

Potensi Konsorsium Dua Isolat Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar Var. Papua patippi dalam Menghasilkan Hormon *Indole - 3 - Acetic - Acid* (IAA)

Potency of Two Isolate Consortium of Endophytic Bacteria From The Sweet Potato Roots Var. Papua Patippi In Indole - 3 - Acetic - Acid (IAA) Producing

Fithriani Valentina, Yuliani, Lisa Lisdiana

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail : fithrianivalentina.fv@gmail.com

ABSTRAK

Isolat bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 dari akar tanaman ubi jalar varietas Papua Patippi diketahui mampu menghasilkan hormon IAA. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan antagonisme antar isolat dalam konsorsium, potensi konsorsium isolat bakteri endofit yang paling optimal dalam menghasilkan IAA serta waktu inkubasi yang paling tepat untuk konsorsium tersebut menghasilkan IAA dengan konsentrasi paling optimal. Antagonisme antar isolat bakteri dalam konsorsium diamati dengan melakukan uji antagonisme menggunakan metode sumuran. Potensi konsorsium bakteri endofit dalam menghasilkan hormon IAA diperoleh dengan mengukur nilai absorbansi setiap hari berturut-turut selama 5 hari masa inkubasi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 530 nm. Data absorbansi IAA selanjutnya dimasukkan dalam rumus persamaan kurva standar yang telah dibuat untuk mendapatkan nilai konsentrasi IAA lalu data tersebut dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa isolat yang bersifat antagonis adalah isolat B2 dengan B3 serta konsorsium bakteri endofit yang paling optimal dalam menghasilkan IAA yaitu konsorsium c (A1 dan B3) sebesar 1,7103 ppm pada hari kedua masa inkubasi. Selain itu diketahui pula bahwa waktu yang diperlukan untuk menghasilkan konsentrasi IAA paling optimal adalah 2 hari inkubasi.

Kata kunci: konsorsium; bakteri endofit; hormon IAA; ubi jalar varietas Papua patippi

ABSTRACT

Endophytic bacteria isolates A1, B1, B2, and B3 of the sweet potato roots var. Papua Patippi known capable to produce IAA hormones. This study aimed to describe antagonism between isolates in the consortium, the potential consortium endophytic bacteria with the most optimal IAA production and to determine the most appropriate incubation time to produce IAA hormones with the most optimal concentration. Antagonism between bacteria in the consortium were observed by using antagonism test with agar well method. Potency of consortium endophytic bacteria in produced IAA hormones was obtained by measuring the absorbance value everyday for five days incubation period using a spectrophotometer with 530 nm wavelength. IAA absorbance values was calculated with the formula in the standard curve that has been made to get the value of the concentration of IAA. Then, the data were analyzed by use descriptive quantitative analysis. The results revealed that isolates B2 to B3 was antagonistic and consortium endophytic bacteria with the most optimal in producing IAA was consortium c (A1 and B3) of 1.7103 ppm on the second day incubation period. It also showed that the time required to produce the most optimal concentration of IAA is 2 days of incubation.

Key words: consortium; endophytic bacteria; IAA hormone; sweet potato var. Papua patippi.

PENDAHULUAN

Bakteri endofit merupakan bakteri yang dapat hidup dalam jaringan tanaman dengan membentuk koloni serta melakukan endosimbiosis tanpa merugikan tanaman inangnya (Strobel dan Daisy, 2003). Bakteri endofit memiliki banyak peranan antara lain: meningkatkan penyerapan mineral sehingga pertumbuhan tanaman pun meningkat, fiksasi nitrogen, mengurangi kerusakan akibat penyakit serta memproduksi fitohormon (Zinniel *et al.*,

2002). Fitohormon yang dapat dihasilkan oleh bakteri endofit adalah fitohormon golongan auksin. Auksin merupakan salah satu jenis fitohormon yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan menginduksi elongasi sel (Susilowati, 2006 dalam Suriaman, 2010). Fitohormon golongan auksin yang melimpah terdapat di alam adalah *Indole - 3 - Acetic Acid* (IAA) (Tsavkelova *et al.* 2005). Prekursor hormon ini berupa asam amino triptofan (Spaepen *et al.*, 2007).

Isolat bakteri endofit A1, B1, B2 dan B3 pada akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi yang diisolasi oleh Anggara dkk. (2014) diketahui menghasilkan konsentrasi hormon IAA tertinggi. Uji potensi bakteri endofit yang telah dilakukan tersebut sebatas menggunakan kultur isolat tunggal dan pengamatan dilakukan hanya pada masa inkubasi hari ke lima. Suriaman (2010) menunjukkan bahwa isolat tunggal dan kombinasi bakteri endofit mampu menghasilkan hormon IAA, namun konsentrasi hormon IAA yang dapat dihasilkan oleh kombinasi dua isolat bakteri endofit pada tanaman kentang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat tunggal. Penelitian Pas dkk. (2015) serta Srinivasan dan Mathivanan (2011) juga menunjukkan fakta serupa bahwa konsorsium bakteri yang digunakan dapat menghasilkan konsentrasi IAA lebih besar daripada isolat tunggal. Selain itu pemberian konsorsium bakteri tersebut lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait serta uraian di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan antagonisme antar isolat bakteri dalam masing-masing formula konsorsium, mendeskripsikan potensi isolat konsorsium yang dapat menghasilkan konsentrasi IAA paling tinggi, serta menentukan waktu paling optimal isolat konsorsium bakteri endofit A1B1, A1B2, A1B3, B1B2, B1B3, dan B2B3 dalam menghasilkan hormon IAA.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2016 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Terpadu, serta Laboratorium Struktur dan Perkembangan FMIPA Unesa. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat tunggal bakteri A1, B1, B2, dan B3 yang diisolasi dari akar ubi jalar var. *Papua patippi* dari penelitian Anggara dkk. (2014), media *Nutrient Agar* (NA), media cair *James Nitrogen Free Malat Bromthymol Blue* (JNFB) [5,0 g asam malat; 0,6 g K_2HPO_4 ; 1,8 g KH_2PO_4 ; 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,1 g NaCl; 0,2 g $CaCl_2 \cdot 2H_2O$; 0,066 g FeEDTA; 4,5 g KOH; 2 ml *bromthymol blue* (BTB); 2 ml mikronutrien (pepton, pH 5,8)], alkohol 70%, spiritus, akuades, dan reagen *Salkowski* [150 ml H_2SO_4 ; 250 ml akuades; 7,5 ml $FeCl_3$].

Uji potensi ini diawali dengan rekultur seluruh isolat bakteri pada media NA lalu diinkubasi dengan suhu ruang selama 48 jam, pembuatan media cair JNFB serta reagen *salkowski*, lalu uji antagonisme antar isolat dengan metode sumuran menggunakan *cork bohrer*. Uji antagonisme dilakukan dengan melubangi media NA pada cawan petri di dua bagian yang berbeda

kemudian menginokulasikan 1 ml isolat tunggal bakteri yang telah diencerkan dengan akuades pada lubang tersebut. Cawan petri yang telah berisi tiap-tiap isolat sesuai formula konsorsium diletakkan pada inkubator pada suhu ruang selama 24 jam lalu dilakukan pengamatan.

Hasil rekultur tiap-tiap isolat yang telah diletakkan dalam inkubator dengan suhu ruang selama 48 jam dilarutkan dalam 10 ml akuades dan dihomogenkan menggunakan vorteks selama 1 menit. Penghitungan jumlah bakteri dengan metode penghitungan langsung (*Direct Count*) menggunakan *haemocytometer* dilakukan untuk menentukan jumlah isolat tunggal bakteri awal yang akan dikonsorsiumkan serta dilakukan setiap hari untuk mengetahui jumlah sel bakteri dan laju pertumbuhan bakteri. Kultur isolat tunggal bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 dengan kerapatan bakteri 10^6 sel/ml diambil masing-masing sebanyak 0,5 ml untuk dikonsorsiumkan pada 10 ml media cair JNFB kemudian dihomogenkan dengan cara divorteks selama 1 menit. Kultur isolat bakteri yang diambil untuk dikonsorsiumkan sesuai dengan formulasi konsorsium dua isolat sebagai berikut: konsorsium a (A1B1), konsorsium b (A1B2), konsorsium c (A1B3), konsorsium d (B1B2), konsorsium e (B1B3), dan konsorsium f (B2B3).

Pengamatan produksi IAA secara spektrofotometri dilakukan setiap hari selama lima hari masa inkubasi pada suhu ruang (25-30°C). Pengamatan dilakukan dengan sistem tertutup yang mana setiap tabung reaksi berisi masing-masing konsorsium dan media cair hanya untuk satu kali pengamatan saja. Sebelum menghitung konsentrasi IAA yang dihasilkan, isolat konsorsium pada media cair JNFB disentrifugasi dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipindahkan ke tabung reaksi bersih dan steril, lalu diberi pereaksi *Salkowski* dengan volume yang sama dengan supernatan. Campuran supernatan dan pereaksi tersebut diinkubasi selama 60 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 530 nm.

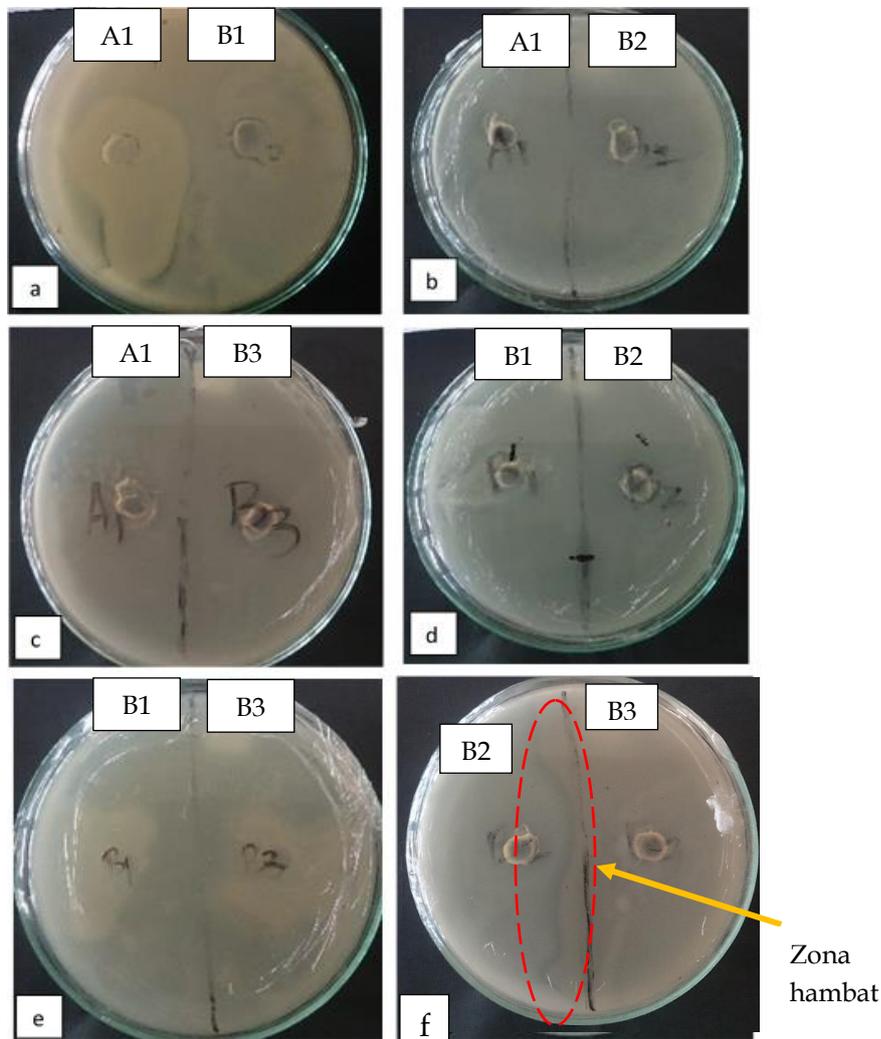
Nilai absorbansi yang diperoleh dimasukkan dalam rumus persamaan kurva standar IAA yang telah dibuat sebelumnya. Data hasil pengukuran konsentrasi IAA, hasil uji antagonisme dan perhitungan jumlah bakteri dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Jumlah sel bakteri dideskripsikan terkait dengan hasil uji antagonisme isolat bakteri dalam konsorsium, yakni pertambahan atau pengurangan jumlah bakteri tiap harinya dalam konsorsium yang akan mempengaruhi produksi hormon IAA.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data mengenai hasil uji antagonisme dari keseluruhan formula isolat konsorsium bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi, hasil uji potensi isolat konsorsium bakteri endofit dalam memproduksi hormon IAA, dan data mengenai jumlah pertumbuhan sel bakteri selama masa inkubasi yang ditentukan. Data hasil penelitian tersebut dijabarkan sebagai berikut :

Berdasarkan hasil uji antagonisme pada Gambar 1. diketahui bahwa setelah masa inkubasi 1 x 24 jam terlihat adanya sifat antagonisme antar isolat bakteri pada gambar f yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat. Isolat pada gambar f tersebut adalah isolat bakteri endofit B2

dan B3 yang memperlihatkan adanya batas dari masing-masing koloni isolat yang telah tumbuh. Secara keseluruhan dari hasil uji antagonisme ini diketahui bahwa setiap isolat tunggal dalam berbagai formulasi konsorsium tidak menunjukkan adanya sifat antagonisme, kecuali isolat konsorsium f (B2 dan B3). Isolat B2 dan B3 menunjukkan bahwa keduanya tidak saling mendukung atau antagonis dalam konsorsium tersebut, namun kedua isolat bakteri tersebut dengan isolat tunggal lainnya dalam masing-masing formulasi konsorsium masih menunjukkan interaksi yang baik dan mendukung kehidupan satu sama lainnya sehingga diduga memiliki potensi dalam memproduksi hormon IAA.



Gambar 1. Uji antagonisme konsorsium isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. *Papua patippi*. Gambar a (A1 dan B1), b (A1 dan B2), c (A1 dan B3), d (B1 dan B2), e (B1 dan B3), dan f (B2 dan B3)

Tabel 1. Nilai konsentrasi *Indole - 3 - Acetic Acid* (IAA) yang dihasilkan oleh konsorsium isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. Papua Patippi serta Jumlah Bakteri

No	Isolat Konsorsium	Hari ke -	Konsentrasi IAA (ppm)	Rata - rata konsentrasi IAA \pm sd (ppm)	Jumlah sel Bakteri
1	Konsorsium a (A1B1)	1	-0,051	0,2809 \pm 0,2123	2,15 \times 10 ⁶
		2	0,2256		2,95 \times 10 ⁶
		3	0,5167		6,45 \times 10 ⁶
		4	0,3566		4,90 \times 10 ⁶
		5	0,3566		4,50 \times 10 ⁶
2	Konsorsium b (A1B2)	1	0,0219	0,2751 \pm 0,2170	2,75 \times 10 ⁶
		2	0,2547		3,55 \times 10 ⁶
		3	0,4148		5,00 \times 10 ⁶
		4	0,5604		7,05 \times 10 ⁶
		5	0,1237		4,10 \times 10 ⁶
3	Konsorsium c (A1B3)	1	0,4294	0,8632 \pm 0,6524	4,05 \times 10 ⁶
		2	1,7103		6,30 \times 10 ⁶
		3	1,3901		5,50 \times 10 ⁶
		4	0,5895		4,90 \times 10 ⁶
		5	0,1965		2,60 \times 10 ⁶
4	Konsorsium d (B1B2)	1	0,7059	0,7438 \pm 0,4284	5,45 \times 10 ⁶
		2	1,4628		10,40 \times 10 ⁶
		3	0,6914		10,95 \times 10 ⁶
		4	0,5167		6,85 \times 10 ⁶
		5	0,3420		5,55 \times 10 ⁶
5	Konsorsium e (B1B3)	1	0,2838	0,7644 \pm 0,5579	4,15 \times 10 ⁶
		2	0,8528		5,05 \times 10 ⁶
		3	1,6521		5,20 \times 10 ⁶
		4	0,7351		4,70 \times 10 ⁶
		5	0,2984		3,60 \times 10 ⁶
6	Konsorsium f (B2B3)	1	0,4291	0,9155 \pm 0,3733	3,20 \times 10 ⁶
		2	1,3032		12,40 \times 10 ⁶
		3	1,2736		9,25 \times 10 ⁶
		4	0,8512		7,40 \times 10 ⁶
		5	0,7205		3,45 \times 10 ⁶

Hasil pengamatan uji potensi konsorsium isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi menunjukkan bahwa masing-masing isolat konsorsium bakteri memiliki nilai konsentrasi IAA yang dihasilkan dan jumlah sel bakteri yang berbeda-beda setiap harinya. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai konsentrasi IAA paling optimal dihasilkan oleh konsorsium c (A1 dan B3) pada masa inkubasi hari kedua yakni sebesar 1,7103 ppm sedangkan nilai konsentrasi paling rendah dihasilkan oleh konsorsium a (A1 dan B1) pada hari pertama masa inkubasi, yakni -0,051 ppm. Selain itu, bila ditinjau dari nilai rata - rata konsentrasi IAA yang dihasilkan dari awal hingga akhir masa inkubasi, terlihat bahwa konsorsium f (B2 dan B3) memiliki hasil produksi IAA yang paling tinggi dibandingkan konsorsium lainnya yakni sebesar 0,9155 ppm. Ditinjau dari perubahan jumlah sel dari keseluruhan formulasi konsorsium isolat bakteri, terjadi peningkatan jumlah sel sejak hari pertama hingga ketiga masa inkubasi. Setelah itu terjadi penurunan jumlah sel

bakteri secara bertahap dan terus-menerus yang dimulai pada hari ketiga sampai pada hari kelima.

PEMBAHASAN

Uji antagonisme bakteri perlu dilakukan dalam penelitian yang melibatkan lebih dari satu isolat tunggal bakteri dalam media tumbuh untuk mengetahui interaksi yang terjadi antar isolat bakteri apakah dapat hidup bersama-sama saling mendukung atau menimbulkan dampak negatif bagi isolat bakteri lainnya (Syachroni, 2011).

Salah satu kondisi yang menandakan bahwa suatu isolat tunggal bakteri dalam konsorsium memiliki sifat antagonis dengan isolat bakteri lain adalah terbentuknya zona hambat pada media tumbuh konsorsium tersebut. Zona hambat ini dapat terlihat sangat jelas maupun samar memisahkan antara koloni bakteri satu dengan lainnya. Berdasarkan hasil uji antagonisme antar isolat tunggal bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat satu formula konsorsium yang tidak kompatibel satu sama lain atau bersifat antagonis, yakni

konsorsium f (B2 dan B3). Isolat B2 dan B3 pada konsorsium f tidak dapat membaaur menjadi satu sehingga nampak zona hambat berupa garis batas yang jelas antara koloni isolat bakteri B2 dan B3. Koloni bakteri dari kedua isolat tersebut tidak dapat membaaur saat dikonsorsiumkan namun kedua isolat tersebut masih kompatibel dengan isolat lain sehingga bila dikonsorsiumkan dengan isolat tunggal lainnya masih tetap dapat menyatu. Hal ini menandakan bahwa isolat tunggal bakteri endofit B2 dan B3 tidak bersifat antagonis dengan isolat tunggal lainnya.

Antagonisme antar isolat bakteri dapat terjadi karena adanya sifat menghambat atau adanya pengaruh negatif satu sama lain. Salah satu faktor penghambat yang secara umum terjadi antara isolat bakteri yang bersifat antagonis yaitu berupa suatu senyawa substansi kimia atau metabolit sekunder (Rachman, 2011). Faktor lain yang dapat menyebabkan adanya interaksi antagonis adalah kompetisi mendapatkan nutrisi dalam suatu media tumbuh. Nutrisi yang terbatas dalam suatu media tumbuh dapat menyebabkan berbagai reaksi kimiawi dalam media tumbuh tersebut oleh sekelompok bakteri untuk tetap dapat bertahan hidup, namun kompetisi tersebut justru dapat menyebabkan kelompok bakteri lain terganggu dan terhambat laju pertumbuhannya, serta viabilitasnya menurun (Syachroni, 2011).

Sifat antagonis yang dimiliki suatu isolat bakteri terhadap bakteri lain yang ditumbuhkan dalam satu lingkungan yang sama memberikan dampak negatif bagi bakteri lain, salah satunya yakni dapat menghambat aktivitas metabolisme dari bakteri tersebut. Dalam penelitian ini adalah aktivitas metabolisme dari masing-masing isolat bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 adalah dengan memproduksi hormon IAA. Isolat tunggal bakteri endofit A1, B1, B2, dan B3 yang diisolasi dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi oleh Anggara, dkk (2014) diketahui mampu memproduksi hormon IAA. Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa konsorsium f (B2 dan B3) yang bersifat antagonis dapat menghasilkan hormon IAA yang relatif tinggi bila ditinjau dari rata-rata nilai konsentrasi yang dihasilkan dari awal hingga akhir masa inkubasi.

Data hasil pengamatan dan pengukuran secara spektrofotometri menunjukkan bahwa masing-masing konsorsium isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. *Papua patippi* memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menghasilkan hormon IAA. Perbedaan kemampuan dalam menghasilkan hormon IAA yang bervariasi dapat diamati sesuai fluktuasi nilai konsentrasi hormon IAA selama masa

inkubasi. Setiap konsorsium isolat bakteri endofit ditumbuhkan dalam media cair JNFB (*James Nitrogen Free Malat Bromethymol Blue*). Pada media ini terkandung mikronutrien berupa pepton dengan prekursor triptofan. Triptofan merupakan prekursor spesifik sebagai bahan dasar biosintesis IAA (Patten dan Glick, 1995). Triptofan yang terkandung dalam media tumbuh JNFB disintesis menjadi IAA oleh bakteri endofit (Staley *et al.*, 2009).

Secara keseluruhan, tiap konsorsium isolat bakteri endofit menunjukkan peningkatan dalam produksi IAA pada hari kedua dan ketiga khususnya pada hari kedua masa inkubasi, hal ini disebabkan pada masa inkubasi 48 jam enzim-enzim yang dihasilkan oleh tiap isolat bakteri yang digunakan untuk sintesis IAA diseksresikan lebih optimal sehingga akan diikuti peningkatan pembentukan hormon IAA (Kresnawaty *et al.*, 2008 dalam Khairani, 2009). Berdasarkan hasil pengukuran spektrofotometri konsorsium yang dapat memproduksi IAA dengan konsentrasi paling tinggi yakni konsorsium c (A1 dan B3) dengan nilai konsentrasi IAA sebesar 1,7103 ppm yang dihasilkan pada hari kedua masa inkubasi. Nilai konsentrasi IAA tersebut merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan konsorsium lainnya.

Ketersediaan nutrisi dan adanya prekursor tertentu merupakan faktor utama yang mempengaruhi produksi senyawa metabolit sekunder oleh isolat bakteri baik secara individu maupun kelompok adalah (Suriaman, 2010). Pada masa inkubasi 48 jam bakteri umumnya memasuki fase akhir logaritmik (*log phase*), sehingga dapat memproduksi metabolit sekunder relatif cukup tinggi, dalam hal ini adalah IAA. Hal tersebut disebabkan karena enzim-enzim yang dibutuhkan dalam konversi triptofan menjadi IAA seperti triptofanase, triptofan monooksigenase, indol piruvat dekarboksilase, IAM hidrolase, dan IAAd dehidrogenase dihasilkan cukup banyak dan aktif sejalan dengan laju pertumbuhan bakteri. Sedangkan pada masa inkubasi 24 jam produksi IAA masih terbilang rendah karena bakteri masih pada fase awal logaritmik (*log phase*) sehingga enzim-enzim yang dibutuhkan untuk mengkonversi triptofan menjadi IAA rendah (Kresnawaty *et al.*, 2008). Pada masa inkubasi 72 jam umumnya bakteri memasuki fase kematian (*death phase*) karena terjadi pelepasan enzim pendegradasi IAA seperti enzim oksidase dan peroksidase sehingga produksi IAA mulai menurun (Bhattacharya dan Basu, 1990).

Kondisi bakteri yang diletakkan pada suatu lingkungan tertentu atau media tumbuh yang sama (konsorsium) cenderung memicu masing-masing isolat bakteri dalam konsorsium tersebut untuk menghasilkan berbagai macam senyawa tertentu yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri lain dalam media tersebut. Pada kondisi ini dapat terjadi hubungan *cross feeding* antar masing-masing kelompok bakteri. *Cross feeding* merupakan suatu *symbiosis mutualistis* sederhana yang terjadi dengan adanya produksi faktor tumbuh esensial tertentu dari setiap kelompok bakteri dalam konsorsium yang digunakan kelompok bakteri lain untuk menunjang pertumbuhannya sehingga menimbulkan hubungan saling ketergantungan antar masing-masing kelompok bakteri (Sumarsih, 2003 dalam Suriaman, 2010). Hubungan saling ketergantungan yang terjadi antar masing-masing kelompok bakteri bersifat positif terhadap produksi senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing isolat bakteri dalam konsorsium, sehingga terjadi akumulasi jumlah dari senyawa metabolit sekunder tersebut. Seperti yang terjadi pada konsorsium c (A1 dan B3), diduga terjadi hubungan *cross feeding* dimana masing-masing isolat bakteri saling menunjang pertumbuhan isolat bakteri lainnya dengan memproduksi senyawa metabolit sekunder yang mempengaruhi kemampuan masing-masing isolat bakteri tersebut dalam menghasilkan hormon IAA. Hal serupa terjadi pada konsorsium d (B1 dan B2) dan konsorsium e (B1 dan B3), namun terdapat perbedaan nilai konsentrasi yang dihasilkan serta waktu optimal dalam memproduksi IAA yang dipengaruhi laju pertumbuhan masing-masing bakteri dalam konsorsium tersebut.

Pada kultur konsorsium, pertumbuhan yang baik dari bakteri konsorsium seharusnya diikuti dengan peningkatan laju metabolisme bakteri tersebut (Nugroho, 2007). Sesuai hasil pengamatan dan pengukuran, fluktuasi produksi IAA yang dihasilkan oleh keseluruhan konsorsium isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. Papua patippi berbanding lurus dengan pertumbuhan sel bakterinya. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh konsorsium bakteri endofit juga diikuti dengan pertambahan jumlah sel konsorsium bakteri tersebut dan sebaliknya, penurunan nilai konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh konsorsium bakteri endofit juga diikuti dengan penurunan jumlah sel konsorsium bakteri tersebut. Hal ini dapat disebabkan karena nutrisi pada media tumbuh digunakan secara optimal mulai dari hari ke-0 sampai hari kedua dan ketiga

masa inkubasi (48-72 jam masa inkubasi), sehingga laju pertumbuhan meningkat diiringi dengan peningkatan laju metabolisme untuk memproduksi IAA. Pada masa inkubasi selanjutnya yakni hari keempat sampai hari kelima masing-masing isolat konsorsium telah memasuki fase kematian (*death phase*) karena persediaan nutrisi telah menurun sehingga jumlah sel bakteri dalam masing-masing konsorsium serta nilai konsentrasi IAA yang dihasilkan juga menurun.

Pada penelitian ini, pertumbuhan bakteri tidak signifikan atau lambat dapat disebabkan karena salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri menurut Pelczar dan Chan (1988), yakni tekanan osmotik larutan media. Perbedaan tekanan osmotik di dalam dan luar sel bakteri dapat menyebabkan gangguan sistem metabolisme sel bakteri tersebut. Meski demikian beberapa bakteri masih dapat bertahan pada kondisi tekanan osmotik tinggi maupun rendah (Waluyo, 2005). Apabila bakteri diletakkan pada larutan hipertonis, maka selnya akan mengalami proses plasmolisis. Plasmolisis merupakan terkelupasnya membran sitoplasma dari sel akibat pengkerutan dinding sel. Sebaliknya bila bakteri diletakkan pada larutan hipotonis, maka sel bakteri tersebut akan mengalami proses plasmotipsa. Plasmotipsa merupakan pecahnya sel karena terlalu banyak cairan yang masuk dalam sel sehingga sel mengalami pembengkakan dan akhirnya pecah (Waluyo, 2005).

Nilai konsentrasi IAA selain ditinjau dari nilai konsentrasi yang dihasilkan setiap harinya juga ditinjau dari nilai rata-rata konsentrasi IAA yang dihasilkan selama lima hari masa inkubasi. Berdasarkan hasil pengukuran, konsorsium f (B2 dan B3) memiliki rata-rata nilai konsentrasi IAA tertinggi dibandingkan konsorsium lainnya. Konsorsium f (B2 dan B3) menunjukkan adanya hubungan antagonis antar masing-masing isolat, namun justru formula konsorsium tersebut yang memiliki nilai rata-rata produksi IAA tertinggi. Hal ini diduga terkait dengan mekanisme penghambatan bakteri yang bersifat antagonis dengan bakteri lainnya yakni mekanisme bakteriolitik. Mekanisme ini terjadi dengan adanya lisis atau terjadi pecahnya sel bakteri karena dampak suatu senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik atau antimikroba (Madigan dkk., 2000). Proses ini menyebabkan penurunan jumlah sel dari salah satu jenis bakteri namun materi dari hasil proses lisis sel bakteri tersebut dapat dimanfaatkan oleh bakteri lainnya. Contohnya seperti asam amino dan enzim -enzim tertentu yang bermanfaat dalam pembentukan

IAA. Bakteri lain yang masih dapat bertahan hidup memanfaatkan materi hasil lisis dari bakteri lainnya untuk tetap melakukan aktivitas metabolismenya sehingga produksi IAA tetap berlangsung (Madigan dkk., 2000 dalam Fauzana, 2011). Dalam penelitian ini diduga isolat B2 mengalami lisis lalu materi hasil lisis dari isolat B2 digunakan oleh isolat B3 untuk menunjang hidupnya dan melakukan aktivitas metabolisme untuk menghasilkan IAA. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Anggara, dkk (2014) yang menunjukkan bahwa isolat tunggal B3 menghasilkan konsentrasi IAA tertinggi. Selain itu berdasarkan hasil penelitian ini juga diketahui hal yang serupa yakni konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh tiap konsorsium yang melibatkan isolat B3 lebih tinggi dibandingkan dengan konsorsium yang melibatkan isolat B2.

Peningkatan laju pertumbuhan bakteri berbanding lurus dengan peningkatan laju metabolisme bakteri sehingga meningkatnya jumlah bakteri diikuti dengan meningkatnya produksi IAA juga. Sebaliknya, penurunan laju pertumbuhan bakteri berbanding lurus dengan penurunan laju metabolisme bakteri sehingga menurunnya jumlah bakteri diikuti dengan menurunnya produksi IAA juga. Penurunan laju pertumbuhan bakteri dapat disebabkan karena kompetisi antar isolat bakteri dalam suatu konsorsium pada suatu media tumbuh yang sama untuk mendapatkan nutrisi yang cukup untuk memenuhi kebutuhannya dalam bertahan hidup dan melakukan aktivitas metabolismenya.

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran uji potensi konsorsium dua isolat bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar var. *Papua patippi* dalam menghasilkan hormon IAA diketahui bahwa formula konsorsium yang paling baik dalam memproduksi IAA secara optimal adalah konsorsium c (A1 dan B3) dengan nilai konsentrasi IAA sebesar 1,7103 ppm pada masa inkubasi hari kedua.

SIMPULAN

Konsorsium yang menunjukkan sifat antagonis adalah konsorsium f (B2 dan B3) dengan terbentuknya zona hambat diantara kedua isolat tersebut pada media tumbuhnya. Konsorsium yang dapat menghasilkan konsentrasi IAA paling optimal adalah konsorsium c (A1 dan B3) yakni sebesar 1,7103 ppm. Waktu paling optimal konsorsium c (A1 dan B3) dalam menghasilkan hormon IAA dengan konsentrasi paling tinggi adalah pada masa inkubasi hari kedua.

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 (*Ipomea batatas*). *LenteraBio*. 3(3): 160-167.
- Bhattacharyya RN, and Basu PS, 1990. Studies of the root nodules of leguminous plants IV: production of indole acetic acid *Bradyrhizobium* sp. from the root nodules of a leguminous shrub, *Crotalaria retusa* L. *Acta Biotechnol.*, 11, 439-447.
- Fauzana S, 2011. Isolasi dan Potensi Bakteri Endofitik Penghasil Antibiotika Dari Tanaman Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Padang: Universitas Andalas.
- 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. *Menara Perkebunan*. 76(2): 74-82.
- Madigan and Michael T, 2000. *Brock Biology of Microorganism* 9th Edition. Prentice Hall, USA. Page: 393.
- Nugroho A, 2007. Dinamika Populasi Konsorsium Bakteri Hidrokarbonoklastik. Studi Kasus Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmu Dasar*. 8(1): 13-23.
- Pas AA, Soepandi D, Triekoesoemaningtyas, Santosa DA, 2015. Effectiveness of Plant Growth Promoting Bacteria Isolated From Phyllosphere and Rhizosphere Microbial Consortium of Rice Growth. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 6(6): 292-298.
- Patten CL, and Glick BR. 1995. Bacterial Biosynthesis of Indole-3-Acetic Acid, *Microbiology Journal*. 42: 207-220.
- Pelczar MJ. dan Chan ECS, 1988, *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid 1. UI Press: Jakarta.
- Rachman SI, 2011. Potensi *Bacillus* sp. galur G3, *Bacillus firmus* E65, dan bakteri metanotrof sebagai penghambat pertumbuhan patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan *Rhizoctonia solani*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Spaepen S, Vanderleyden J, Remans R, 2007. Indole-3-Acetic Acid in Microbial and Microorganism Plant Signaling. *Fems Microbiology*. Rev. 31: 425-448.
- Srinivasan K, and Mathivanan, 2011. Plant Growth Promoting Microbial Consortia Mediated Classical Biocontrol Of Sunflower Necrosis Virus Disease. *J. Biopest*. 4(1): 65-72.
- Strobel GA, and Daisy B, 2003. Bioprospecting For Microbial Endophytes An Their Natural Products. *Microbiology and Molocular Biology Journal*. 67(4): 63-68.

- Suriaman E, 2010. Potensi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) Dalam Memfiksasi N₂ di Udara dan Menghasilkan Hormon IAA (Indole Acetic Acid) Secara In Vitro. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.
- Staley JT, Doty S, Xin G, Zhang G, dan Kang JW, 2009. A diazotrophic, indole-3-acetic acid-producing endophyte from wild cottonwood. *Biol Fertil Soils*. DOI 10.1007/s00374-009-0377-8.
- Syachroni FA, 2011. Efektivitas Formulasi Konsorsium Bakteri Sebagai Pengendali Penyakit Hawar Pelelah Daun Tanaman Padi. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Tsavkelova EA, Cherdyntseva TA, Netrusov AI, 2005. Auxin Production by Bacteria Associated with Orchid Roots. *Microbiology*. 74(1): 46-53.
- Waluyo, 2005. Mikrobiologi Umum. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Zinniel DK, Lambrecht PA, Harris BN, Feng A, Kucznarski D, Higley P, Ishimaru CA, Arunakumari A, Barletta RG, and Vidaver AK, 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria From Agronomic Crops and Prairie Plants. *Applied and Environmental Microbiology*. 68(5): 2198-2208.