



**Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir (SENATASI)
Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu**

EFEKTIVITAS DURASI PERENDAMAN BENIH MENGGUNAKAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN (CEP) TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH, INDEKS VIGOR DAN PERTUMBUHAN BIBIT JAGUNG

The Effectiveness of Duration Soaking Seeds Using Entomopathogenic Fungi (EPF) on Seed Germination, Vigor Indeks and Corn Seedling Growth

Indri Yanil Vajri¹, Trizelia^{2*}, Haliatur Rahma², Yusniwati³

¹Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas

²Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas

³Program Studi Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas

*Corresponding author: trizelia@yahoo.com

ABSTRAK

Cendawan entomopatogen (CEP) berperan sebagai biokontrol terhadap berbagai jenis serangga hama dan dapat hidup secara endofit pada berbagai jenis tanaman. CEP juga berperan sebagai biostimulant dengan menghasilkan hormon untuk meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. CEP sebagai biostimulant dapat diaplikasi dengan metode *seed treatment* dan efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis cendawan dan durasi perendaman. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh dari durasi perendaman benih menggunakan CEP terhadap perkecambahan, indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung. CEP yang digunakan diantaranya *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dan *Trichoderma asperellum*. Penelitian dilakukan pada kondisi laboratorium dan semi lapang. Benih jagung direndam dalam suspensi konidia CEP pada konsentrasi 1×10^8 konidia/ml dan atau dalam aquades steril selama 3, 6, 12, dan 24 jam. Persentase perkecambahan diamati pada hari ke-7 setelah inokulasi, indeks vigor diamati pada hari ke-12 setelah inokulasi dan pertumbuhan bibit diamati pada hari ke-28 setelah inokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan, perendaman benih dalam suspensi CEP dapat meningkatkan perkecambahan benih, indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung. Perendaman benih jagung dalam suspensi CEP selama enam jam, merupakan durasi terbaik untuk meningkatkan daya kecambah benih, indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung. *B. bassiana* merupakan CEP terbaik dalam meningkatkan perkecambahan benih dan *T. asperellum* merupakan CEP terbaik dalam meningkatkan indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung.

Kata Kunci : cendawan entomopatogen, endofit, indeks vigor, perkecambahan benih, *seed treatment*

ABSTRACT

Entomopathogenic fungi (EPF) act as biocontrol against various types of insect pests and can live as endophytes on various types of plants. EPF also acts as a bio stimulant by producing hormones to increase germination and plant growth. EPF as a bio stimulant can be applied using the seed treatment method and its effectiveness is influenced by the type of fungus and the duration of seed soaking. The aim of the research was to determine the effect of the duration of soaking seeds using EPF on germination, vigor index, and growth of corn seedlings. The EPFs used include *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Trichoderma asperellum*. Research was carried out in laboratory and semi-field conditions. Corn seeds were soaked in EPF conidia suspension at a concentration of 1×10^8 conidia/ml and/or in sterile distilled water for 3, 6, 12, and 24 hours. The germination percentage was observed on the 7th day after inoculation, the vigor index was observed on the 12th day after inoculation and seedling growth was observed on the 28th day after inoculation. The research results showed that overall, soaking seeds in EPF suspension could increase seed germination, vigor index and growth of corn seedlings. Soaking corn seeds in EPF suspension for six hours is the best duration to increase seed germination, vigor index and growth of corn seedlings. *B. bassiana* is the best EPF in increasing seed germination and *T. asperellum* is the best EPF in increasing the vigor index and growth of corn seedlings.

Key word : endophyte, entomopathogen fungi, seed germination, seed treatment, vigor index

PENDAHULUAN

Beauveria bassiana (Bal.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Metharizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Moniliales: Moniliaceae) dan *Trichoderma asperellum* (Hypocreales: Hypocreaceae) merupakan cendawan entomopatogen (CEP) yang bersifat parasit obligat dan parasit fakultatif yang dapat menimbulkan gejala penyakit terhadap serangga (Shahid *et al.*, 2012). *B. bassiana* dilaporkan menyebabkan mortalitas terhadap larva ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) hingga 75% (Ramirez-Rodriguez & Sánchez-Peña, 2016), *Spodoptera litura* (Trizelia *et al.*, 2016) dan penggerek umbi kentang (*Phthorimaea operculella*) hingga 63% (Khorrami *et al.*, 2018). *M. anisopliae* dilaporkan menyebabkan mortalitas terhadap telur dan neonates UGJ hingga 90% (Akutse *et al.*, 2019). *T. asperellum* umumnya sebagai saprofit fakultatif memiliki potensi sebagai CEP karena bersifat *antifeedant* terhadap UGJ (Bamisile *et al.*, 2018) mengendalikan nimfa kutu kebul (*Bemisia tabaci*) hingga 73% pada tanaman kapas (Anwar *et al.*, 2016) dan *Acanthoscelides obtectus* pada tanaman *Phaseolus vulgaris* (Rodríguez-González *et al.*, 2017).

Selain bersifat sebagai entomopatogen, CEP *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. asperellum* juga dapat hidup secara endofit di dalam jaringan tanaman dan memberikan perlindungan adaptif terhadap serangan hama dengan menghasilkan senyawa metabolit bioaktif. Trizelia *et al.* (2020) melaporkan bahwa *B. bassiana* berhasil mengkolonisasi berbagai bagian tanaman cabai (daun, batang, dan akar) setelah benih direndam dengan suspensi konidia cendawan tersebut dan mampu menekan perkembangan *Myzus persicae*. Kolonisasi *M. anisopliae* melalui aplikasi benih dilaporkan dapat mengurangi kerusakan tanaman *Z. mays* oleh *S. frugiperda* (Herlinda *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2022; Lira *et al.*, 2020). Kolonisasi *T. asperellum* melalui aplikasi benih

dilaporkan dapat mengurangi kerusakan tanaman *V. faba* dan *P. vulgaris* oleh *A. pisum* (Akello dan Sikora, 2012) dan *L. huidobrensis* (Akutse *et al.*, 2013).

Selain berperan sebagai biokontrol, CEP *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. asperellum* juga berperan sebagai biostimulan dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Efek peningkatan pertumbuhan ini disebabkan kemampuan cendawan dalam memobilisasi unsur hara yang berharga untuk pertumbuhan tanaman (Moloinyane dan Nchu, 2019). Kolonisasi *B. bassiana* di dalam jaringan tanaman dilaporkan dapat meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Saragih *et al.*, 2019; Trizelia, 2020; Saragih *et al.*, 2021; Saragih *et al.*, 2022; Yuliana *et al.*, 2023; Yusniwati *et al.*, 2023a; Yusniwati *et al.*, 2023b). Yusniwati *et al.* (2023a) melaporkan bahwa peningkatan pertumbuhan tanaman oleh *B. bassiana* mampu menghasilkan hormon pertumbuhan berupa *Indole Acetic Acid* (IAA). *Trichoderma* spp. dapat menghasilkan senyawa yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama tinggi tanaman, jumlah daun sehingga hasil panen meningkat. Lombardi *et al.* (2020) melaporkan bahwa *Trichoderma* menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan seperti IAA yang dapat mendorong pertumbuhan akar tanaman karena dapat membantu penyerapan unsur hara dalam tanah, meningkatkan efisiensi fotosintesis, menambah tinggi tanaman, diameter batang dan meningkatkan produksi. Potensi dari inokulasi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* di dalam jaringan tanaman dapat meningkatkan tinggi dan berat tanaman serta parameter pertumbuhan lainnya yang telah dilaporkan oleh Jaber dan Enkerli (2016) serta Jaber dan Araj (2018). Trizelia *et al.* (2020) menyatakan bahwa peranan cendawan sebagai biostimulan selain dipengaruhi oleh spesies tanaman dan interaksi kompleks dari banyak faktor seperti parameter lingkungan, mikroorganisme tanah, dan interaksi tanah-tanaman, efektivitasnya juga dipengaruhi oleh durasi perendaman dan jenis cendawan. Oleh karena itu, perlu dipelajari bagaimana pengaruh dari faktor durasi perendaman benih dan faktor jenis cendawan *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. asperellum* sebagai biostimulant terhadap persentase perkecambahan dan pertumbuhan bibit pada tanaman jagung.

METODE PENELITIAN

Persiapan Benih dan Isolat CEP

Benih yang digunakan dalam penelitian adalah benih jagung pipilan varietas lokal yang didapatkan dari petani penangkar jagung Kecamatan Sungai Tunu, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Benih jagung disterilisasi dengan direndam dalam larutan NaOCL 1% selama 3 menit, selanjutnya benih dicuci sebanyak 3 kali dengan aquadest steril dan dikering-anginkan dalam *Laminar Air Flow Cabinet* selama 60 menit.

CEP *B. bassiana* (BbWS) dari *Leptocorisa oratorius* terinfeksi, *M. anisopliae* (C51A) dari rizosfer kelapa sawit dan *T. asperellum* (PC21) dari endofit batang padi, merupakan koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang. Masing-masing CEP diremajakan pada media *Sabouraud Dextrose Agar Yeast* (SDAY) dan diinkubasi hingga umur 21 hari. Suspensi CEP dibuat dengan menambah 10 ml akuades steril dan Tween 80 (0,01%) ke dalam cawan petri, lalu konidia isolat CEP dilepaskan menggunakan kuas halus steril. Suspensi CEP dipindahkan ke dalam tabung reaksi

dan dihomogenkan dengan vortex selama 5 menit. Konsentrasi konidia CEP ditentukan di bawah mikroskop menggunakan *Hemocytometer Neubauer* yaitu 10^8 konidia/ml.

Inokulasi Benih Jagung dengan CEP

Untuk mengetahui pengaruh durasi perendaman terhadap peningkatan perkecambahan benih jagung yang telah diinokulasikan dengan CEP, sebanyak 25 benih yang telah dilakukan sterilisasi permukaan, direndam dalam masing-masing suspensi CEP dan atau akuades steril yang mengandung Tween 80 (0,01%) (sebagai kontrol) selama 3, 6, 12 dan 24 jam. Benih kemudian dikering-anginkan dalam *Laminar Air Flow Cabinet*. Benih yang telah kering disusun dalam petridish kaca ukuran 9 cm yang telah dialas dengan 3 lembar kertas saring lembab. Petridish diinkubis dalam kondisi gelap pada suhu 20 °C selama 7 hari. Setiap perlakuan diulang sebanyak 8 kali sehingga didapatkan total 200 benih untuk setiap perlakuan. Persentase perkecambahan dianalisa tujuh hari setelah inokulasi.

Untuk mengetahui pengaruh durasi perendaman terhadap indeks vigor jagung yang telah diinokulasikan dengan CEP, sebanyak 10 benih yang telah diinokulasikan CEP dan kontrol ditanam dalam pot yang berisi campuran tanah steril dan pupuk kandang (1:1). Pada percobaan ini digunakan 80 benih jagung untuk setiap perlakuan. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Persentase daya muncul lapang dan indeks vigor diukur dan diamati pada hari ke-12 setelah inokulasi. Indeks vigor dihitung menggunakan rumus Abdul Baki dan Anderson (1973), yaitu Indeks Vigor I (IVI) = Perkecambahan Benih (%) x [Panjang Bibit (Akar (cm) + tunas (cm))].

Untuk mengetahui pengaruh durasi perendaman terhadap tinggi bibit, benih perlakuan dan kontrol ditanam dalam pot yang berisi campuran tanah steril dan pupuk kandang (1:1). Dua benih ditanam per pot dan tanaman tidak dipupuk selama pengujian. Setelah tumbuh, bibit diseleksi dan dipilih satu bibit per pot kemudian dibiarkan tumbuh selama 28 hari. Tinggi bibit jagung diukur pada hari ke 28 setelah inokulasi dengan cara diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh. Setiap data dianalisis menggunakan sidik ragam, bila hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji DMRT pada taraf 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Durasi Perendaman Menggunakan CEP Terhadap Perkecambahan Benih Jagung.

Hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa inokulasi benih jagung oleh beberapa jenis CEP dapat meningkatkan persentase perkecambahan benih jagung. Umumnya, persentase perkecambahan benih jagung dengan perlakuan durasi perendaman dan jenis CEP menunjukkan peningkatan perkecambahan dibandingkan kontrol. Persentase perkecambahan benih jagung dengan perlakuan durasi perendaman benih dan jenis CEP dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh durasi perendaman benih dalam suspensi beberapa jenis CEP terhadap perkecambahan benih jagung pada 7 hsi (hari setelah inokulasi).

Perlakuan	Lama Perendaman (jam)/ Perkecambahan Benih (%)								Rata-rata
	3		6		12		24		
	%	E	%	E	%	E	%	E	
Kontrol	68,50	-	65,00	-	80,00	-	68,50	-	70,50c
BbWS	92,00	34,31	91,00	40,00	88,50	10,63	80,50	17,52	88,13a
C51A	71,50	4,38	84,00	29,23	79,50	0,63	67,50	1,46	75,75bc
PC21	79,50	16,06	86,50	26,92	75,50	5,63	82,00	19,71	80,88b
Rata-rata	77,9b	-	81,63a	-	81,30a	-	74,63bc	-	-

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

Tabel 1 menunjukkan pengaruh durasi perlakuan benih terhadap persentase perkecambahan benih pada 7 hsi. Hasil analisis uji lanjut DMRT taraf 5% untuk daya kecambah benih jagung menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan durasi perendaman dan jenis cendawan. Pada perlakuan durasi perendaman memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan perkecambahan dengan efektivitas sebesar 0,63% - 40% dibandingkan kontrol. Enam jam merupakan durasi perendaman terbaik benih jagung dalam suspensi CEP yaitu dengan persentase perkecambahan sebesar 81,63 % dan CEP *B. bassiana* merupakan CEP terbaik dalam meningkatkan persentase perkecambahan hingga 88,13% dibandingkan perlakuan lainnya. Perendaman benih jagung dengan suspensi CEP pada durasi perendaman 3 - 12 jam menunjukkan pengaruh nyata terhadap peningkatan perkecambahan dibanding kontrol. Peningkatan daya kecambah benih setelah pemberian CEP disebabkan oleh kemampuan cendawan dalam menghasilkan fitohormon yang merangsang perkecambahan benih. Russo *et al.* (2019) melaporkan bahwa inokulasi *B. bassiana* pada benih jagung menunjukkan peningkatan persentase perkecambahan benih sebesar 15,58% dibanding kontrol. Saragih *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa perendaman benih cabai selama enam jam dalam suspensi *B. bassiana* dapat meningkatkan persentase perkecambahan sebesar 24,05%. Peningkatan durasi perendaman benih terhadap peningkatan perkecambahan juga dilaporkan oleh Jaber *et al.* (2016) yaitu durasi perendaman benih 2 - 16 jam terhadap perkecambahan *V. faba* dan Trizelia *et al.* (2020) yaitu durasi perendaman benih 3 - 12 jam terhadap perkecambahan cabai.

Pada hasil penelitian terlihat bahwa durasi perendaman selama 24 jam menunjukkan persentase perkecambahan terendah dibandingkan durasi perendaman lainnya. Widiastuti *et al.* (2022) menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman maka penyerapan air oleh benih akan menjadi lebih banyak dan mengakibatkan enzim dan substrat lebih encer yang berdampak pada proses metabolisme menjadi lambat. Selain itu perendaman terlalu lama mengakibatkan kehilangan oksigen yang menghambat proses respirasi (Nala *et al.*, 2022).

Pengaruh Durasi Perendaman Menggunakan CEP Terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung

Aplikasi CEP *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. asperellum* dengan perendaman benih selama 3, 6 12 dan 24 jam selain mampu meningkatkan persentase perkecambahan juga meningkatkan pertumbuhan bibit jagung. Semua parameter pertumbuhan yang dinilai setelah inokulasi lebih tinggi dibandingkan kontrol. Pertumbuhan bibit jagung (panjang radikula, tinggi

tunas, dan indeks vigor) dipengaruhi oleh durasi perendaman dan jenis CEP dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa enam jam merupakan durasi perendaman terbaik dalam meningkatkan parameter pertumbuhan bibit jagung setelah inokulasi dan CEP *T. asperellum* merupakan isolat terbaik diantara isolat CEP lainnya. Peningkatan pertumbuhan bibit jagung dapat dikaitkan dengan kemampuan CEP dalam memproduksi sejumlah metabolit pemacu pertumbuhan pada tanaman jagung. Zat pemacu tumbuh seperti giberelin, auksin, dan sitokinin diproduksi oleh jamur endofit (Dai *et al.*, 2008). Peranan zat pengatur tumbuh tersebut dalam tanaman dapat mendorong, menghambat atau secara kualitatif dapat mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Wattimena, 1992).

Tabel 2. Pengaruh durasi perendaman benih dalam suspensi beberapa jenis CEP terhadap panjang akar jagung pada 12 hsi.

Perlakuan	Lama Perendaman (jam)/ PanjangAkar (cm)				Rata-rata
	3	6	12	24	
Kontrol	20,29	20,88	18,45	18,30	19,48c
BbWS	28,76	29,12	28,80	26,00	28,17b
C51A	20,18	28,87	27,00	26,08	25,53b
PC21	40,23	41,10	38,67	46,23	41,56a
Rata-rata	27,37c	29,99a	28,23bc	29,14ab	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh durasi perendaman benih dalam suspensi beberapa jenis CEP terhadap panjang tunas jagung pada 12 hsi.

Perlakuan	Lama Perendaman (jam)/ Panjang Tunas (cm)				Rata-rata
	3	6	12	24	
Kontrol	20,79	25,38	24,75	24,31	23,81c
BbWS	34,75	37,06	34,75	34,70	35,32ab
C51A	30,11	38,31	31,16	32,08	32,92bc
PC21	39,18	41,12	41,01	39,46	40,19a
Rata-rata	31,21c	35,47a	32,92b	32,64b	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Tabel 4. Pengaruh durasi perendaman benih dalam suspensi beberapa jenis CEP terhadap indeks vigor jagung pada 12 hsi.

Perlakuan	Indeks Vigor Benih Jagung				Rata-rata
	3	6	12	24	
Kontrol	32,36	36,43	34,02	33,56	34,09c
BbWS	52,40	73,75	52,43	50,08	57,17b
C51A	47,15	62,98	54,53	54,53	54,80b
PC21	71,87	74,41	72,16	77,55	74,00a
Rata-rata	50,95c	61,89a	53,29b	53,93b	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Tingginya parameter pertumbuhan jagung pada aplikasi *T. asperellum* dibandingkan perlakuan CEP lainnya diduga karena *T. asperellum* memiliki kemampuan berkembang yang lebih cepat sehingga menghasilkan hormon pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Latifah *et al.*, (2011) melaporkan bahwa *Trichoderma* spp. mampu merangsang tanaman untuk menghasilkan hormon Asam giberelin (GA3), Asam indol asetat

(IAA), dan Benzilaminopurin (BAP). Hormon giberelin dan auksin berperan dalam akar dan pemanjangan batang, serta pertumbuhan dan peningkatan buah (umbi). Menurut Windham *et al.* (1986) etilen adalah hormon yang diproduksi oleh jamur *Trichoderma* spp. yang dominan merangsang pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan hormon giberelin, sitokinin, dan asam absisat. Aplikasi *Trichoderma* spp. dalam meningkatkan parameter pertumbuhan juga telah dilaporkan diantaranya meningkatkan pertumbuhan pada tanaman jagung oleh Sudantha dan Suwardji (2013), serta meningkatkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, serta jumlah anakan dan bobot panen kering pada tanaman bawang merah oleh Sudantha dan Suwardji (2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi perendaman dan jenis CEP juga berpengaruh nyata terhadap indeks vigor jagung. Indeks vigor tertinggi terlihat pada benih jagung yang direndam dalam suspensi CEP selama 6 jam dengan isolat terbaik yaitu *T. asperellum*. Sebaliknya kontrol menunjukkan nilai indeks vigor terendah. Widiastuti *et al.* (2022) melaporkan bahwa keberhasilan invigorasi benih dipengaruhi oleh interaksi yang kompleks dari beberapa faktor, seperti varietas, potensial air dari bahan invigorasi, lama perendaman, suhu udara serta suhu media tanam dan indeks vigor.

Pengaruh Durasi Perendaman Menggunakan CEP Terhadap Tinggi Bibit Jagung

Aplikasi CEP pada benih jagung dengan metode *seed treatment* juga dapat mendorong pertumbuhan tinggi bibit. Pengaruh durasi perendaman benih dan jenis CEP terhadap pertumbuhan bibit jagung dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh durasi perendaman benih dalam suspensi beberapa jenis CEP terhadap pertumbuhan bibit jagung pada 28 hsi.

Perlakuan	Tinggi Bibit Jagung (cm)				Rata-rata
	3	6	12	24	
Kontrol	54,31	60,36	60,27	53,18	43,74c
BbWS	60,11	62,80	62,81	59,36	61,27b
C51A	58,73	60,37	60,24	58,71	59,51b
PC21	64,11	71,63	70,33	65,13	67,80a
Rata-rata	59,32b	63,79a	63,41a	59,10b	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa enam jam merupakan durasi perendaman terbaik dan *T. asperellum* merupakan isolat CEP terbaik dalam meningkatkan tinggi bibit jagung. Peningkatan pertumbuhan tanaman jagung dipengaruhi oleh fitohormon yang dihasilkan oleh CEP. Kemampuan *T. asperellum* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit jagung dibandingkan perlakuan lainnya diduga dari produksi senyawa zat pengatur tumbuh atau tersedianya unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Barley dan McDavid (1998) menyatakan bahwa Benzylaminopurine (BAP) yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. merupakan senyawa fitohormon yang satu kelas dengan sitokinin yang aktif mempengaruhi proses fisiologis tanaman yaitu pembelahan dan pembesaran sel. Raya-Díaz *et al.* (2017) menyatakan bahwa endofit *B. bassiana* dan *M. brunneum* dapat meningkatkan ketersediaan zat besi, kandungan klorofil, panjang akar, dan kelimpahan akar halus pada sorgum. Trizelia *et al.* (2020) menyatakan bahwa faktor peningkatan pertumbuhan tanaman selain disebabkan oleh durasi perendaman dan jenis isolat, juga disebabkan oleh spesies tanaman serta interaksi kompleks dari banyak faktor seperti parameter lingkungan, mikroorganisme tanah, dan interaksi tanah-tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa inokulasi CEP *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. Asperellum* ke dalam benih jagung melalui metoda perendaman benih memberikan pengaruh positif terhadap perkecambahan benih, indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung. Secara keseluruhan, durasi terbaik perendaman benih jagung dalam suspensi CEP *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *T. Asperellum* untuk meningkatkan perkecambahan benih, indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung adalah 6 - 12 jam. *B. Bassiana* merupakan CEP terbaik dalam meningkatkan perkecambahan benih dan *T. Asperellum* merupakan CEP terbaik dalam meningkatkan indeks vigor dan pertumbuhan bibit jagung.

SANWACANA

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu **Prof. Dr. Ir. Trizelia, Msi** selaku Promotor Utama serta ibu **Dr. Haliatur Rahma, SSi., MP** dan ibu **Dr. Yusniwati, SP., MP** selaku Co. Promotor atas kontribusinya dalam membimbing dan memberikan arahan dalam melakukan penelitian hingga penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Baki A, Anderson JD. 1973. Penentuan Vigor Benih Kedelai dengan Beberapa Kriteria. *Crop Science*. 13: 630-633.
- Akello J, Sikora R. 2012. Systemic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control*. 61: 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.02.007>
- Akutse K, Maniania N, Fiaboe K, Van Den Berg J, Ekesi S. 2013. Endophytic colonization of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) by fungal pathogens and their effects on the life-history parameters of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Fungal Ecology*. 6: 293-301. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2013.01.003>
- Akutse KS, Kimemia JW, Ekesi S, Khamis FM, Ombura OL, Subramanian S. 2019. Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J Appl Entomol*. 00:1-9. <https://doi.org/10.1111/jen.12634>.
- Anwar W, Subhani MN, Haider MS, Shahid AA, Mushatq H, Rehman MZ. 2016. First record of *Trichoderma longibrachiatum* as entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* in Pakistan. *Pakistan J. Phytopathol*. 28: 287-294. <https://www.pjp.pakps.com/index.php/PJP/article/view/285/173>
- Bamisile BS, Dash CK, Akutse KS, Keppan R, Afolabi OG, Hussain M, Qasim M, Wang L. 2018. Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: an insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. *Microbiological Research*. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016>

- Barclay GF, McDavid CR. 1998. Effect of Benzyl Amino Purine on Fruit set and seed development in pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Scientia Halticulturae*. 72(2): 81-86. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00110-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00110-6)
- Dai C, Xi L. 2008. Screening of Endophytic Fungi that Promote the Growth of Euphorbia Pekinensis. *Afr J Biotechnol*. 7(19): 3505–3510. <https://doi.org/10.4314/AJB.V7I19.59361>
- Jaber LR, Araj S. 2018. Interactions among Endophytic Fungal Entomopathogens (Ascomycota: Hypocreales), the Green Peach Aphid *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae), and the Aphid Endoparasitoid *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae). *Biol. Control*. 116: 53–61.
- Jaber LR, Enkerli J. 2016. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control*, 103:187-195. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.008>
- Herlinda S, Gustianingtyas M, Suwandi, Suharjo R, Sari JMP, Suparman, Hamidson H, Hasyim H. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn suppressing *Spodoptera frugiperda* growth. *Biodiversitas*. 23(11): 6013-6020. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231156>
- Khorrami F, Mehrkhou F, Mahmoudian M, Ghosta Y. 2018. Pathogenicity of three different entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* IRAN 2252, *Nomuraea rileyi* IRAN 1020C and *Paecilomyces tenuipes* IRAN 1026C against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *Potato Research*. 61(4): 297–308. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9378-z>.
- Latifah A, Kustantinah, Soesanto L. 2011. Pemanfaatan beberapa isolat *Trichoderma harzianum* sebagai agensia pengendali hayati penyakit layu fusarium pada bawang merah in planta. *Eugenia*. 17(2): 86–95. <https://doi.org/10.35791/eug.17.2.2011.4105>
- Lira AC, Mascarin GM, Júnior ID. 2020. Microsclerotia production of *Metarhizium* spp. for dual role as plant biostimulant and control of *Spodoptera frugiperda* through corn seed coating. *Fungal Biology*. 124: 689-699 <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.03.011>.
- Lombardi N, Caira S, Troise AD, Scaloni A, Vitaglione P, Vinale F, Marra R, Salzano AM, Lorito M, Woo SL. 2020. *Trichoderma* applications strawberry plants modulate the physiological processes positively affecting fruit production and quality. *Frontiers in Microbiology*. 11: 1364. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01364>
- Moloinyane S, Nchu F. 2019. The effects of endophytic *Beauveria bassiana* inoculation on infestation level of *Planococcus ficus*, growth and volatile constituents of potted greenhouse grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Toxins*, 11:72. <https://doi.org/10.3390/toxins11020072>
- Nala N, Suroso B, Wijaya I. 2022. Invigorasi osmoconditioning terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai varietas biosoy 1 dengan masa simpan lebih dari enam bulan. 1(2), 292–301. <http://dx.doi.org/10.32528/nms.v1i2.75>
- Ramirez-Rodriguez D, Sánchez-Peña SR. 2016. Endophytic *Beauveria bassiana* in *Zea mays*: Pathogenicity against larvae of fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Southwestern Entomologist*. 41(3):875-878. <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0330>
- Raya-Diaz S, Sanchez-Rodriguez AR, Segura-Fernandez JM, del Campillo MC, Quesada-Moraga E. 2017. Entomopathogenic fungi-based mechanisms for improved Fe nutrition in sorghum plants grown on calcareous substrates. *PLoS ONE*, 12(10): e0185903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185903>

- Rodríguez-González Á, Mayo S, González-López Ó, Reinoso B, Gutierrez S, Casquero PA. 2017. Inhibitory activity of *Beauveria bassiana* and *Trichoderma* spp. on the insect pests *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Curculionidae: Bruchinae). *Environmental Monitoring and Assessment*. 189: 12-20. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5719-z>
- Russo ML, Pelizza SA, Vianna MF, Allegrucci N, Cabello MN, Toledo AV, Mourellos C, Scorsetti AC. 2019. Effect of endophytic entomopathogenic fungi on soybean and *Glycine max* (L.) Merr. Growth and yield. *Journal of King Saudi University - Science*. 31: 728-736. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.04.008>
- Saragih M, Trizelia, Nurbailis, Yusniwati. 2019. Endophytic colonization and plant growth promoting effect by entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* to red chili (*Capsicum annuum* L.) with different inoculation methods. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/305/1/012070>.
- Saragih M, Trizelia, Nurbailis, Yusniwati. 2021. Aplikasi cendawan *Beauveria bassiana* melalui perendaman benih dan pengaruhnya terhadap kolonisasi dan kandungan klorofil daun tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Pertanian Tropik*. 8(2): 107-116. <https://doi.org/10.32734/jpt.v8i2>.
- Saragih M, Trizelia, Nurbailis, Yusniwati. 2022. Effect of colonization of the fungus *Beauveria bassiana* on salicylic acid content and population of *Bemisia tabaci* on red chili (*Capsicum annuum* L.). 17(08), 1119-1128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7003536>.
- Shahid AA, Rao QA, Bakhsh A, Husnain T. 2012. Entomopathogenic fungi as biological controllers: New insights into their virulence and pathogenicity. *Archives of Biological Sciences*. 64: 21-42. <https://doi.org/10.2298/ABS1201021S>
- Sari JMP, Herlinda S, Suwandi. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn seedlings affecting development of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 32(103): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00605-8>
- Sudantha and Suwardji. 2021. Growth response and yield of shallots to *Trichoderma* biostimulants and growth regulators substance Benzyl Amino Purine (GRS BAP). *Advances in Biological Sciences Research*, Vol 16: 289-297. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220101.039>
- Sudantha IM, Suwardji. 2013. Pemanfaatan biokompos, bioaktivator dan biochar untuk meningkatkan hasil jagung dan brangkasan segar pada lahan kering pasiran dengan sistem irigasi Sprinkler Big Gun. L. <http://www.semnapertanian2016.unram.ac.id>
- Trizelia, Martinius, Reflinaldon. 2020. The effect of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* seed treatment duration on seed germination and seedling growth of chili. *Jerami*. 3(1): 25-29. <https://doi.org/10.25077/jijcs.3.1.25-29.2020>
- Trizelia, Reflin, Ananda W. 2016. Virulensi beberapa isolat cendawan entomopatogen endofit *Beauveria bassiana* Bals. terhadap *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian*. Hal. 409-415.
- Wattimena, Livy GAM, Nurhayati S, Endang E, Andri. 1992. Bioteknologi Tanaman. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor. Institute Pertanian Bogor.
- Widiastuti A, Asih PR, Munambar S, Juhariah J. 2022. Aplikasi beberapa bahan invigorasi untuk meningkatkan viabilitas benih jagung (*Zea mays* L.) pada beberapa taraf perendaman. *Agrotech Research Journal*. 3(2): 6-11. <https://doi.org/10.36596/arj.v3i2.805>.

- Windham MY, Elad, Baker R. 1986. A mechanism of increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 76: 518 - 521. https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1986Articles/Phyto76n05_518.pdf.
- Yuliana A, Trizelia, Sulyanti. 2023. Aplikasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* pada benih bawang merah dan pengaruhnya terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit. *Jurnal Sains Agro*. 8(2): 88-96. <https://doi.org/10.36355/jsa.v8i2.1164>.
- Yusniwati, Nurbailis, Trizelia, Saragih M. 2023a. Potency of entomopathogen *Beauveria bassiana* fungus as biofertilizer and biostimulant to increase the plant growth of *Cayenne pepper* (*Capsicum frutescens* L.). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1160 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012005>.
- Yusniwati, Trizelia, Nurbailis, Saragih. 2023b. Profile and bioactivity of bioactive compounds of *Beauveria bassiana* fungi entomopathogens of endophytes as plant growth boosters. *Agrium*. 26(1): 50-56. <https://doi.org/10.30596/agrium.v26i1.14364>