KEMAMPUAN *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* DALAM MELARUTKAN FOSFAT DAN MEMPRODUKSI HORMON IAA (*Indole Acetic Acid*) UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT

Istiqomah, Luqman Qurata Aini dan Abdul Latief Abadi

Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Abstract

Tomato is an important horticultural commodity in Indonesia and plays strategic role in fulfilling daily needs of the public. The increase in production of tomato can be done by optimizing the provision of nutrients that support growth. The ability of bacteria as biological fertilizer to dissolve phosphate and produce IAA (Indole Acetic Acid) are important criteria for the use of bacteria as agents of plant growth promoters. The purpose of this study was to determine the ability of some isolates of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* in dissolving phosphate and produce IAA to enhance the growth of tomato. Phosphate test results showed that all isolates of *B. subtilis* and *P. fluorescens* capable of dissolving phosphate with the highest value indicated by *P. fluorescens* UB-PF5 (18 mm). All isolates of bacteria capable to produce IAA. The resulting value IAA ranged from 0.69 to 1.09 ppm with the highest value produced by *B. subtilis* UB-ABS2 (1.09 ppm). The test results on the parameters of root weight, root length, plant height and number of leaves showed that tomato treated with *B. subtilis* and *P. fluorescens* increased significant growth compared with watering only with distilled water. The highest increased root weight and root length were resulted by *P. fluorescens* UB-PF5 with values 97.10% and 64.83%, respectively. The highest increased plant height and number of leaves length were resulted by *P. fluorescens* UB-PF6 with values 38,80% and 30,7%, respectively.

Keywords : Phosphate, Indole Acetic Acid, Bacillus subtilis, dan Pseudomonas fluorescens.

PENDAHULUAN

Tomat merupakan komoditas hortikultura yang penting di Indonesia dan berperan strategis dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat sehari-hari. Tomat banyak dimanfaatkan dalam bentuk segar sebagai sayur, buah, dan dalam bentuk olahan berupa makanan. Selain itu tomat memiliki kandungan gizi tinggi seperti protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin (Bernadus dan Wahyu, 2002). Tingginya penggunaan tomat tersebut mengakibatkan tuntutan produksi tomat yang tinggi pula. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan jalan mengoptimalkan pemberian nutrisi hara

dan zat lainnya yang memicu pertumbuhan. Kesadaran akan perbaikan lingkungan hidup dan pengurangan penggunaan bahan kimia sintetis di bidang pertanian telah mendorong berkembangnya ilmu pengetahuan untuk menghasilkan cara alternatif yang ramah lingkungan, termasuk di dalamnya adalah pemanfaatan mikroba sebagai agen hayati penghasil senyawa tertentu yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kemampuan bakteri sebagai pupuk hayati untuk melarutkan fosfat dan memproduksi hormon IAA merupakan

kriteria penting untuk pemanfaatan bakteri sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman. Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang memiliki peran yang penting untuk pertumbuhan tanaman, namun ketersediaannya dalam tanah lebih rendah jika dibandingkan dengan unsur hara nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). Kondisi ketersediaan fosfat dipengaruhi oleh lingkungan sehingga statusnya dapat berubah dari P yang tersedia bagi tanaman menjadi tidak tersedia (Havlin *et al.*, 1999). Ketersediaan fosfat bagi tanaman dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan mikroba pelarut fosfat. Penggunaan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati memiliki keunggulan, diantaranya adalah tidak mencemari lingkungan, menghalangi terjerapnya P oleh unsur-unsur lain dalam tanah, dan menghalangi toksisitas tanaman terhadap beberapa unsur hara mikro pada tanah masam.

IAA adalah hormon yang memiliki peran penting bagi pertumbuhan tanaman sehingga sintesisnya oleh jenis bakteri tertentu merupakan suatu alasan yang menyebabkan terjadinya peningkatan pertumbuhan tanaman. IAA adalah fitohormon kelompok auksin alami dan berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (ZPT) karena berperan meregulasi banyak proses fisiologi, seperti pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein (Idris, 2007). Kandungan IAA dalam jumlah sedikit dapat berpengaruh besar terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Zat pengatur tumbuh ini mampu diproduksi oleh mikroorganisme tertentu dan juga dapat dihasilkan oleh tanaman yang dapat mempengaruhi proses fisiologis tumbuhan (Hanafiah *et al.*, 2005).

Bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* telah dikenal secara luas memiliki potensi sebagai pupuk hayati yang dapat

memberi dampak positif bagi berbagai jenis tanaman. Menurut Illmer (1995) bakteri yang sering dilaporkan dapat melarutkan fosfat antara lain adalah anggota-anggota genus *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, dan *Citrobacter*. Namun memiliki kisaran kemampuan berbeda-beda yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Rosenblueth dan Martínez-Romero (2008) yang menyatakan bahwa beberapa spesies bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Bacillus*, dan *Klebsiella* diketahui memiliki potensi dalam mengikat nitrogen dan menghasilkan hormon IAA. Kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat dan memproduksi IAA dipengaruhi oleh faktor yang beragam, diantaranya adalah faktor genetik isolat bakteri yang digunakan. Untuk itu penelitian mengenai kemampuan berbagai isolat bakteri perlu dilakukan. Pemanfaatan isolat yang memiliki karakter serta kemampuan seperti di atas digunakan sebagai komposisi untuk membuat pupuk hayati majemuk.

Metode Penelitian

Uji Kemampuan B. subtilis dan P. fluorescens dalam Melarutkan Fosfat

Pengujian ini dilakukan menurut metode Thakuria *et al* (2004). Media yang digunakan adalah Pikovskaya. Komposisi per liter media terdiri dari glukosa 10 g; NaCl 0,2 g; KCl 0,1 g; MgSO₄ · 7H₂O 0,1 g; MnSO₄ 2,5 mg; FeSO₄ 2,5 mg; Ca (PO₄)₂ 5 g; ekstrak yeast 0,5 g; (NH₄)₂SO₄ 0,5 g, dan agar 15 g. Cawan Petri yang terisi oleh media Pikovskaya dan memadat di atasnya digoreskan atau dititikkan koloni bakteri yang akan diuji. Media dengan bakteri diinkubasi selama 3-7 hari pada suhu ruang. Kemampuan melarutkan fosfat dari isolat yang diuji dievaluasi secara kualitatif berdasarkan

terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri. Uji Kemampuan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dalam Memproduksi IAA (*Indole Acetic Acid*) Uji produksi IAA dilakukan menurut metode Gordon dan Waber (1951). Media yg digunakan adalah James Nitrogen Bromothymol Blue (JNFB) dengan komposisi per liter adalah asam malat 5 g; K_2HPO_4 0,6 g; KH_2PO_4 1,8 g; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g; NaCl 0,1 g; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0,2 g; FeEDTA 0,066 g; KOH 4,5 g; mikronutrien (pepton) 2 ml; BTB 2ml. pH media 5,8. Pereaksi Salkowski yang dibuat dari $FeCl_3 \cdot 7H_2O$ 0,5 M 7,5 ml; H_2SO_4 pekat 150 ml; aquades 250 ml.

Sebanyak 500 um bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dibiakkan pada media JNFB cair. Bakteri diinkubasi selama 7 hari pada suhu 28°C pada suhu kamar (28°C) kemudian diamati perubahan warna media dan pH. Pengukuran pH menggunakan pH meter. Kultur bakteri disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Supernatan dipindahkan ke tabung reaksi steril, kemudian ditambahkan pereaksi Salkowski dengan volume yang sama. Campuran supernatan dan pereaksi diinkubasi selama 60 menit kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 530 nm menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi IAA yang dihasilkan dihitung dengan cara memasukkan nilai absorbansi ke dalam rumus yang diperoleh dari kurva standar IAA murni.

Penelitian Rumah Kaca

Media tanam campuran tanah : kompos (1:1) disterilkan menggunakan formalin 4% dan ditutup plastik selama 7 hari. Tanah dikeringanginkan selama 7 hari dan siap digunakan sebagai media tanam. Pembibitan dilakukan pada *tray* yang telah diisi dengan media tanam. Benih tomat disebar ke dalam lubang *tray* dan dilakukan pemeliharaan hingga tanaman

tomat berumur 14 hari. Bibit tomat kemudian dipindah ke polibag berkapasitas tanah 2 kg. Polibag yang telah ditanami bibit tomat kemudian disiram suspensi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebanyak 20 ml (10^9 CFU/ml) (Huang *et al.*, 2013). Pada penelitian panjang dan bobot akar, penyiraman inokulum bakteri dilakukan pada saat penyemaian benih tomat.

Pengamatan panjang dan bobot akar dilakukan secara destruktif pada 21 HST (hari setelah tanam). Pengukuran bobot dilakukan dengan memotong pangkal batang tanaman tomat kemudian dibersihkan sehingga tinggal tersisa akar saja, akar yang telah dikeringanginkan kemudian ditimbang dengan timbangan digital. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan mengukur pangkal batang bagian bawah hingga ujung akar terpanjang menggunakan penggaris. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan 1- 5 HSI (hari setelah inokulasi).

Analisis Statistik

Penelitian di laboratorium dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan sedangkan penelitian rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan menggunakan uji Duncan pada taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

*Kemampuan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dalam Melarutkan Fosfat*

Semua isolat bakteri mampu melarutkan fosfat. Hal ini dapat dilihat dari zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri (Gambar 1). Hasil penelitian kemampuan isolat bakteri dalam melarutkan fosfat disajikan pada Tabel 1.

Semua isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* memiliki rerata kemampuan yang sama dalam melarutkan fosfat. Zona bening tertinggi dihasilkan oleh *P. fluorescens* isolat UB-PF5 sebesar 18 mm. Hasil ini sesuai dengan penelitian Buntan (1992) yang memperlihatkan bahwa kelompok *Pseudomonas* dan *Enterobacter* mampu meningkatkan kelarutan fosfat pada tanah ultisol. Kedua isolat *B. subtilis* yaitu UB-ABS2 dan UB-ABS6 mampu melarutkan fosfat dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kundu dan Gaur (1980), dimana dalam penelitiannya menggunakan *Fosfobakterin* galur fosfo 24, *B. subtilis*, *Bacterium mycoides*, dan *B. mesentericus* untuk melarutkan fosfat organik (glisero fosfat, lesitin, tepung tulang) dan P anorganik (Ca-P, Fe-P) yang dilakukan secara in vitro. Hasilnya menunjukkan bahwa bakteri tersebut

mampu melarutkan FePO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, gliserofosfat, lesitin, dan tepung tulang berturut-turut sebanyak 2-7, 3-9, 3-13, 5-21, dan 14%. Mekanisme mikroba dalam mengikat P adalah dengan menghasilkan asam-asam organik yaitu suksinat, asam sitrat, glutamat, laktat, oksalat, malat, glioksalat, fumarat, α -ketobutirat, dan tartarat (Alexander, 1978).

Gambar 1. Hasil uji kemampuan melarutkan fosfat *P. fluorescens* isolat UB-PF6. Tanda panah menunjukkan zona bening di koloni bakteri.

Tabel 1. Kemampuan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dalam melarutkan fosfat

Isolat bakteri	Kemampuan melarutkan fosfat	Zona bening (mm)
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS2	+	15,6
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS6	+	15,1
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF5	+	18,0
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF6	+	15,0

Kemampuan B. subtilis dan P. fluorescens dalam Memproduksi Hormon IAA (Indole Acetic Acid)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua isolat bakteri mampu memproduksi IAA. Kelompok *B. subtilis* secara kuantitatif mampu memproduksi konsentrasi IAA lebih besar

dibandingkan dengan kelompok *P. flourescens* walaupun selisih konsentrasinya tidak jauh antar isolat. Hasil pengamatan kadar IAA disajikan pada Tabel 2.

Kandungan IAA tertinggi dihasilkan oleh *B. subtilis* UB-ABS2 sebesar 1.09 ppm. Kisaran yang tidak jauh berbeda ditunjukkan oleh isolat yang lainnya. Dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa semua isolat dari kedua kelompok bakteri tersebut memiliki potensi dalam menghasilkan IAA untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Menurut Hanafiah *et al* (2005) beberapa golongan mikroba yang menghasilkan IAA antara lain yaitu *Agrobacterium tumefaciens*, *Rhizobium* spp., *Endophyllum sempervivi*, *Ustilago maydis*, dan *P. fluorescens*, mikroba tersebut menghasilkan IAA baik pada kultur murni maupun pada asosiasinya dengan tanaman (Hanafiah *et al.*, 2005). Hal serupa sesuai dengan yang dikemukakan oleh Rosenblueth dan Martínez-Romero (2008) yang menyatakan bahwa beberapa spesies bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Bacillus*, dan *Klebsiella* diketahui memiliki potensi dalam mengikat Nitrogen dan menghasilkan hormon IAA.

Pembentukan indol asam asetat (IAA) dipicu oleh adanya triptofan.

Asam amino triptofan adalah komponen asam amino yang pada umumnya terdapat pada protein, sehingga dengan mudah dapat digunakan oleh mikroorganisme. Asam amino triptofan apabila dihidrolisis oleh enzim triptofamase akan menghasilkan indol dan asam piruvat (Prescott, 2002). Pada penelitian ini triptofan berasal dari pepton yang ditambahkan ke dalam media JNFB cair dan diinkubasi selama 7 hari. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi IAA yang tinggi. Peningkatan produksi IAA terjadi pada saat pertumbuhan bakteri menurun dan ketersediaan karbon terbatas, hal itu terjadi saat bakteri memasuki fase stasioner. Hasil penelitian Patil *et al* (2011) mengungkapkan bahwa bakteri mulai menghasilkan IAA pada fase awal pertumbuhan dan mencapai hasil maksimum pada awal fase stasioner.

Tabel 2. Nilai konsentrasi IAA masing-masing isolat bakteri

Isolat bakteri	Kemampuan memproduksi IAA	Konsentrasi IAA (ppm)
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS2	+	1.09
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS6	+	0.69
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF5	+	0.93
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF6	+	0.84

Pengaruh B. subtilis dan P. fluorescens dalam Meningkatkan Bobot akar dan Panjang Akar Tanaman Tomat

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata antara perlakuan isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* terhadap bobot akar dan panjang akar tanaman tomat. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Pada semua perlakuan dengan aplikasi bakteri menunjukkan bobot akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Bobot akar pada perlakuan dua isolat *P. fluorescens* tidak berbeda signifikan. Sementara itu, bobot akar pada perlakuan *B. subtilis* UB-ABS2 berbeda dengan perlakuan *B. subtilis* UB-ABS6. Isolat UB-ABS2 memiliki bobot

akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat UB-ABS6. Bobot akar tomat pada perlakuan isolat *P. fluorescens* isolat UB-PF5 adalah tertinggi dibandingkan dengan seluruh perlakuan isolat yang lain dengan peningkatan bobot akar sebesar 97,10% dibandingkan kontrol.

Rerata panjang akar pada seluruh perlakuan dengan bakteri menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan kedua isolat *B. subtilis* menunjukkan panjang akar yang sama. Hal ini juga terjadi pada perlakuan dua isolat *P. fluorescens* yang juga menunjukkan panjang akar yang sama. Panjang akar tomat pada perlakuan isolat *P. fluorescens* UB-PF5 adalah tertinggi dibandingkan dengan seluruh perlakuan isolat yang lain. Panjang akar tomat pada perlakuan tersebut mengalami peningkatan panjang akar sebesar 64,83% dibandingkan kontrol.

Penambahan panjang dan bobot akar tanaman tomat disebabkan oleh aplikasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens*. Kedua bakteri ini mampu berkoloni di daerah perakaran dan berasosiasi dengan jaringan perakaran sehingga mempengaruhi beberapa proses fisiologis tumbuhan. Menurut Vasques *et al* (2000), koloni bakteri rhizosfer termasuk *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Clostridium* dan *Pseudomonas* mampu memproduksi suatu senyawa yang merangsang pertumbuhan tanaman atau menghambat penyakit akar.

Kemampuan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dalam meningkatkan panjang dan bobot akar dalam penelitian ini diduga karena kemampuan bakteri tersebut dalam melarutkan fosfat dan memproduksi IAA. Hal ini terbukti melalui hasil pengamatan laboratorium yang telah dilakukan bahwa isolat-isolat

tersebut mampu melarutkan fosfat dan memproduksi IAA Menurut Thakuria *et al* (2004), mekanisme peningkatan pertumbuhan tanaman oleh bakteri terjadi karena kemampuan bakteri dalam melarutkan senyawa fosfat, mengikat nitrogen, memicu pertumbuhan akar lateral, dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti hormon auksin, etilen, dan sitokinin.

Peran penting fosfat untuk tanaman adalah dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide adalah bagian dari protoplasma dan inti sel yang berperan dalam pembelahan sel. Menurut Aleel (2008), fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar, tunas yang sedang tumbuh, dan memperkuat jaringan pada batang sehingga tanaman tidak mudah rebah.

Mekanisme bakteri dalam meningkatkan kandungan IAA pada tanaman adalah dengan menggunakan triptofan alami yang diproduksi dan dikeluarkan oleh akar kemudian digunakan untuk sintesis IAA. Menurut Leveau dan Lindow (2004), bakteri penghasil IAA terlibat dalam beberapa proses fisiologis tanaman dengan memasukkan IAA yang dihasilkannya ke tanaman, sehingga tanaman tersebut lebih sensitif dalam mengubah konsentrasi IAA yang dimilikinya. Kondisi tersebut mampu membantu proses pembentukan akar lateral, adventif, dan perpanjangan akar primer. Keterlibatan bakteri yang mampu memproduksi IAA akan meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral tanaman. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Lestari *et al* (2007) yang menyatakan bahwa IAA berpengaruh terhadap perkembangan akar gandum dan dapat memperbaiki produktivitas tanaman melalui stimulasi hormon.

Tabel 3. Rerata peningkatan bobot akar dan panjang akar tanaman tomat

Perlakuan	Bobot akar (gr)	Peningkatan bobot akar (%)	Panjang akar (cm)	Peningkatan panjang akar (%)
Akuades (kontrol)	0,106 a	-	6,904 a	-
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS2	0,178 c	68,04	9,908 bc	43,51
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS6	0,156 b	47,53	9,040 b	30,93
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF5	0,209 d	97,10	11,38 d	64,83
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF6	0,202 d	90,07	10,74 cd	55,56

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Pengaruh B. subtilis dan P. fluorescens terhadap Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Tanaman Tomat

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara perlakuan isolat-isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun tomat. Rerata tinggi dan jumlah daun tanaman tomat disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata tinggi tanaman pada seluruh perlakuan dengan bakteri memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman dengan akuades. Perlakuan *B. subtilis* UB-ABS6 menghasilkan tinggi tanaman yang sama dengan perlakuan bakterisida streptomycin sulfat 20%. Sementara itu, perlakuan dengan *B. subtilis* UB-ABS2, *P. fluorescens* UB-PF5, dan *P. fluorescens* UB-PF6 menghasilkan tinggi tanaman yang sama. Efek peningkatan tinggi tanaman yang terbesar dihasilkan oleh perlakuan *P. fluorescens* isolat UB-PF6 dengan persentase peningkatan tinggi tanaman sebesar 38,80%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rerata jumlah daun di seluruh perlakuan isolat

bakteri lebih tinggi dibandingkan penyiraman dengan air. Perlakuan *B. subtilis* UB-ABS6 menunjukkan jumlah daun yang sama dengan perlakuan bakterisida streptomycin sulfat 20%. Sementara itu, perlakuan dengan *B. subtilis* isolat UB-ABS2, *P. fluorescens* isolat UB-PF5 dan *P. fluorescens* UB-PF6 menghasilkan jumlah daun yang sama. Persentase peningkatan jumlah daun yang terbesar dihasilkan oleh *P. fluorescens* UB-PF6 yaitu sebesar 30,7% dibandingkan kontrol.

Hal yang diduga mempengaruhi peningkatan pertumbuhan tanaman tomat adalah kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat sehingga mampu memenuhi kebutuhan fosfat bagi tanaman. Menurut Vessey (2003), beberapa *Bacillus* dan *Pseudomonas* mampu melarutkan fosfat hingga 2-3 kali lebih banyak. Bakteri tersebut menghasilkan enzim fosfatase yang merupakan enzim yang mampu mengubah senyawa fosfat organik menjadi senyawa fosfat anorganik sehingga mampu diserap oleh tanaman.

Tabel 4. Rerata peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman tomat

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Peningkatan tinggi tanaman (%)	Jumlah daun (tangkai)	Peningkatan jumlah daun (%)
Akuades	57,15 a	-	10,9 a	-
Bakterisida streptomycin sulfat 20%	63,82 ab	11,67	11,9 ab	9,63
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS2	76,05 c	33,07	13,5 c	24,3
<i>B. subtilis</i> isolat UB-ABS6	70,75 bc	23,79	12,7 bc	16,5
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF5	77,95 c	36,39	13,6 c	24,7
<i>P. fluorescens</i> isolat UB-PF6	79,32 c	38,80	14,2 c	30,7

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Dugaan lain yang menyebabkan peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman tomat adalah peran bakteri dalam meningkatkan fitohormon auksin alami pada tanaman. Menurut Rosenblueth dan Martínez-Romero (2008), beberapa spesies bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Bacillus*, dan *Klebsiella* diketahui memiliki potensi dalam memfiksasi Nitrogen dan menghasilkan Hormon IAA. Mekanisme bakteri dalam meningkatkan kandungan IAA pada tanaman adalah dengan menggunakan triptofan alami yang disekresikan oleh akar yang kemudian digunakan untuk sintesis IAA.

IAA adalah hormon auksin endogen yang disintesis dalam batang dan akar. Auksin merupakan salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel dan perpanjangan batang seperti halnya diferensiasi sel (Tarabily *et al.*, 2003). Di dalam jaringan tanaman, IAA disintesis terbanyak pada bagian tanaman yang sedang aktif, tumbuh, dan berkembang. Salah satu bagian yang banyak

mengandung auksin adalah bagian meristem yaitu ujung tunas, ujung akar, dan kambium. Bagian lainnya adalah daun-daun muda, bagian-bagian bunga yang sedang berkembang, buah, dan tumor (benjolan pada tanaman). Auksin mendorong perpanjangan sel (*cell elongation*) dengan cara mempengaruhi metabolisme dinding sel. Pembentukan auksin dalam tubuh tanaman merupakan proses biokimiawi. Mekanisme kerja IAA dalam perpanjangan sel adalah IAA mendorong elongasi sel-sel pada koleoptil dan ruas-ruas tanaman. Perpanjangan sel tanaman terutama terjadi pada arah vertikal, diikuti dengan pembesaran sel dan meningkatnya bobot basah. Peningkatan bobot basah terutama karena meningkatnya pengambilan air oleh sel tersebut (Rismanandar, 1999).

Kesimpulan

Semua isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* memiliki potensi melarutkan fosfat dan memproduksi IAA serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman

tomat. Isolat *P. fluorescens* UB-PF 5 memiliki kemampuan melarutkan fosfat tertinggi dan memberikan efek peningkatan bobot akar dan panjang akar tertinggi pula. Isolat *B. subtilis* memiliki kemampuan tertinggi memproduksi hormon IAA dan memberikan efek bagus terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun. Isolat yang meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tertinggi adalah *P. fluorescens* UB-PF 6.

Daftar Pustaka

- Aleel, K.G. 2008. Phosphate Accumulation in Plant: Signaling. *J. Plant Physiol.* 148 : 3-5.
- Alexander, M. 1978. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Buntan, A. 1992. Efektifitas bakteri pelarut fosfat dalam kompos terhadap peningkatan serapan P dan efisiensi pemupukan P pada tanaman jagung. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Bernadus, T dan W. Wahyu. 2002. Bertanam Tomat. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Gordon, S.A, and R.P. Weber. 1951. Colorimetric Estimation of Indoleacetic Acid, *Plant Physiol.* 26 : 192-195.
- Hanafiah, Anas, Napoleon, dan Ghoffar. 2005. Biologi Tanah: Ekologi dan Mikrobiologi Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Havlin, J.L, J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Sixth ed. Prentice Hall. New Jersey.
- Huang, J., Z. Wei, S. Tan, X. Mei, S. Yin, Q. Sen, and Y. Xu. 2013. The Rhizosphere Soil of Diseased Tomato Plants as a Source for Novel Microorganisms to Control Bacterial Wilt. *J. Applied Soil Ecology.* 72 : 79-84.
- Production of Indole-3-Acetic Acid (IAA) Affects Level of Plant Growth Promotion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Molecular Plant- Microbe Interaction.* 20 :619-626.
- Illmer, P., A. Barbato, and F. Schinner. 1995. Solubilizing of Hardly Soluble AlPO₄ with P-solubilizing Microorganism. *Soil Biol. Biochem.* 27 :265-270.
- Kundu, B.S and A.C. Gaur. 1980. Establishment of Nitrogen Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria in Rhizosphere and their Effect on Yield and Nutrient Uptake of Wheat Crop. *J. Plant Soil.* 57: 223-230.
- Lestari, P, D. N, Susilowati, and E. I. Riyanti. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang Dihasilkan oleh *Azospirillum* sp. Terhadap Perkembangan Akar Padi. *J. Agro Biogen.* 3(2) : 66-71.
- Leveau, J. H and S. E. Lindow. 2004. Utilization Of Plant Hormone Indole-3- Acetic Acid For Growth By *Pseudomonas putida* Strain 1290. *American Society For Microbiology.* 1(5) : 2365- 2370.
- Patil N.B, M. Gajbhiye, S.S. Ahiwale, A.B. Gunjal, and B.P Kapadnis. 2011. Optimization of indole 3-acetic acid (IAA) production by *Acetobacter diazotrophicus* L1 isolated from sugarcane. *J Environ Sci* 2 (1): 307- 314.
- Prescott, H. 2002. Laboratory Exercise in Microbiology. Tha-Graw Hil Company. New York.
- Rismunandar. 1999. Hormon Tanaman dan Ternak. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rosenblueth, M and E. Martínez-Romero. 2006. The American Phytopathological Society. *MPMI* Vol. 19, No. 8 :827-837.
- Tarabily, K., A. H. Nassar, and K. Sivasithamparam. 2003. Promotion Of Plant Growth By An Auxin- Producing Isolate Of The Yeast *Williopsis Saturnus* Endophytic In Maize Roots. The Sixth U. A. E University Research Conference. p 60- 69.
- Idris, E.E., D.J, Iglesias, M. Talon and R. Borriss. 2007. Tryptophan- Dependent

- Thakuria D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C. Boro, and M.R. Khan. 2004. Characterization and Screening of Bacteria from Rhizosphere in Rice Grown in Acidic Soil from Assam. *J. Curr. Sci.* 86 : 978 - 985.
- Vasques, MM, S. Cesae, R. Azcon, J. M. Barea. 2000. Interaction between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and other Microbial Inoculation (*Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*) and their Effects on Microbial Population and Enzyme Activities in the Rhizosphere of Maize Plants. *Appl soil Ecol.* 15:261-272.
- Vessey, J.K. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizer. *Plant and Soil.* 225: 571-586.