity. *Malaysian journal of medicinal science*. 9(2): 23-33
- Aryantha I.N, D.P Lestari, N.P.D Pangesti. 2004. Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 9(2): 43-46
- Agustrina R dan Santosa. 1988. Pengaruh pemberian IAA dan sulfur terhadap kandungan sulfat dan protein total pada *Allium cepa* var. *ascalonicum*(L) Bark. *BPPS-UGN*, 3(1): 465-473
- Darsono. 2007. Pengolahan limbah cair tahu secara anaerob dan aerob. url : [http://fti.uajy.ac.id/wg-content/uploads/200702-Jornal%20limbah%20tahu\\_darsono.pdf](http://fti.uajy.ac.id/wg-content/uploads/200702-Jornal%20limbah%20tahu_darsono.pdf)
- Nisa F.C, H.R Halim, B.B Baskoro, T. Wastono dan Moestijanto. 1997. Pemanfaatn limbah cair tahu (whey) sebagai bahan pembuatan nata. *Buletin penalaran mahasiswa UGM*. Vol.3 No. 2: 39-44