

## Produksi Hormon IAA oleh Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) dalam Media Limbah Cair Tahu

### *Production IAA Hormone by Endophytic Bacteria of Sweet Potato's Root (*Ipomoea batatas*) in Tofu Liquid Waste Medium*

Fuad Hidayatullah\*, Yuni Sri Rahayu, Lisa Lisdiana

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Surabaya

\* e-mail: Fuadhidayatullah0@gmail.com

#### ABSTRAK

Bakteri endofit merupakan bakteri yang berasosiasi dengan sel atau jaringan tanaman. Limbah cair tahu memiliki kandungan nutrisi tinggi yang memungkinkan bakteri tumbuh di dalamnya. Tujuan penelitian adalah untuk menguji pengaruh media pertumbuhan, isolat bakteri dan interaksi antara media pertumbuhan dengan isolat bakteri terhadap produksi hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) oleh bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar, serta mengetahui fluktuasi produksi hormon IAA setiap perlakuan selama empat hari waktu inkubasi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan yaitu isolat bakteri (A1, B1, B2 dan B3) dan media pertumbuhan (media limbah cair tahu dan media limbah cair tahu dengan suplementasi triptofan). Pengukuran hormon IAA dilakukan setiap 24 jam selama empat hari menggunakan metode spektrofotometri. Parameter yang diamati yaitu konsentrasi hormon IAA yang dihasilkan pada setiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan media pertumbuhan dan isolat bakteri berpengaruh nyata terhadap produksi hormon IAA yang dihasilkan. Produksi hormon IAA dalam media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan lebih tinggi (1,799 ppm) dibandingkan dengan produksi hormon IAA dalam media limbah cair tahu murni (1,016 ppm). Isolat bakteri A1 mampu memproduksi hormon IAA lebih tinggi (1,899 ppm) dibandingkan dengan ketiga isolat bakteri lainnya yaitu B1, B2 dan B3. Interaksi media pertumbuhan dengan isolat bakteri juga berpengaruh nyata terhadap produksi hormon IAA. Produksi hormon IAA masing-masing perlakuan mengalami fluktuasi pada setiap waktu inkubasi selama empat hari. Rata-rata konsentrasi IAA optimal diperoleh pada waktu inkubasi hari ketiga.

**Kata kunci:** bakteri endofit; tanaman ubi jalar; limbah cair tahu; *Indole Acetic Acid* (IAA)

#### ABSTRACT

*Endophytic bacteria are bacteria which associated with cells or plant's tissue. Tofu liquid waste has high nutrient that allows bacteria to grow. This study aimed to examine the effect of bacterial growth medium in Indole Acetic Acid (IAA) production, bacterial isolates to produce IAA, interaction between bacterial growth medium and bacterial isolate in IAA production by endophytic bacteria from roots of sweet potato, and knowing fluctuations of IAA production in each treatment during four days incubation. This study used completely randomized design (CRD) with two treatment factor, there are bacterial isolates (A1, B1, B2 and B3) and bacterial growth medium (tofu liquid waste medium and tofu liquid waste medium supplemented by tryptophan). IAA production was measured every 24 hours during four days using spectrophotometry method. Parameters observed in this study was the concentration of IAA production in each treatment. The results showed that bacterial growth medium and bacterial isolate had significant effect in IAA production. Production of IAA hormone in tofu liquid waste medium supplemented by tryptophan was higher (1.799 ppm) than IAA production in pure tofu liquid waste medium (1.016 ppm). Bacterial isolate A1 produce higher IAA hormone (1.899 ppm) than the others bacterial isolates, namely B1, B2 and B3. The interaction between growth medium with bacterial isolate also had significant effect in IAA production. Production of IAA hormone in each treatment was fluctuated during four days incubation. The average of optimal IAA concentration was obtained at third-day incubation.*

**Key words:** endophytic bacteria; sweet potato crops; tofu liquid waste; *Indole Acetic Acid* (IAA)

#### PENDAHULUAN

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup atau bersimbiosis mutualisme pada jaringan tanaman tanpa merugikan sel inang. Bakteri endofit dapat hidup di luar ataupun di dalam jaringan akar, daun dan batang tanaman (Weyens *et al.*, 2009). Penelitian sebelumnya oleh Anggara

dkk. (2014) menunjukkan pada perakaran ubi jalar (*Ipomoea batatas*) varietas Papua Patippi terdapat bakteri endofit penghasil hormon IAA. Bakteri yang diperoleh dari penelitian tersebut sebanyak 8 isolat, namun hanya 4 isolat bakteri yang mampu menghasilkan hormon IAA dengan konsentrasi tertinggi, yaitu isolat A1, B1, B2 dan

B3. Isolat-isolat tersebut menghasilkan IAA sebesar 0,3552 ppm (A1), 0,5032 ppm (B1), 0,3552 ppm (B2) dan 0,5525 ppm (B3) saat ditumbuhkan pada media JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue*) selama 5 hari.

Media JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue*) merupakan media yang umum digunakan sebagai media pertumbuhan bagi bakteri endofit untuk memproduksi hormon IAA. Bahan media JNFB relatif sulit ditemukan serta harganya relatif mahal sehingga dibutuhkan media alternatif lain yang lebih ekonomis. Kandungan nutrisi yang lengkap dari limbah cair tahu berpotensi sebagai media pertumbuhan bakteri (Fatoni dkk., 2008). Senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam limbah cair tahu menurut Agustien (1991) dalam Merty (2006) antara lain air 98,8%, abu 0,2086%; total N 0,0435%; Ca 24,3700 ppm; Mg 2,961 ppm; Na 0,591 ppm, selain senyawa tersebut limbah cair tahu juga mengandung karbohidrat 0,11%, lemak 0,42%, Fosfat 1,74%, dan Fe 4,55% (Fatha, 2007).

Dilihat dari kandungan nutrisi pada limbah cair tahu tersebut diketahui hampir sama dengan kandungan media JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue*), sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai media alternatif yang lebih ekonomis bagi pertumbuhan bakteri endofit (Manfaat, 2010). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media pertumbuhan, isolat bakteri dan interaksi antara media pertumbuhan dengan isolat bakteri terhadap produksi hormon IAA oleh bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar, serta mengetahui fluktuasi produksi hormon IAA pada setiap perlakuan selama 4 hari waktu inkubasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan yaitu isolat bakteri (A1, B1, B2 dan B3) dan media pertumbuhan (media limbah cair tahu dan media limbah cair tahu dengan suplementasi triptofan). Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2016 di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Fisiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Langkah kerja dalam penelitian ini diawali dengan sterilisasi peralatan menggunakan autoklaf serta pembuatan media NA, media limbah cair tahu dan media limbah cair tahu dengan suplementasi triptofan. Triptofan yang akan disuplementasikan kedalam media limbah cair tahu diperoleh dengan mereaksikan sebanyak

75 gram pupuk kandang dengan 8 gram NaOH dan 100 mL akuades ke dalam *beaker glass*. Larutan kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 100°C selama 4 jam dan disaring menggunakan kertas saring (Kresnawati dkk., 2008). Filtrat hasil hidrolisis triptofan selanjutnya ditambahkan kedalam 500 mL limbah cair tahu. Larutan medium ditambah 0,5 mL  $\text{Cu}^{2+}$  dan 0,5 mg  $\text{Zn}^{2+}$  untuk stimulasi biosintesis hormon IAA, kemudian pH medium diatur dengan menambahkan larutan NaOH hingga pH medium mencapai kisaran 6,2-6,4. Medium yang telah diatur pHnya ditetapkan hingga mencapai volume 1 liter.

Bakteri endofit yang akan diuji terlebih dahulu diremajakan dalam media NA, selanjutnya bakteri yang telah diremajakan disuspensikan ke dalam akuades hingga mencapai kerapatan sel  $10^8$  CFU/ mL. Kultur bakteri endofit dengan kerapatan sel  $10^8$  CFU/ mL kemudian ditumbuhkan pada masing-masing media sebanyak 5% v/v. Media yang telah berisi inokulum bakteri diinkubasi dalam inkubator pada suhu 27-30°C selama 24, 48, 72 dan 96 jam. Pengukuran produksi hormon IAA dilakukan menggunakan metode spektrofotometri selama 4 hari. Metode spektrofotometri yang digunakan sesuai dengan prosedur Fletcher dan Saul (1963) dalam Kresnawati dkk. (2008). Sebanyak 5 mL sampel medium yang akan diukur ditambahkan TCA (asam trikloro asetat) 10% untuk menjernihkan larutan medium. Analisis IAA dilakukan dengan mengambil sebanyak 3 mL inokulum dalam medium limbah cair tahu, lalu disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 11.000 rpm. Supernatan hasil sentrifugasi diambil menggunakan *micropipet* sebanyak 2 mL dan ditambahkan 2 mL reagen Salkowski. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm.

Data konsentrasi IAA paling optimal selama inkubasi selanjutnya dianalisis menggunakan statistik parametrik. Data tersebut kemudian diuji normalitas dan selanjutnya diuji ANAVA (*Analysis of variance*) dua arah dan dilanjutkan menggunakan analisis Duncan.

## HASIL

Berdasarkan hasil pengukuran kadar hormon IAA yang telah dilakukan, diketahui konsentrasi hormon IAA yang dihasilkan oleh tiap-tiap isolat bakteri dalam berbagai media pertumbuhan berbeda. Hasil uji analisis menunjukkan media pertumbuhan dan isolat bakteri berpengaruh terhadap produksi IAA yang dihasilkan. Hasil uji

Duncan menunjukkan terdapat beda nyata antara media limbah cair tahu dengan media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan. Konsentrasi IAA yang dihasilkan dalam media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan lebih tinggi

(1,799 ppm) dibandingkan dengan konsentrasi IAA yang dihasilkan dalam media limbah cair tahu

**Tabel 1.** Konsentrasi IAA (ppm) yang dihasilkan bakteri endofit dalam berbagai media pada inkubasi 72 jam.

Media pertumbuhan	Isolat Bakteri				Kontrol (k)	Rata-rata (ppm)
	A1	B1	B2	B3		
Limbah cair tahu (L)	1,511 ± 0.155 <sup>Bc</sup>	0,955 ± 0.169 <sup>Bb</sup>	0,755 ± 0.102 <sup>Bb</sup>	0,844 ± 0.169 <sup>Bb</sup>	0,000 ± 0,000 <sup>Aa</sup>	1,016
Limbah cair tahu+triptofan (T)	2,288 ± 0.308 <sup>Cc</sup>	1,733 ± 0.291 <sup>Cb</sup>	1,577 ± 0.167 <sup>Cb</sup>	1,600 ± 0.240 <sup>Cb</sup>	0,000 ± 0,000 <sup>Aa</sup>	1,799
<b>Rata-rata (ppm)</b>	1,899	1,166	1,221	1,344	0,000	

**Keterangan :** Notasi A, B dan C menunjukkan ada tidaknya perbedaan nyata faktor media pertumbuhan terhadap konsentrasi IAA. Notasi (a, b dan c) menunjukkan ada tidaknya perbedaan nyata faktor isolat bakteri terhadap konsentrasi IAA dengan tingkat signifikan ( $\alpha=0,05$ ). Notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Hormon IAA menunjukkan bahwa tiap-tiap perlakuan menghasilkan IAA dengan konsentrasi yang berbeda selama 4 hari waktu inkubasi. Rata-rata produksi IAA meningkat mulai dari inkubasi hari ke-1 dan mencapai tingkat optimal

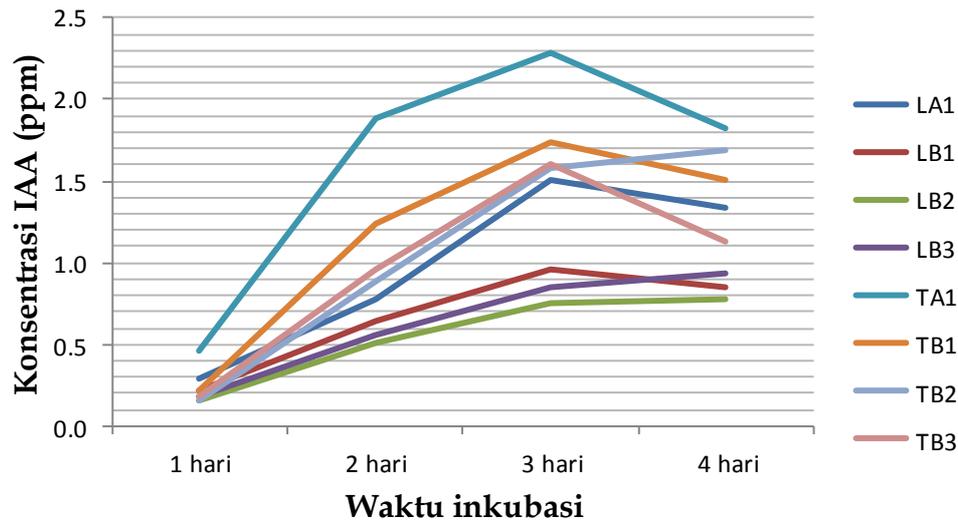
murni (1,016 ppm). Uji Duncan terhadap isolat bakteri menunjukkan isolat bakteri A1 berbeda nyata dengan isolat bakteri lainnya (B1, B2, dan B3). Konsentrasi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat bakteri A1 sebesar 1,899 ppm, sedangkan konsentrasi IAA terendah dihasilkan oleh isolat bakteri B2 sebesar 1,221 ppm (Tabel 1).

pada hari ke-3 kemudian mengalami penurunan pada inkubasi hari ke-4, namun pada perlakuan LB2, LB3 dan TB2 konsentrasi IAA yang dihasilkan terus meningkat tanpa adanya penurunan produksi IAA (Tabel 2).

**Tabel 2.** Kadar IAA (ppm) yang dihasilkan oleh bakteri endofit selama 4 hari waktu inkubasi.

No	Perlakuan	Kadar IAA pada inkubasi hari ke-				Rata-rata
		1	2	3	4	
1	LA1	0,286	0,777	1,511	1,333	0,976
2	LB1	0,22	0,644	0,955	0,844	0,665
3	LB2	0,155	0,511	0,755	0,777	0,549
4	LB3	0,177	0,555	0,844	0,933	0,627
5	TA1	0,466	1,888	2,288	1,822	1,616
6	TB1	0,222	1,244	1,733	1,511	1,171
7	TB2	0,155	0,888	1,577	1,688	1,077
8	TB3	0,177	0,955	1,6	1,133	0,966

**Keterangan:** L: Media limbah cair tahu, T: Media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan, A1: isolat bakteri A1, B1: isolat bakteri B1, B2: isolat bakteri B2, B3: isolat bakteri B3



**Gambar 1.** Produksi hormon IAA oleh bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar.

### PEMBAHASAN

Hasil yang didapat menunjukkan bakteri endofit mampu tumbuh dalam media limbah cair tahu, baik murni maupun yang disuplementasi dengan triptofan. Nutrisi utama dalam limbah cair tahu seperti karbon, nitrogen, dan fosfat dibutuhkan bakteri untuk melakukan metabolisme sel dan menghasilkan senyawa yang penting bagi pertumbuhan bakteri. Sumber karbon yang terdapat dalam limbah cair tahu berupa karbohidrat atau glukosa diserap oleh bakteri melalui proses transpor aktif yang kemudian dimetabolisme untuk menghasilkan energi dan mensintesis bahan pembentuk sel, serta sintesis metabolit primer maupun sekunder (Thontowi dkk., 2007). Fatha (2007) menjelaskan limbah cair tahu juga mengandung fosfat yang cukup tinggi sebesar 1,74%. Kandungan fosfat tersebut dapat berfungsi sebagai komponen pembentuk ATP sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan populasi bakteri endofit. Nitrogen dalam limbah tahu berkisar 0,0435%, kandungan nitrogen tersebut semakin didukung dengan kemampuan bakteri endofit dalam menambat nitrogen bebas. Penelitian sebelumnya oleh Vionita dkk. (2015) menunjukkan bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar isolat A1, B1, B2 dan B3 memiliki kemampuan dalam menambat nitrogen, hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai akumulasi ammonium dalam media pertumbuhan. Molekul nitrogen yang tersedia akan mengalami reduksi menghasilkan ammonium ( $\text{NH}_4$ ) selama proses fiksasi nitrogen. Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) yang terbentuk kemudian dirangkai dengan rantai karbon menjadi senyawa asam amino. Senyawa asam amino digunakan sebagai komponen dasar dalam

pembentukan protein dan juga triptofan yang berperan sebagai prekursor biosintesis hormon IAA (Harley dan Prescott, 2002).

Produksi hormon IAA oleh bakteri endofit dalam media limbah cair tahu murni menunjukkan konsentrasi IAA yang lebih rendah dibandingkan dengan produksi IAA dalam media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan (Tabel 1). Rendahnya konsentrasi IAA yang dihasilkan dalam media limbah cair tahu dikarenakan kandungan asam amino triptofan yang terdapat didalamnya masih cukup rendah. Triptofan yang terkandung dalam limbah cair tahu juga masih dalam bentuk protein sehingga terikat dengan asam amino yang lain, oleh karena itu triptofan dalam media limbah cair tahu tidak dapat digunakan secara optimal sebagai prekursor sintesis IAA oleh bakteri (Kresnawaty, 2008).

Berbeda dengan konsentrasi IAA yang dihasilkan dalam media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan dari pupuk kandang menunjukkan hasil yang lebih tinggi (Tabel 1.). Tingginya konsentrasi IAA tersebut dikarenakan dalam media terdapat penambahan triptofan hasil hidrolisis basa kuat dari pupuk kandang, sehingga meningkatkan produksi IAA oleh bakteri endofit. Pupuk kandang kotoran ayam mengandung senyawa triptofan sebesar  $460,1 \pm 5,9$   $\mu\text{g/g}$ , namun triptofan tersebut masih dalam bentuk polipeptida, sehingga perlu dimurnikan melalui hidrolisis basa kuat (Arkhipchenko *et al.*, 2006). Hidrolisis basa yang diterapkan pada pupuk kandang mengakibatkan semua asam amino yang terkandung dalam kotoran rusak kecuali asam amino triptofan (Kresnawaty, 2008).

Penelitian sebelumnya oleh Anggara dkk. (2014) tentang isolasi bakteri endofit dari akar

tanaman ubi jalar menunjukkan bahwa keempat isolat bakteri A1, B1, B2 dan B3 mampu menghasilkan hormon IAA. Isolat-isolat tersebut menghasilkan IAA sebesar 0,3552 ppm (A1), 0,5032 ppm (B1), 0,3552 ppm (B2) dan 0,5525 ppm (B3) saat ditumbuhkan pada media JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue*). Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri endofit dalam media limbah cair tahu ataupun media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan. Rendahnya konsentrasi hormon IAA yang dihasilkan bakteri endofit dalam media umum JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue*) disebabkan oleh lama waktu inkubasi yang dilakukan. Waktu inkubasi yang optimal untuk bakteri endofit menghasilkan hormon IAA sesuai hasil penelitian ini yaitu pada inkubasi hari ke-3, namun dalam penelitian Anggara dkk. (2014) waktu inkubasi yang diterapkan selama 5 hari. Hal tersebut mengakibatkan kadar IAA yang dihasilkan bakteri menurun karena bakteri telah melewati fase optimal serta nutrisi dalam media berkurang sehingga bakteri merombak kembali hormon IAA yang telah dihasilkannya untuk memenuhi nutrisi dalam proses fisiologi bakteri (Thontowi dkk., 2007).

Hasil pengukuran hormon IAA menunjukkan produksi IAA oleh setiap isolat bakteri berbeda-beda. Isolat bakteri A1 mampu menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi, sedangkan konsentrasi IAA terendah dihasilkan oleh isolat bakteri B2. Perbedaan konsentrasi tersebut dikarenakan kemampuan bakteri dalam memanfaatkan nutrisi yang ada di sekitarnya berbeda-beda setiap isolat. Penggunaan nutrisi oleh bakteri tergantung aktivitas metabolisme yang dilakukan, bakteri mampu mengurai dan menggunakan nutrisi yang kompleks seperti karbohidrat, protein, lemak, dan asam amino (Khairani, 2009). Suriaman (2010) juga menjelaskan konsentrasi IAA yang beragam dari beberapa isolat bakteri endofit dikarenakan kecepatan pertumbuhan sel bakteri setiap isolat berbeda-beda. Pertumbuhan sel yang cepat menyebabkan sintesis hormon IAA menjadi lebih tinggi, sehingga hormon IAA yang dihasilkan lebih besar.

Penentuan fluktuasi hormon IAA menunjukkan hasil produksi IAA oleh setiap isolat bakteri berbeda-beda selama 4 hari waktu inkubasi. Rata-rata produksi hormon IAA meningkat sampai waktu inkubasi hari ketiga dan selanjutnya menurun meskipun tidak signifikan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Kresnawaty dkk. (2008) yang menjelaskan produksi hormon IAA oleh bakteri endofit pada inkubasi 24 jam

lebih sedikit dikarenakan bakteri masih berada dalam fase awal logaritmik serta kandungan enzim-enzim yang berperan dalam proses sintesis triptofan menjadi IAA masih rendah. Pada waktu inkubasi 48 jam hormon IAA yang diproduksi paling optimal dikarenakan bakteri endofit berada pada fase akhir logaritmik, serta kandungan enzim-enzim yang berperan dalam biokonversi triptofan menjadi hormon IAA cukup banyak seperti, triptofan monooksigenase, IAAld dehidrogenase, indol-piruvat dekarboksilase dan IAM hidrolase. Enzim-enzim tersebut juga aktif sejalan dengan laju metabolisme bakteri. Penurunan produksi hormon IAA pada inkubasi 72 jam dikarenakan bakteri memasuki fase kematian serta terjadi kerusakan beberapa enzim akibat penumpukan sisa metabolisme.

Produksi hormon IAA yang fluktuatif berkaitan erat dengan kebutuhan dasar dari bakteri endofit (Lestari dkk., 2007). Bakteri endofit mampu merombak kembali hormon IAA yang telah dihasilkannya, apabila kebutuhan nutrisi dalam media berkurang. Hasil dari perombakan tersebut selanjutnya dimanfaatkan kembali oleh bakteri endofit untuk melakukan sintesis protein dan kegiatan fisiologis dalam sel (Thontowi dkk., 2007).

Penurunan produksi hormon IAA juga dapat terjadi karena ketersediaan oksigen dalam media dan sekitarnya. Proses aerasi saat inkubasi menggunakan *shaker* menyebabkan terjadinya kontak antara isolat bakteri endofit dengan oksigen bebas. Bakteri endofit penghasil IAA memiliki suatu enzim yang disebut *triptofan 2,3-dioksigenase*, enzim tersebut akan aktif saat bakteri endofit berinteraksi dengan oksigen bebas. Aktifnya enzim *triptofan 2,3-dioksigenase* dapat mendegradasi hormon IAA dalam media dengan cara merusak cincin indol penyusun IAA, sehingga konsentrasi IAA pada media menurun (Egebo dkk., 1991). Keberadaan oksigen yang tinggi dalam media pertumbuhan juga dapat merusak kompleks enzim *nitrogenase* pada bakteri penambat nitrogen. Oksigen akan bereaksi dengan gugus metal yang terdapat pada enzim *nitrogenase*, sehingga enzim *nitrogenase* tidak aktif dan mengalami reaksi *irreversible*. Hal tersebut yang menyebabkan proses penambatan nitrogen oleh bakteri terganggu (Ludden, 2001). Terganggunya proses penambatan nitrogen pada bakteri endofit dapat menyebabkan kadar IAA yang dihasilkan menurun, hal tersebut berkaitan dengan kemampuan bakteri dalam menghasilkan senyawa nitrat dari proses penambatan nitrogen. Bakteri akan mereduksi nitrat menjadi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) sebagai salah satu komponen penyusun hormon IAA (Salisbury dan Ross, 1995).

## SIMPULAN

Media pertumbuhan dan isolat bakteri berpengaruh terhadap produksi IAA yang dihasilkan. Produksi hormon IAA dalam media limbah cair tahu yang disuplementasi triptofan lebih tinggi (1,799 ppm) dibandingkan dengan produksi hormon IAA dalam media limbah cair tahu murni (1,016 ppm). Isolat bakteri A1 mampu memproduksi hormon IAA lebih tinggi (1,899 ppm) dibandingkan dengan ketiga isolat lainnya yaitu B1, B2 dan B3. Interaksi media pertumbuhan dengan isolat bakteri juga berpengaruh nyata terhadap produksi hormon IAA oleh bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar. Produksi hormon IAA masing-masing perlakuan mengalami fluktuasi pada setiap waktu inkubasi. Rata-rata konsentrasi IAA tertinggi diperoleh pada waktu inkubasi hari ke-3 dan mengalami penurunan pada inkubasi hari ke-4.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggara BS, Yuliani, dan Lisdiana L, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *LenteraBio*. 3(3): 160-167.
- Arkipchenko IA, Shaposhnikov AI, dan Kravcheno LV, 2006. Tryptophan Concentration of Animal Waste and Organic Fertilizers. *Applied Soil Ecology*. 34(1): 62-64.
- Egebo LA, Nielsen SVS, dan Jochimsen BU, 1991. Oxygen-Dependent Catabolism of Indole-3-Acetic Acid in *Bradyrhizobium japonicum*. *Journal of Bacteriology*. 173 (15): 4897-4901.
- Fatha A, 2007. Pemanfaatan Zeolite Untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Tahu. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Fatoni A, Zufahair, dan Lestari P, 2008. Isolasi dan Karakterisasi Protease Ekstraseluler dari Bakteri dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Natur Indonesia*. 10 (2): 83-88.
- Harley JP, dan Prescott LM, 2002. *Laboratory Exercise in Microbiology*. New York: The-Graw Hil Company.
- Khairani G, 2009. Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Endofit Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari Akar Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kresnawaty I, Andanawarih S, Suharyanto, dan Panji T, 2008. Optimisasi dan Pemurnian IAA yang Dihasilkan *Rhizobium* sp. dalam Medium Serum Lateks dengan Suplementasi Triptofan dari Pupuk Kandang. *Jurnal Menara Perkebunan*. 76(2): 74-82.
- Lestari P, Susilowati DN, dan Riyanti EI, 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang Dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap Perkembangan Akar Padi. *Jurnal AgroBiogen*. 3(2):66-72.
- Ludden PW, 2001. *Nitrogenase Complex*. *Encyclopedia of Life Science* :1-8.
- Manfaati R, 2010. Kinetika dan Variabel Optimum Fermentasi Asam Laktat dengan Media Campuran Tepung Tapioka dan Limbah Cair Tahu oleh *Rhizopus oryzae*. *Tesis*. Tidak Dipublikasikan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Merty R, 2006. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Media Pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens* dan Uji Antagonistiknya Terhadap *Ralstonia solanacearum* Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Padang: Universitas Andalas.
- Salisbury FB, dan Ross CW, 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid III*. Bandung: ITB.
- Suriaman E, 2010. Potensi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) dalam Memfiksasi N<sub>2</sub> di Udara dan Menghasilkan Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Thontowi A, Kusmiati, dan Nuswantara S, 2007. Produksi  $\alpha$ -Glukan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media dengan Sumber Nitrogen Berbeda pada Air-Lift Fermentor. *Jurnal LIPI*. 8(4): 253-256.
- Vionita Y, Rahayu YS, dan Lisdiana L, 2015. Potensi Isolat Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) dalam Penambatan Nitrogen. *LenteraBio*. Vol. 4(2): 124-130.
- Weyens N, Daniel VL, Safiyh T, dan Jaco V, 2009. Phytoremediation: plant-endophyte partnerships take the challenge. *Current Opinion in Biotechnology*. 20: 248-25.