

Seleksi Aktinomisetes dalam Menghasilkan *Indole Acetic Acid* dan Efektivitas Terhadap Perkecambahan Benih Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)

Selection of Actinomycetes in Producing *Indole Acetic Acid* and Effect of Germination Seeds Red Pepper (*Capsicum annum L.*)

Yeyen Septia ANGGRAINI, Tetty Marta LINDA, Wahyu LESTARI

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru 28293, Indonesia
email : tetty.martalinda@gmail.com

Abstract. *Indole Acetic Acid* (IAA) is an important that could improve plant growth. Actinomycetes is one group of bacteria that could produce IAA. The purpose of this study was to examines the potential of actinomycetes from Siak, Riau Peatland in producing IAA the effects to red pepper (*Capsicum annum L.*) germination. The result of this study was collected 21 isolates of actinomycetes which able only to produced IAA in SCB (*Starch Casein Broth*) medium with tryptophan addition. The produce highest IAA in L225 isolate with concentration $37,70 \pm 1,00 \mu\text{g/ml}$ by medium SCB with typtophan addition. 14 isolates gave respons for length of sprouts parameters and 20 isolates gave effect to the root length parameters for red pepper seeds with incubation for 15 day.

Keywords : actinomycetes, IAA, tryptophan, SCB, red pepper.

Abstrak. *Indole Acetic Acid* (IAA) berperan penting dalam memacu pertumbuhan tanaman. Aktinomisetes merupakan salah satu kelompok bakteri yang mampu menghasilkan IAA. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi aktinomisetes dari tanah gambut Siak, Riau dalam menghasilkan IAA dan pengaruhnya terhadap perkecambahan tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*). Hasil penelitian menunjukkan 21 isolat aktinomisetes hanya mampu menghasilkan IAA pada medium *Starch Casein Broth* (SCB) diperkaya triptofan. Produksi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat L225 dengan konsentrasi $37,70 \pm 1,00 \mu\text{g/ml}$ pada medium SCB diperkaya triptofan. Ada 14 isolat aktinomisetes memberikan respons terhadap panjang kecambah dan 20 isolat memberikan pengaruh terhadap panjang akar pada benih cabai merah dengan inkubasi selama 15 hari.

Kata kunci : aktinomisetes, IAA, triptofan, SCB, cabai merah.

PENDAHULUAN

Indole Acetic Acid (IAA) berperan dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman seperti pemanjangan sel, pembesaran sel, diferensiasi jaringan dan respons terhadap cahaya (Abd-Alla *et al.* 2013). IAA tidak hanya dihasilkan tanaman tetapi juga oleh mikroorganisme seperti bakteri, Jamur maupun aktinomisetes. Beberapa penelitian melaporkan bakteri seperti *Pseudomonas putida*, *Bacillus*

sp. dan *Azotobacter* sp. mampu memproduksi IAA pada medium *Nutrient Broth* (Patten & Glick 2002; Aryantha *et al.* 2004; Kholida & Zulaika 2015). Jamur *Aspergillus niger* juga mampu memproduksi IAA 128,3 mg/L menggunakan medium *Czapek Dox Broth* (Bilkay *et al.* 2010).

Aktinomisetes merupakan salah satu bakteri yang memiliki banyak kemampuan, diantaranya adalah melarukan fosfat,

antagonisme terhadap jamur patogen tanaman dan pemacu pertumbuhan tanaman serta mampu menekan jumlah etilen berlebihan pada tanaman (Widawati *et al.* 2008; Gopalakrishnan *et al.* 2011; Harikrishnan *et al.* 2014). Hasil penelitian Hajri (2016) melaporkan bahwa aktinomisetes asal tanah gambut Riau mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat yaitu isolat L11 dengan konsentrasi sebesar 9,22 ppm dan menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* dan *Colletotricum capsici* pada tanaman cabai merah. Selain itu, isolat aktinomisetes L313 mampu menghasilkan protease sebesar 0,41 U/ml (Linda *et al.* 2016) dan Pesrita (2017) melaporkan isolat aktinomisetes L225 mampu menghasilkan enzim selulase sebesar $35,30 \times 10^{-3}$ U/ml. Aktinomisetes dapat dijadikan sebagai agen biofertilizer karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta kemampuan antifungal. Selain itu, aktinomisetes juga berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan auksin yaitu *Indole Acetic Acid* (IAA), menghasilkan giberelin dan sitokinin (Harikrishnan *et al.* 2014).

Beberapa hasil penelitian seperti *Streptomyces* sp memiliki kemampuan untuk menghasilkan IAA pada medium ISP2 *broth* (*International Streptomyces Project-2*) diperkaya 2 mM L-triptofan dengan produksi IAA sebesar 88 µg/ml (Gajendran *et al.* 2012). Penelitian Harikrishnan *et al.* (2014) melaporkan bahwa *Streptomyces* sp. dalam ISP2 *broth* diperkaya 0,5% L-triptofan menghasilkan IAA lebih rendah 9,26 µg/ml dan dapat meningkatkan perkecambahan, panjang akar dan berat kering tanaman padi. IAA juga mampu dihasilkan oleh *Streptomyces griseofuscus* pada medium SCB (*Starch Casein Broth*) diperkaya 0,2% L-triptofan sebesar 145,9 µg/ml (Gangwar *et al.* 2014). Aktinomisetes asal tanah gambut Siak Riau belum diketahui kemampuannya dalam menghasilkan IAA, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan aktinomisetes dalam menghasilkan IAA dan

pengaruhnya terhadap perkecambahan cabai merah (*Capsicum annum* L.).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 21 isolat aktinomisetes, benih cabai merah PM 999 F1, medium *Starch Casein Agar* (SCA), medium *Starch Casein Broth* (SCB), pereaksi *Salkowski*, natrium hipoklorit 2%, dan kapas. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Peremajaan Isolat Aktinomisetes

Dua puluh satu isolat aktinomisetes diremajakan pada medium SCA (10 g pati, 0,30 g kasein, 2 gram KNO₃, 2 g K₂HPO₄, 2 g NaCl, 0,005 MgSO₄.7H₂O, 0,02 g CaCO₃, 0,010 g FeSO₄.7H₂O, 16 g Agar, 1000 ml akuades) dengan menggunakan metode *streak plate*. Isolat diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari (Harikrishnan *et al.* 2014).

Persiapan Inokulum Aktinomisetes

Aktinomisetes pada medium SCA diambil sebanyak 4 *disk* yang berukuran 6 mm untuk diinokulasikan ke dalam 50 ml medium SCB (Hajri 2016). Selanjutnya diinkubasi dalam *shaker incubator* selama 5 hari pada suhu 30°C dengan kecepatan 150 rpm. Penghitungan populasi aktinomisetes dengan metode *serial dilution & Total Plate Count* (TPC). Inokulum aktinomisetes yang digunakan adalah populasi 10⁸ CFU/ml (Harikrishnan *et al.* 2014).

Uji Produksi IAA

Inokulum aktinomisetes sebanyak 1 ml (10⁸ CFU/ml) dimasukkan ke dalam 4 ml medium SCB yang diperkaya dan tanpa diperkaya L-triptofan (500 µg/ml) (Pattern & Glick 2002), selanjutnya diinkubasi pada *shaker incubator* selama 5 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 30°C (Harikrishnan *et al.* 2014). Sebanyak 1 ml (10⁸ CFU/ml) inokulum aktinomisetes selanjutnya disentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Pada akhir masa inkubasi supernatan

sebanyak 1 ml dipindahkan ke dalam tabung reaksi steril kemudian ditambahkan 4 ml pereaksi *Salkowski* (150 ml larutan H_2SO_4 pekat, 7,5 ml $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0,5 M, 250 ml akuades), kemudian diinkubasi selama 30 menit Selanjutnya, dilakukan pengukuran nilai absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm (Pattern & Glick 2002).

Uji Perkecambahan Cabai Merah Secara *In Vitro*

Benih cabai yang digunakan adalah benih yang tenggelam saat direndam dengan air, selanjutnya didesinfeksi menggunakan natrium hipoklorit 2% selama 5 menit, dicuci dengan akuades steril sebanyak 3 kali dan dikering-anginkan dalam cawan petri (Wahyuni 2016). Benih diberi perlakuan dengan perendaman dalam 10 ml inokulum masing-masing isolat 10^6 CFU/ml selama 24 jam. Kontrol adalah benih cabai yang direndam dalam akuades steril. Masing-masing dua puluh benih cabai diletakkan di dalam cawan petri steril yang sudah dilapisi dengan kapas.

Parameter Pengamatan Perkecambahan Cabai Merah

Parameter yang diamati adalah panjang kecambah dan panjang akar. Panjang kecambah diukur dari pangkal batang sampai ujung *shoot*, sedangkan panjang akar diukur dari pangkal leher akar primer sampai dengan ujung akar primer. Pengukuran dilakukan 15 hari setelah penyemaian (HSP).

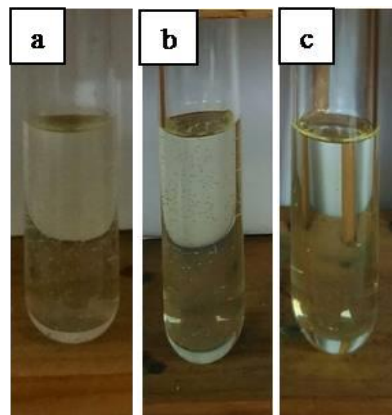
Analisis Data

Data uji produksi IAA dan perkecambahan cabai merah dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) dengan program SPSS 17 untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% jika terdapat pengaruh nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

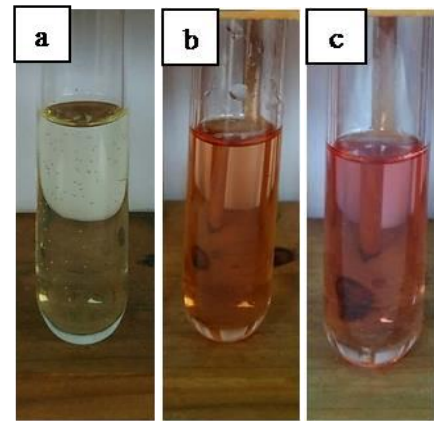
Uji Produksi IAA

Keseluruhan isolat aktinomisetes pada medium SCB tanpa tripofan menghasilkan warna kekuningan yang mengindikasikan tidak terbentuknya IAA seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Penelitian Meudt dan Gaines (1967); Deslandes *et al.* (2001) melaporkan warna kuning mengindikasikan bahwa isolat mampu menghasilkan indol, skatol, asam indol butirat maupun asam indol propionat. Hasil ini berbeda dengan penelitian Wahyuni (2016) yang melaporkan bakteri lokal Riau GGH₁ menggunakan medium NB tanpa triptofan menghasilkan IAA dengan membentuk warna kemerahan dan isolat bakteri GGH₄ menghasilkan warna merah muda.



Gambar 1 . Warna yang terbentuk pada isolat aktinomisetes setelah penambahan pereaksi *Salkowski* pada medium SCB (a) kontrol (b) Isolat L11 (c) Isolat L225.

Seluruh isolat aktinomisetes uji pada medium SCB diperkaya triptofan membentuk warna merah muda yang mengindikasikan bahwa isolat mampu menghasilkan IAA. Hal ini disebabkan oleh adanya interaksi antara IAA dengan pereaksi *Salkowski* yang mengandung $FeCl_3$ dan H_2SO_4 membentuk senyawa kompleks tris-(indole-3-aceto)-iron (III) (Sukmadewi *et al.* 2015). Hasil penelitian Wahyuni (2016) melaporkan isolat bakteri GGH₁ dan isolat GGH₄ membentuk warna merah muda pada medium NB diperkaya triptofan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat aktinomisetes hanya mampu menghasilkan IAA pada medium SCB diperkaya triptofan saja. Gambar 2. memperlihatkan warna yang mengindikasikan terbentuknya IAA pada medium SCB diperkaya triptofan setelah penambahan pereaksi *Salkowski*.



Gambar 2 . Warna yang terbentuk pada isolat aktinomisetes setelah penambahan pereaksi *Salkowski* pada medium SCB diperkaya triptofan (a) Kontrol (b) Isolat L11 (c) Isolat L225.

Hasil produksi IAA menunjukkan bahwa isolat aktinomisetes L225 ($37,70 \pm 1,00 \mu\text{g/ml}$) dan L223 ($36,49 \pm 1,47$) memberikan hasil berbeda nyata terhadap produksi IAA pada medium SCB diperkaya triptofan. Produksi IAA oleh isolat aktinomisetes diperlihatkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Konsentrasi IAA pada Medium SCB Diperkaya Triptofan

No	Kode Isolat	Konsentrasi IAA ($\mu\text{g/ml}$)	No	Kode Isolat	Konsentrasi IAA ($\mu\text{g/ml}$)
1	L11	$20,71 \pm 1,18$ ^{hi}	12	L421	$9,01 \pm 0,15$ ^{cd}
2	L12	$10,15 \pm 0,53$ ^d	13	L513	$16,02 \pm 3,71$ ^{efg}
3	L13	$3,45 \pm 1,06$ ^a	14	MH11	$14,07 \pm 0,45$ ^e
4	L15	$8,08 \pm 0,24$ ^{cd}	15	MH23	$5,42 \pm 0,22$ ^{ab}
5	L18	$21,74 \pm 1,24$ ⁱ	16	SM11	$16,81 \pm 0,91$ ^{fg}
6	L121	$7,00 \pm 0,47$ ^{bc}	17	SM12	$18,15 \pm 0,97$ ^g
7	L223	$36,49 \pm 1,47$ ^k	18	SM13	$7,17 \pm 1,00$ ^{bc}
8	L225	$37,70 \pm 1,00$ ^k	19	SM32	$18,50 \pm 1,36$ ^{gh}
9	L311	$17,68 \pm 1,45$ ^{fg}	20	SM111	$15,32 \pm 1,12$ ^{ef}
10	L313	$26,19 \pm 3,69$ ^j	21	SM113	$6,68 \pm 0,37$ ^{bc}
11	L321	$9,02 \pm 0,62$ ^{cd}			

Keterangan: Angka pada kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Produksi IAA oleh aktinomisetes pada penelitian ini lebih tinggi berbanding dengan isolat bakteri GGO₂ yang berasal dari tanah gambut Riau sebesar $24,51 \pm 5,53 \mu\text{g/ml}$ menggunakan medium NB dengan

penambahan 500 $\mu\text{g/ml}$ L-triptofan dan inkubasi selama 3 hari (Wahyuni *et al.* 2016). Konsentrasi IAA ini juga lebih tinggi dibanding hasil yang dilaporkan Mawarti (2017) bahwa isolat aktinomisetes lokal Riau

menggunakan medium SCB diperkaya triptofan dan inkubasi selama 3 hari menghasilkan IAA sebesar $35,97 \pm 4,06$ $\mu\text{g/ml}$. Hasil pada penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian Gangwar *et al.* (2014) yang melaporkan produksi IAA oleh *Streptomyces griseofuscus* pada medium SCB diperkaya triptofan dengan waktu inkubasi selama 7 hari sebesar $145,9$ $\mu\text{g/ml}$. Berdasarkan penelitian ini, konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh isolat aktinomisetes dipengaruhi oleh isolat yang diuji, media yang digunakan, waktu inkubasi, populasi isolat dan penambahan konsentrasi triptofan yang digunakan.

Aktinomisetes yang ditumbuhkan pada medium SCB diperkaya triptofan menghasilkan IAA yang disintesis melalui

jalur *tryptophan-dependent pathway* menggunakan triptofan sebagai prekursor. Menurut Spaepen *et al.* (2007) sintesis IAA dengan memanfaatkan triptofan memiliki 5 jalur, yaitu *indole-3-acetamide* (IAM), jalur *indole-3-pyruvic acid* (IPyA), jalur *triptamine* (TAM), jalur *indole 3-acetonitrile* (IAN) dan jalur *Trp side-chain oxidase* (TSCO).

Uji Perkecambahan Cabai Merah

Perendaman benih cabai merah dalam inokulum aktinomisetes memberikan respons pada panjang kecambah dan akar cabai merah. Rata-rata panjang kecambah dan akar dipelihatkan pada Tabel 2 dan perkecambahan cabai merah pada 15 HSP secara *in vitro* (Gambar 3).

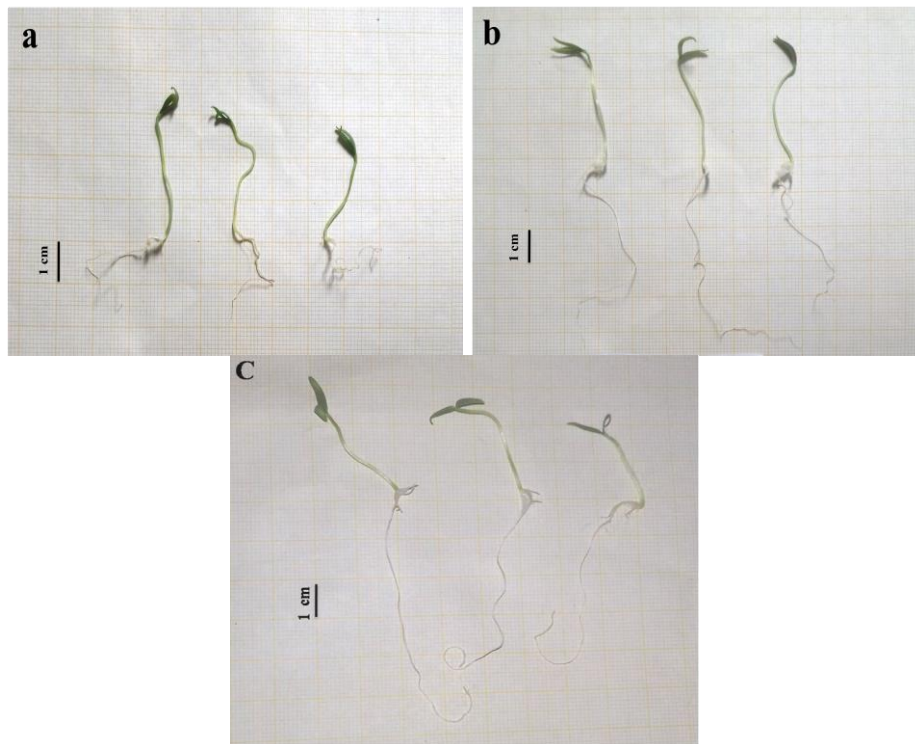
Tabel 2. Rata-rata panjang kecambah dan akar kecambah cabai merah pada 15 Hari Setelah Penyemaian (HSP)

No	Kode Isolat	Panjang Kecambah (cm)	Panjang Akar (cm)	No	Kode Isolat	Panjang Kecambah (cm)	Panjang Akar (cm)
1	Kontrol	$2,71 \pm 0,11$ ^a	$4,06 \pm 0,51$ ^a	12	L321	$3,63 \pm 0,24$ ^{efg}	$5,72 \pm 0,06$ ^{ghij}
2	L11	$3,84 \pm 0,18$ ^g	$5,57 \pm 0,25$ ^{fghi}	13	L421	$3,68 \pm 0,34$ ^{efg}	$5,98 \pm 0,28$ ^{ij}
3	L12	$2,97 \pm 0,47$ ^{abc}	$4,19 \pm 0,61$ ^{ab}	14	L513	$3,48 \pm 0,09$ ^{defg}	$5,63 \pm 0,22$ ^{fghi}
4	L13	$2,92 \pm 0,35$ ^{ab}	$4,57 \pm 0,18$ ^{bc}	15	MH11	$3,43 \pm 0,19$ ^{def}	$5,42 \pm 0,08$ ^{efgh}
5	L15	$3,14 \pm 0,10$ ^{bcd}	$4,89 \pm 0,21$ ^{cd}	16	MH23	$3,54 \pm 0,16$ ^{defg}	$5,57 \pm 0,07$ ^{fghi}
6	L18	$2,83 \pm 0,10$ ^{ab}	$4,98 \pm 0,08$ ^{cde}	17	SM11	$3,34 \pm 0,16$ ^{cde}	$5,31 \pm 0,25$ ^{fghi}
7	L121	$2,87 \pm 0,13$ ^{ab}	$4,92 \pm 0,18$ ^{bc}	18	SM12	$2,87 \pm 0,32$ ^{bcd}	$4,79 \pm 0,35$ ^{cde}
8	L223	$2,91 \pm 0,19$ ^{ab}	$4,94 \pm 0,18$ ^{bc}	19	SM13	$3,44 \pm 0,13$ ^{defg}	$5,37 \pm 0,16$ ^{defg}
9	L225	$3,19 \pm 0,24$ ^{bcd}	$5,23 \pm 0,13$ ^{def}	20	SM32	$2,72 \pm 0,13$ ^a	$4,92 \pm 0,12$ ^{bc}
10	L311	$2,99 \pm 0,04$ ^{abc}	$5,16 \pm 0,12$ ^{def}	21	SM111	$3,82 \pm 0,14$ ^{fg}	$6,12 \pm 0,19$ ^j
11	L313	$3,46 \pm 0,07$ ^{defg}	$5,31 \pm 0,28$ ^{defg}	22	SM113	$3,63 \pm 0,19$ ^{efg}	$5,88 \pm 0,09$ ^{hij}

Keterangan: Angka pada kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan isolat L11 memberikan hasil berbeda nyata terhadap isolat lainnya dan kontrol pada panjang kecambah sebesar $3,84 \pm 0,18$ cm (Gambar 3b). Hasil penelitian Muthukumar *et al.* (2010) melaporkan menggunakan bakteri endofit memberikan respons pada panjang kecambah cabai secara *in vitro* sebesar 4,33 cm dan penelitian Akintokun & Taiwo (2016)

menggunakan rizobakteri pada kecambah tomat dengan panjang kecambah $3,9 \pm 0,01$ cm menggunakan metode yang sama. Hasil pada penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilaporkan Wahyuni (2016) menggunakan isolat bakteri lokal Riau GGH₃ pada tanaman cabai merah varietas CA 237 dengan media tanah memperoleh panjang kecambah $2,83 \pm 0,46$ cm.



Gambar 3. Perkecambahan cabai merah pada 15 HSP secara *in vitro* (a) Kontrol (b) Perlakuan isolat L11 (c) Perlakuan isolat SM111.

Isolat aktinomisetes tidak hanya memberikan pengaruh terhadap panjang kecambah tetapi juga panjang akar kecambah cabai merah. Isolat SM111 memberikan hasil berbeda nyata terhadap isolat lain dan kontrol dengan panjang sebesar $6,12 \pm 0,19$ cm (Gambar 3c). Hasil penelitian Muthukumar *et al.* (2010) melaporkan menggunakan bakteri endofit memberikan respons pada panjang akar cabai sebesar 8,23 cm. Wahyuni (2016) melaporkan pemberian isolat bakteri lokal Riau AGH₄ memacu panjang akar sebesar $3,87 \pm 1,17$ cm pada tanaman cabai merah menggunakan media tanah. Produksi IAA yang tinggi tidak menghasilkan panjang kecambah dan akar yang tertinggi. Panjang kecambah dan akar cabai merah dapat dipengaruhi oleh sumber isolat, jenis isolat, media dan varietas cabai merah yang digunakan dalam uji perkecambahan.

Peningkatan panjang kecambah dan akar cabai merah dipengaruhi oleh peran IAA dalam menstimulasi proses pemanjangan sel dengan mempengaruhi elastisitas dan plastisitas dinding sel. Catala *et al.* (2000) menyatakan induksi IAA dapat mengaktifkan pompa proton (ion H⁺) pada sitoplasma sehingga menyebabkan pH sitoplasma dan

dinding sel menjadi asam. Aktifnya pompa proton dan kondisi asam dapat memutuskan ikatan hidrogen antara serat selulosa dinding sel sehingga dinding sel mudah merenggang dan tekanan dinding sel menurun serta sel menjadi elastis. Kondisi ini menyebabkan air mudah masuk dan tekanan turgor meningkat. Hal ini menyebabkan sel mengembang sehingga terjadi pemanjangan sel dan proses pembentukan dinding sel yang baru.

KESIMPULAN

Isolat aktinomisetes hanya mampu menghasilkan IAA pada medium SCB diperkaya triptofan. Isolat aktinomisetes L225 menghasilkan IAA tertinggi pada medium SCB diperkaya triptofan dengan konsentrasi $37,70 \pm 1,00$ µg/ml. Isolat aktinomisetes L11 memberikan hasil yang berbeda nyata dengan isolat lain dan kontrol pada panjang kecambah dan isolat aktinomisetes SM111 pada panjang akar kecambah cabai merah secara *in vitro*.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Kemenristek DIKTI melalui dana Hibah Bersaing atas nama Dr. Tetty Marta Linda, M.Si.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Alla MH, El-Sayed, Rasmey M.** 2013. Indole-3-Acetic Acid (IAA) Production by *Streptomyces Atrovirens* Isolated from Rhizospheric Soil in Egypt. *Journal of Biology and Earth Sciences* 3(2): 182-193.
- Akintokun AK, Taiwo MO.** 2016. Comparison of Single Culture and The Consortium of Growth-Promoting Rhizobacteria from Three Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Varieties. *Advances in Plants & Agriculture Research* 5(1): 1-8
- Aryantha NP, Lestari, DP, Pangesti NPD.** 2004. Potensi Isolat Bakteri Penghasil IAA dalam Peningkatan Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau pada Kondisi Hidroponik. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 9(2): 1-7.
- Bilkay IS, Karakoc S, Aksoz N.** 2010. Indole-3-Acetic Acid and Gibberellic Acid Production in *Aspergillus niger*. *Turk J Biol* 34: 313-318.
- Catala C, Rose JKC, Bennett AB.** 2000. Auxin Regulated Genes Encoding Cell Wall-Modifying Proteins are Expressed During Early Tomato Fruit Growth. *Plant Physiology* 122: 527-534
- Deslandes B, Gariiepy C, Houde A.** 2001. Review of Microbiol and Biochemical Effects of Skatol in Animal Production. *Livestock Production Science* 71: 193-200.
- Gajendran S, Rebecca JL, Sharmila S, Dhanalakshmi V, Dam P, Ranjeet.** 2012. A Study on the Indole Acetic Acid Production by *Streptomyces* spp. Isolated from the Rhizosphere Soil of the Five Flowering Plants. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology* 3(1): 21-27.
- Gangwar M, Dogra S, Gupta UP, Kharwar RN.** 2014. Diversity and Biopotential of Endophytic Actinomycetes from Three Medical Plant in India. *African Journal of Microbiology Research* 8(2): 184-191.
- Gopalakrishnan et al.** 2011. Biocontrol of Charcoal-Rot of Sorghum by Actinomycetes Isolated from Herbal Vermicompost. *African Journal of Biotechnology* 10(79): 18142-18152.
- Hajri N.** 2016. Kemampuan Aktinomisetes dari Tanah Gambut Riau dalam melarutkan fosfat dan Agen Biokontrol pada Fungi *Fusarium Oxysporum* (Schlecht) dan *Colletotrichum capsici* (Syd). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. Pekanbaru
- Harikrishnan H, Shanmugaiah V, Balasubramanian N.** 2014. Optimization For Production Of Indole Acetic Acid (IAA) by Plant Growth Promoting *Streptomyces* sp VSMGT1014 Isolated From Rice Rhizosphere. *International Journal of Current Microbiology And Applied Sciences* 3(8): 158-171.
- Kholida FT, Zulaika E.** 2015. Potensi *Azotobacter* Sebagai Penghasil Hormon Indole Acetic Acid (IAA). *Jurnal Sains dan Seni ITS* 4(1): 2337-3520.
- Linda TM, Martina A, Febrianti BL, Herlinda, Tabri.** 2016. Seleksi Aktinomisetes Penghasil Protease dari Tanah Gambut Desa Langkai, Siak, Riau. *Jurnal Riau Biologia* 1(10): 62-66.
- Mawarti I.** 2017. Seleksi Isolat Aktinomisetes Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar dalam Menghasilkan Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. Pekanbaru.

- Meudt WJ dan Gaines TP.** 1967. Studies on the Oxidation of Indole-3-Acetic Acid by Peroxidase Enzymes. I. Colorimetric Determination of Indole-3-Acetic Acid Oxidation Products. *Plant Physiology* (42): 1395-1399.
- Muthukumar A, Nakkeran S, Eswaran A, Sangeetha G.** 2010. In Vitro of Bacterial Endophytes Against The Chilli Damping-Off Pathogen *Pythium aphanidematum*. *Phytopathol Mediterr* 49(2): 179-186.
- Pattern CL, Glick BR.** 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole Acetic Acid in Development of The Host Plant Root System. *Applied Environmental Microbiology* 68(8): 3795-3801.
- Pesrita A, Linda TM, Devi S.** 2017. Seleksi dan Aktivasi aktinomisetes Lokal Riau pad Media Lignoselulosa Ampas Tebu. *Jurnal Riau Biologia* 2(1):8-13.
- Spaepen S dan Vabderleyden J.** 2010. Auxin and Plant-Microbe Interactions. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. Khatolieke Universiteit Leuven 1-13.
- Sukmadewi TK, Suharjono, Antonius S.** 2015. Uji Potensi Bakteri Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari Tanah Rhizosfer Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Jurnal Biotropika* 3(2): 91-94.
- Wahyuni D, Linda TM, Lestari W.** 2016. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Gambut Riau dalam Memproduksi Hormone Indole Acetic Acid (IAA) dan Pengaruhnya Terhadap Perkecambahan Benih Cabai Merah (*Capsicum Annuum L.*). *Bio-site* 2(2): 1-50.
- Wahyuni D.** 2016. Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Memproduksi Hormon *Indole Acetic Acid* dan Uji Perkecambahan Terhadap Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum L.*). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Widawati S, Nurkanto A, Sudiana M.** 2008. Aktivitas Pelarutan Fosfat oleh Aktinomisetes yang Diisolasi dari Waigeo, Kepulauan Raja Ampat, Papua Barat. *Biodiversitas* 9(2):87-90.