

Uji Beberapa Konsentrasi Bakteri *Bacillus* sp. Endofit untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Various Concentration of Endophytic Bacillus sp. to Improve Growth of Cocoa (Theobroma cacao L.) Seedling

Fifi Puspita*, Sukemi Indra Saputra, dan Jenny Merini

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Jl. Bina Widya No. 30 Simpang Baru Kec. Tampan Pekanbaru Kode Pos 28293, Indonesia

Diterima 5 Mei 2017/Disetujui 26 Juli 2018

ABSTRACT

Development of cocoa (*Theobroma cacao* L.) requires high-quality seeds. Adding growth substance from *Bacillus* sp. endophytes is expected to increase the growth of cocoa seedlings. The purposes of this research were to determine the ability of *Bacillus* sp. endophytes to produce Indole Acetic Acid (IAA), understand the effects of *Bacillus* sp. endophytes on growth of cocoa seedling, and obtain the best concentration for increasing growth of cocoa seedlings. The experiments were conducted in the laboratory and in the field from June to October 2015. The study was conducted in two stages: *in vitro* and *in vivo*. The first experiment tested the ability of *Bacillus* sp. endophytes to produce IAA using tryptophan enriched picovskaya liquid medium and non-enriched tryptophan. The results from the first experiment showed that all *Bacillus* sp. endophytes produce IAA hormones. The second experiment tested the concentrations of *Bacillus* sp. endophytes to improve the growth of cocoa seedlings. The experiment was conducted using a completely randomized design consisting of 5 treatments and 4 replications, i.e., without treatment of *Bacillus* sp., and concentrations of 10¹¹, 10¹², 10¹³, and 10¹⁴ cfu/mL. The parameters observed were the number of bacterial colonies of *Bacillus* sp. endophytes, cocoa seed height, stem diameter, number of leaves and planting area of 4 month cocoa seedlings. The results from the second experiment showed that all concentrations of *Bacillus* sp. endophytes increase the growth of cocoa seedlings. The concentration of 10¹¹ cfu/mL produced more colony in planting medium, increased height, stem diameter, leaf number and leaf area in cocoa seedlings.

Keywords: Indole Acetic Acid, *in vitro* and *in vivo*

ABSTRAK

Pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) membutuhkan bibit berkualitas dalam jumlah yang besar. Pemberian zat pemacu pertumbuhan dari bakteri *Bacillus* sp. endofit diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan isolat *Bacillus* sp. endofit dalam menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA), mengetahui pengaruh konsentrasi *Bacillus* sp. endofit terhadap pertumbuhan bibit kakao dan mendapatkan konsentrasi terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Percobaan dilakukan di laboratorium dan di lapangan dari bulan Juni sampai Oktober 2015. Penelitian dilakukan dua tahap yaitu *in vitro* dan *in vivo*. Penelitian pertama menguji kemampuan bakteri *Bacillus* sp. endofit menghasilkan hormon IAA menggunakan media pikovskaya cair diperkaya triptofan dan tidak diperkaya triptofan. Hasil penelitian pertama menunjukkan bahwa semua isolat *Bacillus* sp. endofit menghasilkan hormon IAA. Penelitian kedua menguji konsentrasi *Bacillus* sp. endofit untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu tanpa perlakuan *Bacillus* sp., dan konsentrasi 10¹¹, 10¹², 10¹³, dan 10¹⁴ cfu/mL. Parameter yang diamati adalah jumlah koloni bakteri *Bacillus* sp. endofit, tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun dan luas daun tanam bibit kakao umur 4 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua konsentrasi *Bacillus* sp. endofit mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Konsentrasi 10¹¹ cfu/mL menghasilkan jumlah koloni lebih banyak dalam medium tanam, meningkatkan tinggi, diameter batang, jumlah daun dan luas daun pada bibit kakao.

Kata kunci: Indole Acetic Acid, *in vitro* dan *in vivo*

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: fipspt@gmail.com

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang terus mendapat perhatian dan dukungan dari pemerintah untuk dikembangkan. Permasalahan dalam pengembangan dan meningkatkan produktivitas tanaman kakao saat ini adalah kurang tersedianya bibit kakao yang bermutu tinggi dalam skala besar. Perbanyak tanaman kakao dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif. Perbanyak secara generatif dianggap lebih mudah untuk dikembangkan dan mampu menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak dengan waktu yang singkat. Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao yang berkualitas untuk ditanam di perkebunan kakao dapat dilakukan dengan aplikasi bakteri endofit yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan salah satunya adalah bakteri *Bacillus* sp. endofit.

Bakteri endofit merupakan bakteri saprofit yang hidup dan berasosiasi dengan jaringan tanaman tanpa menimbulkan suatu gejala penyakit pada tanaman tersebut. Bakteri endofit dapat berperan sebagai agens pengendali hayati dengan cara meningkatkan pertumbuhan tanaman, menyediakan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan dan menginduksi ketahanan tanaman (Putri *et al.*, 2016). Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman berperan dalam perbaikan pertumbuhan tanaman (*plant growth promotion*), menghasilkan zat pemacu tumbuh, memfiksasi nitrogen, memobilisasi fosfat dan berperan dalam kesehatan tanaman (*plant health promotion*) (Munif *et al.*, 2012).

Bakteri endofit sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan karena dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan seperti IAA, GA₃ dan Sitokinin (Gusmaini *et al.*, 2013). Bakteri penghasil IAA mampu menghasilkan fitohormon yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman. IAA merupakan hormon yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga sintesis oleh bakteri tertentu meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah (Herlina *et al.*, 2016). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan isolat *Bacillus* sp. endofit dalam menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA), mengetahui pengaruh konsentrasi *Bacillus* sp. endofit terhadap pertumbuhan bibit kakao dan mendapatkan konsentrasi terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berlangsung selama 5 bulan mulai bulan Juni sampai Oktober 2015. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu *in vitro* dan *in vivo*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *Bacillus* sp. endofit yang berasal dari bagian akar, batang, pelepah dan daun tanaman kelapa sawit (isolat koleksi unit BICCOM Fakultas Pertanian Universitas Riau). Bahan yang digunakan adalah *nutrient agar*, medium pikovskaya cair, triptofan, IAA sintetis, alkohol 70%, *aluminium foil*, aquades, *polybag*, pupuk kompos, Urea, TSP, KCl, air, tanah *top soil* dan benih kakao jenis hibrida F1 (ICS 60 x SCA 12) asal PT. Inang

Sari. Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, cawan petri berdiameter 9 cm, tabung reaksi, *erlenmeyer* 250 mL, gelas ukur, *beaker glass* 1,000 mL, *vortex*, *cool box*, enkas, *laminar air flow cabinet*, *orbital rotary shaker*, *micro pipet*, sentrifus, oven, autoklaf, *hot plate*, kompor gas, *test tube*, jarum ose, batang pengaduk, pipet tetes, lampu bunsen, inkubator dan spektrofotometer.

Penelitian pertama dilakukan secara *in vitro*, yaitu uji kemampuan bakteri *Bacillus* sp. endofit dalam menghasilkan IAA. Perlakuan yang diuji adalah media Pikovskaya cair yang diperkaya triptofan dan tidak diperkaya triptofan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru. Pengukuran kemampuan bakteri *Bacillus* sp. endofit dalam menghasilkan IAA dengan cara, inokulum *Bacillus* sp. endofit sebanyak 20% dari medium dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 5 mL medium Pikovskaya cair yang diperkaya dengan Triptofan 0.5 g L⁻¹ dan pada medium Pikovskaya cair yang tidak diperkaya dengan triptofan. Kemudian diinkubasi dan diagitasi pada kecepatan 150 rpm pada suhu ruang selama 3 hari dalam keadaan gelap. Kultur sel *Bacillus* sp. endofit disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan koloni bakteri dari medium. Supernatan hasil sentrifugasi tersebut dipindahkan ke dalam tabung reaksi bersih dan steril sebanyak 1 mL, kemudian ditambahkan pereaksi Salkowski sebanyak 4 mL. Campuran supernatan dan pereaksi Salkowski diinkubasi selama 60 menit dalam ruang gelap pada suhu ruang. Larutan akan berubah menjadi warna merah muda, yang merupakan indikasi adanya kandungan IAA. Larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 530 nm. Konsentrasi IAA ditentukan dengan membandingkannya terhadap kurva standar IAA. Persamaan regresi disubstitusikan dengan nilai absorbansi sampel.

Pembuatan kurva standar IAA sebanyak 2.5 mg IAA sintesis ditimbang dan dilarutkan ke dalam 50 mL methanol (konsentrasi 50 ppm). Kemudian larutan IAA sintesis dipipet ke dalam tabung reaksi masing-masing 20 μ l, 50 μ l, 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l, 300 μ l, 400 μ l, 600 μ l, 800 μ l, dan 1,000 μ l. Methanol ditambahkan ke dalam tabung reaksi sehingga volume masing-masing tabung reaksi menjadi 1,000 μ l (konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2,5 ppm, 5 ppm, 7,5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm IAA). Pada tabung ditambahkan 4 ml larutan Salkowski kemudian dihomogenkan dan diinkubasi 60 menit pada suhu ruangan dalam keadaan gelap. Larutan akan berubah menjadi warna merah muda apabila terdapat IAA. Larutan standar IAA diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 530 nm. Hasil dari spektrofotometri dibuat kurva larutan standar IAA yang menunjukkan hubungan antar larutan standar IAA (x) dan absorbansi (y) dan akan diperoleh persamaan $Y = a + bx$. Untuk mencari konsentrasi IAA dari masing-masing sampel, nilai absorbansi yang diperoleh dari sampel disubstitusikan ke persamaan di atas dan hasil penelitian dianalisis menggunakan statistika deskriptif.

Penelitian kedua dilakukan secara *in vivo* yaitu penanaman bibit kakao di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan yaitu konsentrasi *Bacillus* sp. 0, 10^{11} , 10^{12} , 10^{13} , dan 10^{14} cfu/mL dan 4 ulangan sehingga diperoleh diperoleh 20 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdiri atas 2 bibit kakao sehingga didapat 40 bibit kakao yang diuji dalam *polybag*. Tujuan percobaan ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi *Bacillus* sp. endofit dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Benih disemai selama 7 hari sebelum dipindah ke dalam *polybag*. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan kompos perbandingan 3:1. Pupuk dasar diberikan $\frac{1}{2}$ dosis anjuran pupuk Urea 1 g per tanaman, TSP 1 g per tanaman dan KCI 0.5 g per tanaman. Pemeliharaan dilakukan dengan penyemprotan insektisida dan fungisida sesuai kondisi lapangan.

Aplikasi bakteri *Bacillus* sp. endofit dilakukan dengan cara menyiramkan suspensi sebanyak 35 mL/bibit ke permukaan medium tanam secara merata. Pemberian suspensi *Bacillus* sp. endofit pada media tanam dilakukan tiga kali aplikasi perlakuan. Aplikasi 1 dilakukan 1 minggu setelah tanam. Aplikasi 2 dilakukan 6 minggu setelah tanam atau 5 minggu setelah aplikasi 1. Aplikasi 3 dilakukan pada saat bibit kakao berumur 10 minggu atau 4 minggu setelah aplikasi 2. Suspensi disiapkan dengan cara memperbanyak isolat *Bacillus* sp. endofit pada medium NA, kemudian disuspensikan dengan aquades dalam beaker *glass* berukuran 1 L. Suspensi bakteri *Bacillus* sp. endofit yang berada dalam *beaker glass* diencerkan sesuai perlakuan mulai dari pengenceran 10^{11} sampai 10^{14} .

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah koloni, tinggi bibit (cm), diameter batang (cm), jumlah daun (helai) dan luas daun (cm^2) bibit kakao. Data hasil penelitian tahap kedua dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam dan model linier yang digunakan adalah $Y_{ij} = \mu + B_i + \varepsilon_{ij}$. Hasil analisis ragam dilanjutkan dengan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi IAA oleh Bacillus sp. Endofit

Hasil analisis menunjukkan bahwa 4 isolat bakteri *Bacillus* sp. endofit yang berasal dari bagian akar, batang, daun dan pelepah tanaman kelapa sawit dapat menghasilkan hormon IAA yang ditandai dengan terbentuknya warna merah muda dan merah muda transparan (Tabel 2). Kombinasi Fe dan asam-asam sulfat (H_2SO_4) sebagai pereaksi tunggal mampu meningkatkan kepekaan dalam menentukan pembentukan IAA. Menurut Sukmadewi *et al.* (2015) bakteri yang mampu menghasilkan IAA akan berwarna merah saat ditetesi salkowski karena adanya interaksi antara IAA dan Fe membentuk senyawa kompleks $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{IA})_4]$.

Warna yang dihasilkan isolat bakteri *Bacillus* sp. endofit setelah penambahan pereaksi Salkowski tidak stabil, warna akan cepat terbentuk dan kemudian memudar.

Tingginya stabilitas kepadatan warna setelah penambahan pereaksi akan menentukan tingginya konsentrasi IAA dan perubahan warna yang tidak stabil dapat dideteksi kembali dengan mengadopsi standar waktu antara penambahan pereaksi dan pembacaan absorbansi (Sukarti *et al.*, 2013). Konsentrasi produksi IAA diperoleh dari substitusi nilai absorbansi sampel ke dalam persamaan regresi linear $Y = a + bx$ dari kurva standar IAA dengan panjang gelombang 530 nm (Tabel 1 dan Tabel 2).

Konsentrasi hormon IAA tertinggi diperoleh dari isolat *Bacillus* sp. endofit dari daun dengan konsentrasi produksi IAA sebesar 141 ppm tanpa diperkaya triptofan dan 386 ppm jika diperkaya triptofan. Hal ini diduga karena isolat yang berasal dari daun menghasilkan pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. endofit lebih cepat sehingga mampu menghasilkan enzim yang lebih banyak tersedia. Kondisi ini mungkin terjadi karena adanya perbedaan kemampuan mikroba dalam menggunakan triptofan, perbedaan mekanisme dalam mensintesis IAA dan IAA dihasilkan pada fase-fase stasioner. Silitoga *et al.* (2013) menyatakan bahwa IAA disintesis sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan dalam kondisi pertumbuhan bakteri suboptimal atau saat tersedia prekursor asam amino triptofan. Menurut Sukmadewi *et al.* (2015), IAA yang dihasilkan oleh bakteri melimpah pada fase stasioner, ketersediaan karbon yang terbatas dan dalam kondisi lingkungan pH asam.

Konsentrasi produksi IAA pada isolat akar, batang, pelepah dan daun pada perlakuan tanpa diperkaya triptofan lebih rendah sebesar 123 ppm, 117 ppm, 116 ppm dan 141 ppm sedangkan pada perlakuan yang diperkaya triptofan 145 ppm, 177 ppm, 135 ppm dan 386 ppm (Tabel 2). Hal ini diduga karena bakteri *Bacillus* sp. endofit mengkonsumsi IAA yang dihasilkan dan digunakan kembali pada proses pertumbuhan, sehingga medium pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. endofit yang digunakan miskin nutrisi. Menurut Silitonga *et al.* (2013), perbedaan produksi IAA dikarenakan bakteri masih mampu membelah diri dan

Tabel 1. Standar IAA panjang gelombang 530 nm

Volume (μL)	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (OD)
0	0	0
20	1	0.002
50	2.5	0.007
100	5	0.027
150	7.5	0.034
200	10	0.042
300	15	0.044
400	20	0.062
600	30	0.076
800	40	0.089
1000	50	0.093

Sumber: Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau

secara simultan bakteri dapat mengkonsumsi IAA yang dihasilkan karena medium pertumbuhannya miskin nutrisi. Menurut Sukarti *et al.* (2013), perbedaan sumber isolat, kondisi kultur, tahap pertumbuhan dan ketersediaan substrat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.

Produksi IAA yang dihasilkan *Bacillus* sp. endofit dari 4 isolat yang diuji mengalami peningkatan pada penambahan Triptofan 0.5 g L⁻¹ (Tabel 1), hal ini diduga karena pembentukan IAA dipengaruhi oleh adanya Triptofan (Trp) sebagai prekursor untuk biosintesis IAA oleh bakteri. Triptofan yang terkandung di dalam media pembiakan akan diubah menjadi IAA oleh bakteri endofit. Menurut Tanjung *et al.* (2015), produksi IAA oleh bakteri endofit dapat terjadi karena adanya prekursor berupa triptofan. Sukmadewi *et al.* (2015) dan Sukarti *et al.* (2013) menyatakan kemampuan triptofan meningkatkan produksi IAA mengindikasikan bahwa triptofan merupakan prekursor untuk biosintesis IAA oleh bakteri tersebut. Kholida *et al.* (2015) menyatakan biosintesis IAA (sintesis IAA) oleh bakteri terjadi dengan tryptophan yang diidentifikasi sebagai senyawa prekursor dalam beberapa jalur yaitu *indole-3-piruvat* (IpyA), *indole-3-asetamida* (IAM), triptamin (TAM), *indole-3-asetonitril* (IAN) dan jalur Trp cincin samping oksidase atau *trp side-chain oxidase* (TSCO).

Jumlah Koloni *Bacillus* sp.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus* sp. endofit meningkatkan jumlah koloni *Bacillus* sp. endofit pada medium tumbuh bibit kakao (Tabel 3), akan tetapi perbedaan konsentrasi *Bacillus* sp. endofit yang diberikan tidak menghasilkan jumlah koloni yang berbeda. Simarmata *et al.* (2012), menyatakan bahwa perbedaan tingkat konsentrasi pengenceran tidak mempengaruhi jumlah koloni *Bacillus* sp. yang berada diperakaran bibit kelapa sawit.

Perbedaan jumlah koloni bakteri *Bacillus* sp. endofit pada setiap konsentrasi dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi pada medium tumbuh di sekitar perakaran tanaman. Hal ini berpengaruh terhadap eksudat yang dikeluarkan akar tanaman yang dimanfaatkan bakteri *Bacillus* sp. untuk sumber nutrisi. Berkurangnya nutrisi di medium pertumbuhan mempengaruhi jumlah pertumbuhan koloni *Bacillus* sp. endofit. Penurunan jumlah koloni bakteri

disebabkan oleh berkurangnya nutrisi yang terkandung dalam medium (Putri *et al.*, 2016).

Pertumbuhan Bibit

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian *Bacillus* sp. endofit nyata meningkatkan tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bibit kakao (Tabel 4). Hal ini dikarenakan *Bacillus* sp. endofit menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA yang dapat memacu pertumbuhan bibit kakao. Saylendra dan Firmia (2013) menyatakan bahwa bakteri endofit dapat menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA). Menurut Agustiansyah *et al.* (2013), bahwa agen hayati menghasilkan IAA yang berfungsi memacu pertumbuhan.

IAA yang dihasilkan oleh bakteri akan dimanfaatkan oleh tanaman dan akan mengalami proses metabolisme didalam tubuh tanaman sehingga membantu proses pertumbuhan tinggi, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bibit kakao. Menurut Putri *et al.* (2016), IAA yang dihasilkan bakteri endofit diketahui dapat memacu pertumbuhan bibit kakao.

IAA adalah auksin endogen yang berperan dalam pembesaran sel, menghambat pertumbuhan tunas samping, merangsang terjadinya absisi, berperan dalam pembentukan jaringan xilem dan floem, berpengaruh terhadap perkembangan dan pemanjangan akar. Puspita *et al.* (2013) menyatakan bahwa kandungan IAA yang dihasilkan berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan merangsang pembelahan sel, pengatur pembesaran sel dan memacu menyerap air dan nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tabel 4 menunjukkan bahwa bibit kakao yang diberi *Bacillus* sp. endofit dengan konsentrasi 10¹¹-10¹⁴ cfu/mL memiliki respon yang sama namun lebih tinggi dibanding tanpa pemberian *Bacillus* sp. endofit. Hal ini diduga karena perbedaan konsentrasi 10¹¹-10¹⁴ cfu/mL tidak mempengaruhi jumlah koloni yang berkembang diperakaran bibit kakao. Banyaknya jumlah koloni *Bacillus* sp. akan mengkolonisasi akar dan merangsang pertumbuhan akar lateral bibit kakao dengan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal. Puspita *et al.* (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah koloni *Bacillus* sp. maka akan lebih cepat mengkolonisasi

Tabel 2. Hasil analisis secara *in vitro* konsentrasi produksi IAA oleh isolat bakteri *Bacillus* sp. Endofit

Sampel isolat	Warna indikator		Absorbansi (OD)		Konsentrasi produksi IAA (ppm)	
	Tanpa triptofan	Diperkaya triptofan	Tanpa triptofan	Diperkaya triptofan	Tanpa triptofan	Diperkaya triptofan
Akar	Merah muda	Merah muda	0.135	0.157	123	145
Batang	Merah muda transparan	Merah muda	0.129	0.189	117	177
Pelepah	Merah muda transparan	Merah muda	0.128	0.147	116	135
Daun	Merah muda	Merah muda	0.153	0.398	141	386

Tabel 3. Jumlah koloni *Bacillus* sp. endofit di medium tanam bibit kakao umur 4 bulan

Konsentrasi <i>Bacillus</i> sp. endofit (cfu/ml)	Rerata jumlah koloni cfu/mL
0	0.50b
10 ¹¹	5.90a
10 ¹²	5.27a
10 ¹³	5.20a
10 ¹⁴	4.75a

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditrasformasi dengan $\sqrt{Y+0.5}$

perakaran tanaman dan membantu penyerapan unsur hara. Menurut Putri *et al.* (2016), IAA yang dihasilkan bakteri endofit diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman lada. Asyiah *et al.* (2015) menyatakan perlakuan bakteri *Bacillus* dengan dosis 10⁸ cfu/mL dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika sebesar 35.4%. Harni *et al.* (2014) melaporkan penggunaan bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam sebesar 23.6%-57.5%.

Pemberian *Bacillus* sp. endofit 10¹¹ cfu/mL dan 10¹³ cfu/mL menghasilkan pertambahan luas daun 217.62 cm²

dan 225.58 cm² (Tabel 4) menunjukkan hasil lebih tinggi dibanding dengan tanpa pemberian *Bacillus* sp. endofit, tetapi tidak berbeda nyata dengan yang diberikan konsentrasi 10¹² cfu/mL dan 10¹⁴ cfu/mL. Hal ini diduga karena proses fotosintesis mendukung kerja sel-sel jaringan tanaman dalam berdiferensiasi sehingga akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan bagi pembentukan tanaman pada bagian daun, batang dan akar. Menurut Tinendung *et al.* (2014), peningkatan pertumbuhan yang dipacu oleh *Bacillus* sp. ini adalah daerah perakaran tanaman yang dapat memacu pertumbuhan dan meningkatkan perkembangan tanaman pada fase vegetatif, dimana peningkatan ini berdampak pada peningkatan aktifitas fotosintesis.

Meningkatnya jumlah daun berkaitan juga dengan kemampuan konsentrasi *Bacillus* sp. endofit meningkatkan tinggi bibit kakao (Tabel 4). Semakin tinggi tanaman maka semakin banyak ruas-ruas yang akan meningkatkan jumlah daun. Menurut Hutabarat *et al.* (2014), kemampuan *Bacillus* sp. dalam meningkatkan jumlah pelepah bibit kelapa sawit berhubungan dengan kemampuannya dalam meningkatkan tinggi bibit kelapa sawit. Saylendra dan Firmia (2013) membuktikan bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari perakaran jagung dapat merangsang pertumbuhan akar lateral, akar adventif, akar primer dan menghasilkan hormon pertumbuhan sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik dan tinggi tanaman perlakuan lebih tinggi dari kontrol.

Tabel 4. Karakter pertumbuhan bibit kakao varietas F1 umur 4 bulan

Konsentrasi <i>Bacillus</i> sp. endofit (cfu/mL)	Perubahan bibit kakao umur 4 bulan			
	Tinggi (cm)	Diameter batang (cm)	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm ²)
0	36.06b	0.75b	17.75b	152.54b
10 ¹¹	49.16a	1.00a	20.87a	217.62a
10 ¹²	44.63a	0.90ab	20.75a	203.04ab
10 ¹³	48.31a	0.95ab	21.12a	225.58a
10 ¹⁴	44.18a	0.90ab	20.87a	197.11ab

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%

KESIMPULAN

Empat isolat *Bacillus* sp. endofit dari bagian akar, batang, pelepah dan daun yang diujikan pada penelitian ini mampu menghasilkan IAA dengan indikator warna merah muda dan merah muda transparan. Produksi IAA tertinggi diperoleh pada isolat bagian daun dengan konsentrasi IAA sebesar 141 ppm tanpa diperkaya triptofan dan konsentrasi produksi IAA 386 ppm diperkaya triptofan. Pemberian *Bacillus* sp. endofit dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap parameter pengamatan jumlah koloni, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bibit kakao umur 4 bulan. Pemberian *Bacillus* sp. endofit konsentrasi 10¹¹ cfu/mL mampu meningkatkan pertumbuhan

bibit kakao melalui pertambahan tinggi, diameter batang, jumlah daun, luas daun dan jumlah koloni yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2013. Perlakuan benih dengan agen hayati dan pemupukan P untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, dan mutu benih padi. *J. Agron. Indonesia* 41:98-104.
- Asyiah, I. Nur., S. Wiryadiputra, I. Fauzi, R. Harni. 2015. Populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika akibat inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis*. *J. Pelita Perkebunan* 31:30-40.

- Gusmaini., S.A. Aziz, A. Munif, D. Sopandie, N. Bermawie. 2013. Potensi bakteri endofit dalam upaya meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kandungan andrografolid pada tanaman sambiloto. *J. Littri*. 19:167-177.
- Harni, R., Supraman, Supriadi. 2014. Efficacy of endophytic bacteria in reducing plant parasitic nematode *Pratylenchus brachyurus*. *Indonesian J. Agric. Sci.* 15:29-34.
- Hutabarat, R., F. Puspita, M. A. Khoiri. 2014. Uji formulasi pupuk organik cair berbahan aktif *Bacillus* sp. pada pembibitan utama kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *J. Online Mahasiswa Faperta Univ. Riau*. 1:1-8.
- Herlina, L., K.K. Pukan, D. Mustikaningtyas. 2016. Kajian bakteri endofit penghasil IAA (*Indole Acetic Acid*) untuk pertumbuhan tanaman. *J. Saintekno*.14:51-58.
- Kholida, F.T., E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* sebagai penghasil hormon IAA (*Indole-3-Acetic Acid*). *J. Sains Seni ITS*. 4:2337-3520.
- Munif, A., S. Wiyono, Suwarno. 2012. Isolasi bakteri endofit asal padi gogo dan potensinya sebagai agens biokontrol dan pemacu pertumbuhan. *J. Fitopatologi Indonesia* 8:57-64.
- Puspita, F., D. Zul, A. Khoiri. 2013. Potensi *Bacillus* sp. asal rizosfer Giam Siak Kecil Bukit Batu sebagai rhizobacteria pemacu pertumbuhan dan antifungsi pada pembibitan kelapa sawit. *J. Online Mahasiswa Faperta Univ. Riau*. 2014:1-2.
- Putri, D., A. Munif, K. H. Mutaqin. 2016. Lama penyimpanan, karakterisasi fisiologi dan viabilitas bakteri endofit *Bacillus* sp. dalam formula tepung. *J. Fitopatologi Indonesia* 12:19-26.
- Saylendra, A., D. Firnia. 2013. *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. asal endofit akar jagung (*Zea mays* L.) yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. *J. Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 2:19-27.
- Simarmata, A.M., B. Tjahjono, F. Puspita. 2012. Uji beberapa konsentrasi *Bacillus* sp. lokal Riau dan beberapa hasil persilangan kelapa sawit terhadap jamur *Ganoderma boninense* di pembibitan. *J. Teknobiologi Ilmiah Sains Terapan Lembaga Penelitian Univ. Riau*. 3:159-165.
- Silitonga, D.M., N. Priyani, I. Nurwahyuni. 2013. Isolasi dan uji potensi isolat bakteri pelarut fosfat dan bakteri penghasil hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) terhadap pertumbuhan kedelai (*Glycine max* L.) pada tanah kuning. *J. Saintia Biol.* 1:35-41.
- Sukarti, S., D. Zul, F. Puspita. 2013. Uji potensi bakteri pelarut fosfat asal Bukit Batu Riau dalam menghasilkan hormon auksin sebagai pemacu pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Pekanbaru*. 2:1-8.
- Sukmadewi, D.K.T., Suharjo, S. Antonius. 2015. Uji potensi bakteri penghasil hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari tanah rhizosfer cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.). *J. Biotropika* 3:91-94.
- Tanjung, S.R., U. Hasanah, Idramsa. 2015. Karakterisasi bakteri endofit penghasil fitohormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon*). *J. Biosains*. 1:49-55.
- Tinendung, R., F. Puspita, S. Yoseva. 2014. Uji formulasi *Bacillus* sp. sebagai pemacu pertumbuhan tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). *J. Online Mahasiswa Faperta Univ. Riau*. 1:1-15.