

**SELEKSI BAKTERI ENDOFIT DARI AKAR TANAMAN
OKRA (*Abelmoschus esculantus*) SEBAGAI AGENS
BIOKONTROL *Fusarium oxysporum***

**Selection of Endophytic Bacteria from Root of Okra
(*Abelmoschus esculantus*) as a Biocontrol of *Fusarium
oxysporum***

**Evan Purnama Ramdan^{1*} Ely Lailatul Maghfiroh² Reni
Rinika² Abdul Munif²**

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Gunadarma

² Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB
University

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v7i1.4545>

Terima 20 Juni 2020

Revisi 19 Oktober 2020

Terbit 7 Januari 2021

Abstrak: Okra telah menjadi salah satu sayuran penting di Indonesia, sehingga upaya peningkatan produksi perlu ditingkatkan. Salah satu faktor pembatasnya yaitu serangan patogen tular tanah yang sulit dikendalikan. Oleh karena itu, pengendalian alternatif lain perlu dikaji. Pada penelitian ini akan dilakukan seleksi terhadap bakteri endofit perakaran okra yang berpotensi mengendalikan *Fusarium oxysporum*. Isolasi bakteri endofit berasal dari perakaran tanaman okra yang kemudian dikarakterisasi morfospesies dan diuji keamanan hayatinya dengan uji haemolisis dan hipersensitif. Uji *dual culture* dilakukan untuk memperoleh bakteri endofit yang berpotensi sebagai agens biokontrol dengan mengamati pembentukan zona hambat. Selain itu daya hambat bakteri endofit juga dihitung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 9 isolat bakteri endofit dari perakaran okra. Seleksi dengan uji haemolisis dan hipersensitif menunjukkan ada 3 isolat yang aman secara hayati. Pada pengujian lanjutan, dari 3 isolat diperoleh 1 isolat terbaik (AOB3) yang mampu menghambat

* Korespondensi email: evan_ramdan@staff.gunadarma.ac.id

Alamat : Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Pondok Cina, Beji, Depok, Jawa Barat 16424

pertumbuhan *F. oxysporum* dengan efikasi 19.3% dan membentuk zona hambat sebagai ciri mekanisme antibiosis.

Kata kunci : Agens hayati, antibiosis, patogen tular tanah, uji *dual culture*

Abstract: Okra has become one of the most important vegetables in Indonesia, in which its production need to be increased. One limiting factor is the attack of soil-borne pathogens that are difficult to control. Therefore, new alternative controls need to be assessed. In this research, several endophytic bacteria were isolated and tested for their potency as control of *Fusarium oxysporum*. Isolation of endophytic bacteria was derived from roots of okra plants which were then characterized by morphospecies and tested for their safety by haemolysis and hypersensitivity tests. A dual culture test was performed to obtain endophytic bacteria that have potential as biocontrol agents by observing formation of inhibitory zones. In addition, inhibitory properties of endophytic bacteria were also calculated. The results showed that nine isolates of endophytic bacteria were obtained from okra roots. Selection by haemolysis and hypersensitivity tests showed that there were three isolates that were biologically safe. In further testing, one of the three obtained isolates (AOB3) was considered the best in inhibit *F. oxysporum* growth with an efficacy of 19.3%, and form an inhibitory zone as a characteristic of antibiotic mechanism.

Key words : Antibiosis, biological agent, dual culture test, soil-borne pathogen

1. Pendahuluan

Okra (*Abelmoschus esculantus*) merupakan tanaman sayuran penting yang tumbuh di seluruh belahan dunia (Athar dan Bokhari 2006) termasuk Indonesia. Umumnya okra dikonsumsi sebagai sayuran dari bagian buah muda baik dalam bentuk segar (direbus atau digoreng) atau dalam bentuk kering. Adapun manfaat dari okra yaitu ketersediaan serat yang tinggi dalam bentuk lendir dan peptin yang membantu menurunkan kadar kolesterol dan mengurangi resiko penyakit jantung (Sanwal *et al.* 2007). Tanaman ini membutuhkan musim hujan yang hangat dan suhu yang tinggi (Afzal *et al.* 2013). Berbagai penelitian telah dilakukan

untuk meningkatkan pertumbuhan okra seperti melalui berbagai jenis dan dosis pupuk baik yang organik dan non-organik serta PGPR (Adekiya *et al.* 2019; Rustiawan *et al.* 2017; Arifa *et al.* 2019; Christy *et al.* 2020). Selain kegiatan budidaya, adanya serangan patogen tular tanah seperti *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., and *Meloidogyne* spp., the root knot nematodes (Ehteshamul-Haque *et al.* 1996; Sultana *et al.* 2005) menjadi faktor pembatas produksi okra.

Kebanyakan patogen tular tanah sulit untuk dikendalikan menggunakan strategi konvensional seperti penggunaan kultivar resisten maupun fungisida sintetik (Weller *et al.* 2002), sehingga diperlukan alternatif pengendalian seperti menggunakan bakteri endofit. Bakteri endofit yaitu bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerugian maupun mendapatkan manfaat dari residensi lainnya (Kobayasi dan Palumbo 2000). Berbagai penelitian telah dilakukan hingga saat ini untuk mengidentifikasi hubungan menguntungkan dengan menggunakan bakteri endofit dalam proteksi tanaman (Siddiqui dan Ehteshamul-Haque 2001; Hallmann *et al.*, 1998; Tariq *et al.* 2009). Selain itu, endofit juga memacu pertumbuhan tanaman dengan sejumlah mekanisme, seperti aktivitas pelarut fosfat (Altomare *et al.*, 1999), produksi IAA (Tariq *et al.* 2009), dan produksi siderofor (Leong 1986).

Asosiasi endofit pada okra dari kelompok *Pseudomonas* dan *Trichoderma* telah dilaporkan oleh Afzal *et al.* (2013). Kedua kelompok tersebut telah mampu menekan nematoda puru akar, *R. solani*, *M. phaseiolina*, *F. solani*, *M. javanika* (Afzal *et al.* 2013). Meskipun demikian, endofit pada okra masih terbuka luas untuk dieksplorasi lebih banyak lagi. Selain kelompok *Pseudomonas* dan *Trichoderma*, masih banyak spesies endofit lainnya yang dapat diperoleh dan dipelajari fungsionalnya, khususnya sebagai agens biokontrol penyakit tanaman. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit yang mempunyai kemampuan sebagai agens biokontrol terhadap *F. oxysporum*.

2. Bahan dan Metode

Isolasi Bakteri Endofit

Bakteri endofit diisolasi dari perakaran tanaman okra yang diambil dari kebun *Agribusiness and Technology Park (ATP)*, IPB University. Isolasi bakteri endofit dilakukan mengikuti metode Mardhiana *et al.* (2017) yang dimodifikasi. Akar tanaman okra kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan tanah yang menempel, kemudian dikering-anginkan. Selanjutnya ditimbang sebanyak 1 g akar tanaman okra dan disterilkan permukaannya menggunakan alkohol 70% selama 35 detik, kemudian direndam dalam larutan NaOCl 3% selama 35 detik, lalu dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Akar yang sudah

disterilkan kemudian ditempelkan pada media TSA 20% (6 g TSB dan 3 g agar-agar bakto untuk 1000 mL akuades) sebagai kontrol untuk memastikan tidak ada kontaminan yang terbawa. Jika dalam waktu 48 jam terdapat mikroba yang tumbuh maka akar tersebut tidak digunakan dalam proses selanjutnya. Setelah diketahui tidak ada mikroba yang tumbuh, sampel akar digerus dan ditambah 10 mL akuades steril, kemudian diencerkan berseri sampai dengan pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} . Selanjutnya sebanyak 100 μ L suspensi ditubuhkan pada medium TSA 20% dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni tunggal yang tumbuh diamati berdasarkan bentuk koloni, bentuk tepi bakteri (Munif *et al.* 2015). Selanjutnya bakteri disimpan dalam biakan murni untuk dilakukan uji lanjut.

Uji Hipersensitif

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan isolat bakteri endofit yang berpotensi sebagai patogen tanaman. Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan koloni tunggal bakteri pada 10 mL medium TSB 100% kemudian digoyang selama 48 jam. Selanjutnya, sebanyak 3 mL suspensi bakteri endofit diinjeksikan pada daun tanaman tembakau. Setelah 48 jam diamati gejala yang muncul. Apabila terjadi nekrosis maka isolat bakteri berpotensi sebagai patogen tanaman dan tidak dapat digunakan pada uji selanjutnya (Klement dan Goodman 2000).

Uji Haemolisis

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan isolat bakteri endofit yang berpotensi sebagai patogen pada mamalia. Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan koloni tunggal pada medium agar darah. Apabila setelah 48 jam menunjukkan zona bening dan zona keruh (gelap) maka isolat bakteri endofit menandakan reaksi positif dalam mendegradasi sel darah merah mamalia, sehingga tidak dapat digunakan pada uji selanjutnya karena mampu mendegradasi komponen sel darah manusia (Payment *et al.* 1994).

Uji Kemampuan Bakteri Endofit dalam Menekan Pertumbuhan *F. oxysporum*

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri endofit yang berpotensi sebagai agens biokontrol *F. oxysporum*. Isolat *F. oxysporum* yang digunakan merupakan isolat koleksi dari Laboratorium Mikologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, IPB University. (Metode yang digunakan yakni *dual culture* dan menggunakan 2 jenis media yang berbeda. Media tumbuh yang digunakan untuk uji antagonis adalah media NA 100% dan media TSA. Patogen *F. oxysporum* ditanam tepat di tengah cawan Petri (diameter 8 cm).) Isolat *F. oxysporum* ditumbuhkan ditengah cawan petri dan diapit oleh bakteri endofit pada media PDA dan TSA, sebagai kontrol *F. oxysporum* ditumbuhkan tanpa bakteri endofit. Pengujian menggunakan

rancangan acak lengkap dengan 2 kali ulangan. Pertumbuhan *F. oxysporum* pada perlakuan dan pada kontrol diukur jari-jarinya, kemudian persentase penghambatan dihitung pada hari keenam setelah inokulasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Dengan P, persentase penghambatan pertumbuhan (%); R1, jarak jari-jari miselium pada perlakuan (cm); R2, jari-jari miselium pada kontrol (cm) (Munif *et al.* 2015).

Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian diuji statistik menggunakan program SAS 9.1 dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Bakteri Endofit dari Akar Okra

Total bakteri endofit yang diperoleh dari perakaran okra sebanyak 9 morfospesies (Tabel 1). Berdasarkan karakter morfologi, bakteri yang diperoleh umumnya berbentuk bulat (8 isolat) dan tidak beraturan (1 isolat). Sementara itu, bentuk sudut dan tepi koloni bakteri beragam satu dengan yang lainnya. Masing-masing isolat kemudian diuji potensinya sebagai agens hayati untuk pengendalian penyakit tanaman.

Tabel 1. Morfologi bakteri endofit asal akar okra

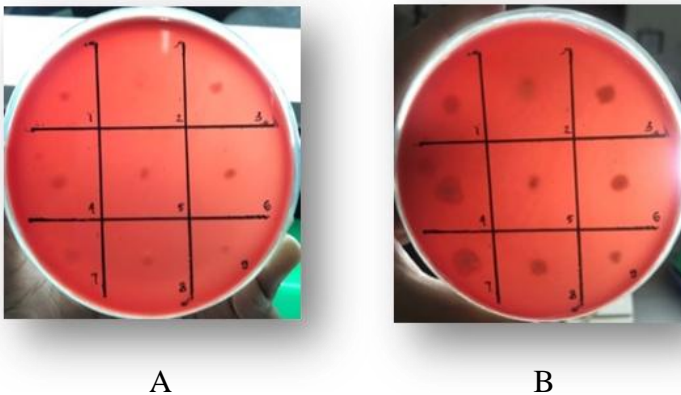
Kode Isolat	Bentuk	Sudut	Tepi
AOB1	Irregular	Umbonate	Undulate
AOB2	Circular	Flat	Entire
AOB3	Circular	Umbonate	Lobate
AOB4	Circular	Flat	Undulate
AOB5	Circular	Flat	Lobate
AOB6	Circular	Umbonate	Entire
AOB7	Circular	Crateriform	Undulate
AOB8	Circular	Flat	Undulate
AOB9	Circular	Flat	Entire

Jumlah morfospesies yang didapatkan menunjukkan bahwa hanya 9 morfospesies bakteri endofit saja yang berasosiasi dengan Okra. Hal ini disebabkan karena isolasi hanya dilakukan pada perakaran dari 1 tanaman saja, tidak dari banyak tanaman. Ray *et al.* (2015) telah memperoleh 150 strain bakteri endofit dari tanaman okra sehat yang diisolasi selama periode 6 bulan, sehingga populasi bakteri endofit pada tanaman okra masih berpeluang untuk dieksplorasi baik jenis bakterinya maupun fungsionalnya sebagai agens hayati maupun pemacu pertumbuhan tanaman.

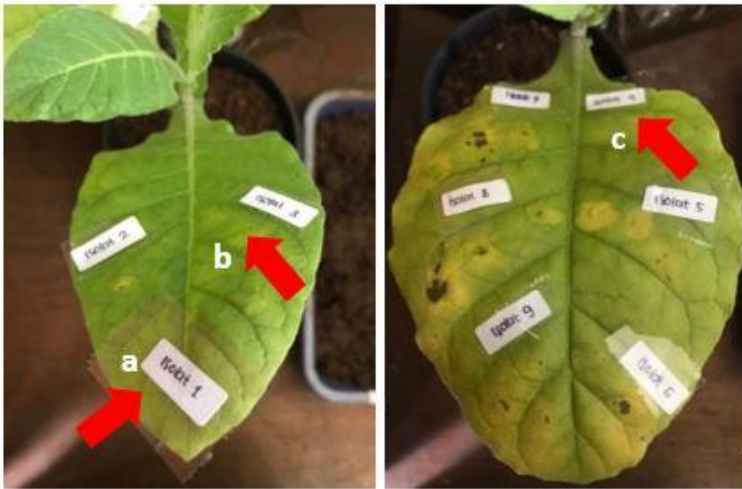
Hasil pengujian keamanan hayati berupa uji haemolisis menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit yang diperoleh tidak menunjukkan adanya potensi sebagai patogen pada mamalia dengan tidak terbentuknya zona bening pada medium agar darah pada pengamatan 24 dan 48 jam setelah inokulasi (Gambar 1). Akan tetapi, pada uji hipersensitif sebanyak 6 isolat menunjukkan

Seleksi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman OkRA (*Abelmoschus esculantus*) Sebagai Agens Biokontrol *Fusarium oxysporum*

potensi sebagai patogen pada tanaman yang ditunjukkan dengan munculnya gejala nekrotik pada daun tembakau yang telah diinokulasi bakteri endofit (Gambar 2). Reaksi hipersensitif muncul sebagai pertahanan tanaman untuk menghambat pertumbuhan patogen. Berdasarkan kedua pengujian tersebut, isolat yang aman secara hayati yaitu yang bereaksi negatif pada uji hipersensitif dan haemolisis. Adapun isolat yang bereaksi negatif terhadap kedua pengujian yaitu isolat AOB1, AOB3, dan AOB4 (Tabel 2), yang terpilih untuk diuji pada tahap selanjutnya.



Gambar 1. Uji hemolisis bakteri endofit pada medium agar darah A) 24 jam setelah inokulasi, B) 48 jam setelah inokulasi



Gambar 2. Uji hipersensitif pada daun tembakau isolat: a. AOB1, b. AOB3, dan c. AOB4

Tabel 2. Pengujian keamanan hayati bakteri endofit asal akar okra

Kode Isolat	Pengujian Hipersensitif	Pengujian Haemolisis
AOB1	-*	-
AOB2	+	-
AOB3	-	-
AOB4	-	-
AOB5	+	-
AOB6	+	-
AOB7	+	-
AOB8	+	-
AOB9	+	-

* + : menunjukkan reaksi hipersensitif / haemolisis, - : tidak menunjukkan reaksi hipersensitif / haemolisis

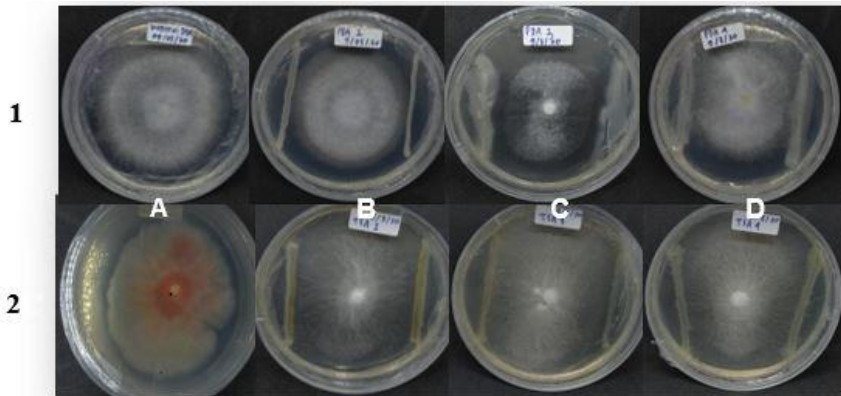
Kemampuan Bakteri Endofit Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Berdasarkan uji statistik, pada media PDA bakteri endofit menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap penghambatan pertumbuhan *F. oxysporum* yang ditunjukkan dengan adanya zona

bening pada pertemuan bakteri endofit dan patogen, sedangkan pada media TSA tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena PDA merupakan medium yang tidak sesuai bagi pertumbuhan bakteri, sehingga dengan kondisi tercekam bakteri endofit akan memproduksi metabolit sekunder untuk keberlangsungan hidupnya.

Tanaman okra telah dilaporkan Tandi *et al.* (2020) mampu memproduksi flavonoid dan alkaloid sebagai metabolit sekunder. Flavonoid dan alkaloid telah diketahui sebagai senyawa antimikroba dengan mengganggu permeabilitas membran sel dan respirasi sel, serta berperan dalam interkalasi DNA (Dewi *et al.* 2016; Yanti *et al.* 2016). Berbeda dengan bakteri endofit pada TSA yang merupakan medium yang menyediakan nutrisi lengkap untuk bakteri. Bakteri endofit tidak perlu mempertahankan hidupnya dengan memproduksi metabolit sekunder, sebab suplai nutrisi sudah terjamin.

Pada medium PDA, semua isolat bakteri endofit menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan *F. oxysporum*. Akan tetapi, hanya ada 1 isolat yang membentuk zona hambat, yaitu isolat AOB3. Hal ini menunjukkan bahwa isolat AOB3 mempunyai mekanisme antibiosis dalam menekan pertumbuhan patogen dengan efikasi penghambatan sebesar 19.35%, diikuti oleh silat AOB4 dan AOB1, berturut-turut sebesar 16.13% dan 14.51% (Tabel 3).



Gambar 3. Uji antagonis bakteri endofit asal akar okra terhadap pertumbuhan *F.oxysporum* pada media 1). PDA, 2) TSA, A).kontrol, B) AOB1, C) AOB3, dan D) AOB4

Tabel 3. Daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum*

Kode Isolat	Medium PDA			Medium TSA		
	Panjang jari-jari (cm)	Efikasi (%)	Zona bening	Panjang jari-jari (cm)	Efikasi (%)	Zona bening
Kontrol	3.10a*	0	-	2.30a	0	-
AOB1	2.65 b	14.51	-	2.70a	-17.39	-
AOB3	2.50 c	19.35	+	2.70a	-17.39	-
AOB4	2.60bc	16.13	-	2.65a	-17.39	-

*Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji Tukey)

Pada penelitian ini zona hambat yang terbentuk masih sedikit, sebab besarnya zona hambat tergantung dari jenis dan stabilitas metabolit yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri yang berfungsi sebagai antifungi terhadap cendawan patogen. Selain itu, kemampuan penghambatan secara *in vitro* juga dapat dipengaruhi oleh jenis, kelarutan dan kestabilan senyawa antimikroba yang

dihasilkan oleh bakteri pada media uji, dan kepadatan serta jenis media uji (Arios *et al.* 2014).

4. Kesimpulan

Seleksi 9 isolat bakteri endofit dari perakaran tanaman okra diperoleh 3 isolat yang lolos uji keamanan hayati (tidak berbahaya bagi mamalia dan tanaman). Sementara itu isolat yang menunjukkan potensi sebagai agens biokontrol *F. oxysporum* adalah isolat AOB3 dengan ditunjukkan terbentuknya zona hambat dan kemampuan menekan pertumbuhan *F. oxysporum* sebesar 19.35%.

5. Referensi

- Adekiya, A.O., T.M. Agbede, C.M. Aboyeji, O. Dunsin, and Ugbe JO. 2019. Green manures and NPK fertilizer effect o soil properties, growth, yield, mineral, and vitamin C composition of Okra (*Abelmoschus esculantus* (L.) Moench). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 18(2):218-223.
- Afzal, S., S. Tariq, V. Sultana, J. Ara, S. Ehteshamul-Haque. 2013. Managing the root disease of okra with endo-root plant growth promoting *Pseudomonas* and *Trichoderma viridae* associated with healthy okra roots. *Pak. J. Bot.* 45(4): 1455-1460.

- Altomare, C., W.A. Norvell, T. Bjorkman and G.E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rafai 1295-22. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65: 2926-2933.
- Arifah, S.H., M. Astiningtrum, dan Y.E. Susilowati. 2019. Efektivitas macam pupuk kandang dan jarak tanam pada hasil tanaman okra (*Abelmoschus esculantus* L. Moench). *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 4(1):38-42.
- Arios, N.L., D. Suryanto, K. Nurtjahja, E. Munir. 2014. Asai kemampuan bakteri endofit dari kacang tanah dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium* sp. pada kecambah kacang tanah. *Jurnal HPT Tropika*. 14(2):178-186.
- Athar, M., dan T.Z. Bokhari. 2006. Ethnobotany and production constraints of traditional and commonly used vegetables of Pakistan. *J. Vege. Sci.*, 12: 27-38.
- Christy, M.D.W.S., K. Yurlisa, dan K.P. Wicaksono. 2020. Pengaruh konsentrasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang ayam pada pertumbuhan dan hasil tanaman okra merah (*Abelmoschus esculantus* (L.) Moench) di musim hujan. *Jurnal Produksi Tanaman* 8(1): 49-57.

- Dewi, S., S.N.Y.R.S. Assegaf, D. Natalia, dan Mahyarudin. 2016. Efek ekstrak etanol daun kesum (*Polygonum minus* Huds.) sebagai Antifungi terhadap *Trichophyton rubrum*. *Jurnal kesehatan Andalas* 8 (2): 198-203.
- Ehteshamul-Haque, S., M. Abid, V. Sultana, J. Ara and A. Ghaffar. 1996. Use of organic amendments on the efficacy of biocontrol agents in the control of root rot and root knotdisease complex of okra. *Nematol. Medit.*, 24: 13-16.
- Hallmann, J., A. Quadt-Hallman, R. Rodriuez-Kabana and J.W. Kloepper. 1998. Interactions between *Meloidogyne incognita* and endophytic bacteria in cotton and cucumber. *Soil Biol. Biochem.*, 30: 925-937.
- Klement Z, Goodman R. 1967. The hypersensitive reaction to infection by bacterial plant pathogens. *Ann Rev Phytopathol.* 5 (1): 17-44.
- Kobayashi, J.W. and J.D. Palumbo. 2000. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture. pp. 199-233. In: *Microbial Endophytes*. (Eds.): C.W. Baccon and J.F. White. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Leong, J. 1986. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol of plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopath.*, 24: 187-209.
- Mardhiana M, Pradana AP, Adiwena M, Santoso D, Wijaya R, Murti Laksono A. 2017. Use of endophytic bacteria from

roots of *Cyperus rotundus* for biocontrol of *Meloidogyne incognita*. *Biodiversitas*. 18 (4): 1308-1315.

- Munif A, Pradana AP, Soekarno BPW, Herliyana NN. 2015. Isolasi dan uji potensi konsorsium bakteri endofit asal tanaman kehutanan sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman tomat. Prosiding Seminar Perlindungan Tanaman II. Bogor Agricultural University, Bogor, 13 November 2014
- Payment P, Coffin E, Paquette G. 1994. Blood agar to detect virulence factors in tap water heterotrophic bacteria. *Appl Environ Microbiol*. 60 (4): 1179-1183.
- Ray, S., S. Singh, B.K. Sarma, and H.B. Singh. 2015. Endophytic *Alcaligenes* Isolated from Horticultural and Medicinal Crops Promotes Growth in Okra (*Abelmoschus esculentus*). *J. Plant Growth Regul* : 1-12.
- Rustiawan. E., H. Jannah, dan H.J. Mirawati. 2017. Pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan benih okra (*Abelmoschus esculentus*) lokal Sumbawa sebagai dasar penyusunan buku petunjuk praktikum fisiologi tumbuhan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi* 5(1):27-33.
- Sanwal, S.K., K. Lakminarayana, R.K. Yadav, N. Rai, D.S. Yadav, and B. Mousumi. 2007. Effect of organic manures on soil fertility, growth, physiology, yield and quality of turmeric. *Indian J. Hort*. 64(4): 444-449.

- Siddiqui, I.A. and S. Ehteshamul-Haque. 2001. Suppression of the root rot-root knot disease complex by *Pseudomonas aeruginosa* in tomato: The influence of inoculum density, nematode population, moisture and other plant associated bacteria. *Plant & Soil*, 237: 81-89.
- Sultana, V., S. Ehteshamul-Haque, J. Ara and M. Athar. 2005. Comparative efficacy of brown, green and red seaweeds in the control of root infecting fungi of okra. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 2: 129-132.
- Tandi, J., B. Melinda, A. Purwantari, dan A. Widodo. 2020. Analisis kualitatif dan kuantitatif metabolit sekunder ekstrak etanol buah okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*. 6 (1): 74-80.
- Tariq, S., R. Khan, V. Sultana, J. Ara and S. Ehteshamul-Haque. 2009. Utilization of endo-root fluorescent *Pseudomonas* of chili for the management of root diseases of chili. *Pak. J. Bot.*, 41: 3191-3198.
- Weller, D.M., J.M. Raaijmakers, B.B.M. Gardener and L.S. Thomashow. 2002. Microbial population responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 40: 309-348.
- Yanti, N., Samingan, dan Mudatsir. 2016. Uji aktivitas antifungi ekstrak etanol gal manjakani (*Quercus infectoria*) terhadap

Candida albicans. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1):1-9.