Efektivitas Bio-matriconditioning Benih Pratanam dengan Campuran Endo-rizobakteri dalam Meningkatkan Viabilitas dan Vigor Benih Cabai (*Capsicum annuum* L.)

Gusti Ayu Kade Sutariati^{1*}, Tresjia Corina Rakian¹, Muhidin¹, Andi Khaeruni², Dewi Nurhayati Yusuf³, Gusti Ngurah Adhi Wibawa⁴, dan La Mudi⁵

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari

²Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo Kendari, Sulawesi Tenggara

³Jurusan Ilmu tanah Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo Kendari, Sulawesi Tenggara

⁴Jurusan Statistik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo Kampus Hijau Bumi Tridharma Jl. HEA Mokodompit Anduonohu Kendari Sulawesi Tenggara 93232

⁵Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kalimantan Timur

*Alamat korespondensi: sutariati69@yahoo.co.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 13-11-2021 Direvisi: 05-01-2022 Dipublikasi: 23-01-2022	The Effectiveness of Pre-Planted Seed Bio-matriconditioning Using A Mixture of Endo-rhizobacteria in Increasing Seeds Viability and Vigor of Hot Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)
Keywords: <i>Bacillus</i> sp. CKD061, Endophytic bacteria, <i>Pseudomonas</i> sp. SWRIIB02, <i>Pseudomonas</i> sp. PG01, Rhizobacteria	The use of high quality seeds is an important prerequisite in plant cultivation in order to produce plants which are able to produce optimally. This study aimed to evaluate the effectiveness of pre-planting seed bio-matriconditioning treatment using a mixture of endo-rhizobacteria in increasing seeds viability and vigor of hot pepper. This research was conducted at the Agrotechnology Laboratory of the Agronomy Unit from March to April 2021. The study was arranged using a completely randomized design consisting of 8 treatments with 3 replications. Observational data were tabulated and analyzed using analysis of variance, the results of the analysis which showed a significant effect were followed by DMRT $\alpha=0.05$. The variables observed in this study used the viability and vigor parameters of the seeds. The results showed that the pre-planted seeds bio-matriconditioning treatment was able to increase the viability and vigor of hot pepper seeds. Seed bio-matriconditioning treatment with a mixture of <i>Bacillus</i> sp. CKD061 + <i>Pseudomonas</i> sp. SWRIIB02 gave the best results on the observation of seed viability and vigor followed by seeds bio-matriconditioning treatment using a mixture of <i>Bacillus</i> sp. CKD061 + <i>Pseudomonas</i> sp. SWRIIB02 + <i>Pseudomonas</i> sp. PG01. The increase in seed vigor (using seed germination indicators) in both treatments reached 100% and 81%, respectively, compared to the control.
Kata Kunci: <i>Bacillus</i> sp. CKD061, Bakteri endofit, <i>Pseudomonas</i> sp. SWRIIB02, <i>Pseudomonas</i> sp. PG01, Rizobakteri	Penggunaan benih bermutu tinggi merupakan prasyarat penting dalam budidaya tanaman agar dihasilkan tanaman yang mampu berproduksi secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas perlakuan bio-matriconditioning pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Unit Agronomi pada bulan Maret sampai dengan April 2021. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap yang

terdiri atas 8 perlakuan dengan 3 ulangan. Data hasil pengamatan ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan analisis varian, hasil analisis yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test $\alpha=0,05$. Pengamatan terhadap viabilitas dan vigor benih cabai menggunakan peubah daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh relatif, T50, bobot kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bio-matriconditioning benih pratanam mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Perlakuan bio-matriconditioning benih dengan campuran isolat *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 memberikan hasil terbaik terhadap viabilitas dan vigor benih, kemudian diikuti perlakuan bio-matriconditioning benih dengan campuran isolat *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01. Peningkatan vigor benih (menggunakan indikator daya berkecambah) pada perlakuan tersebut masing-masing mencapai 100% dan 81% dibandingkan dengan kontrol.

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak diminati masyarakat Indonesia karena rasanya yang khas. Meskipun cabai banyak diminati oleh masyarakat, cabai memiliki permasalahan dalam budidayanya di antaranya masalah dormansi fisiologis pada benih cabai dan tingginya intensitas serangan hama dan penyakit. Hal ini tentunya berdampak terhadap penurunan produksi tanaman cabai. Oleh karena itu, diperlukan input teknologi yang ramah lingkungan berupa perlakuan bio-matriconditioning pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri. Perlakuan bio-matriconditioning benih merupakan salah satu teknik invigorasi benih (peningkatan vigor benih) dengan tujuan untuk meningkatkan keseragaman dan keserempakan tumbuh benih dengan mengintegrasikan bahan matrik dan agens hayati yang dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih, sekaligus memacu pertumbuhan tanaman. Ozbay (2018) menyatakan bahwa teknik invigorasi benih adalah salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan pemunculan dan keseragaman benih yang mengarah pada kekuatan tumbuh dan peningkatan hasil tanaman. Penggunaan matriconditioning benih yang diintegrasikan dengan agens hayati telah terbukti mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Sutariati dkk., 2014; Sutariati *et al.*, 2016; Sutariati *et al.*, 2018), mengendalikan penyakit tanaman (Ilyas *et al.*, 2015) sekaligus meningkatkan hasil tanaman (Sutariati *et al.*, 2018).

Penggunaan matriconditioning benih ini diintegrasikan dengan agens hayati berupa bakteri endofit dan rizobakteri. Bakteri endofit mampu berperan dalam meningkatkan perkecambahan benih. Hal ini dikarenakan bakteri endofit mampu memproduksi hormon tumbuh berupa IAA yang dapat berperan dalam merangsang perkecambahan benih (Mukherjee *et al.*, 2017; La Fua *et al.*, 2019; Chaves *et al.*, 2019; Sutariati *et al.*, 2020a). Selain itu, bakteri endofit juga terbukti mampu melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen (Zhu and She, 2018; Sutariati *et al.*, 2020b). Lebih lanjut dilaporkan bahwa bakteri endofit juga mampu berperan sebagai agens pengendali hayati karena mampu menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat berperan melindungi benih dari patogen terbawa benih (Li *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2020).

Selain bakteri endofit, rizobakteri juga terbukti mampu berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman karena dapat menghasilkan hormon tumbuh, mampu melarutkan fosfat dan juga mampu memfiksasi nitrogen (Guyasa *et al.*, 2018; Sutariati *et al.*, 2018a; Liu *et al.*, 2021). Penggunaan agens hayati secara mandiri telah terbukti efektif dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman serta berperan sebagai agens pengendali hayati (Sutariati *et al.*, 2018b). Ryan *et al.* (2008), mengemukakan bahwa beberapa bakteri endofit dan rizobakteri dapat merangsang pertumbuhan langsung melalui sintesa senyawa yang membantu penyerapan nutrisi dari lingkungannya termasuk sintesis asam indol asetat dan giberelin. Liu *et al.* (2021) melaporkan bahwa bakteri penghasil IAA dan GA mampu memacu

perkecambahan benih sekaligus mendorong pemunculan tunas. Lebih lanjut dilaporkan bahwa inokulasi campuran BPF + *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan indeks vigor benih bila dibandingkan dengan kontrol (Susiasih & Widawati, 2017).

Aplikasi konsorsium mikroba lebih mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan perlakuan tunggal (Olanrewaju & Babalola, 2019). Saputra dkk. (2020) melaporkan bahwa, penggunaan campuran agens hayati juga mampu meningkatkan daya berkecambah benih sekaligus mampu mematahkan dormansi benih cabai rawit. Lebih lanjut dilaporkan bahwa aplikasi konsorsium endo-rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih padi (Mudi dkk., 2021, Sutariati *et al.*, 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka perlakuan bio-matriconditioning benih pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri perlu dilakukan guna meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas perlakuan bio-matriconditioning pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agroteknologi Unit Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari mulai bulan Maret sampai dengan April 2021. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai, isolat rizobakteri *Bacillus* sp. CKD061 dan *Pseudomonas* sp. PG01, isolat bakteri endofit *Pseudomonas* sp. SWRIIB02, alkohol 70%, Tryptic Soy Agar (TSA), protease peptone, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, gliserol, spiritus, tissue, aluminium foil, agar, natrium hipoklorit, plastik wrap, kertas label dan arang sekam. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak kecambah, hand sprayer, timbangan analitik, oven, jarum ose, cawan petri, bunsen, gelas ukur, botol scott, desikator, shaker, stirrer, autoclave, gelas kimia, laminar air flow cabinet (LAF), erlenmeyer dan alat tulis menulis. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan dan 8 perlakuan yaitu: kontrol (A0), bio-matriconditioning *Bacillus* sp. CKD061 (A1), bio-matriconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 (A2), bio-matriconditioning *Pseudomonas* sp. PG01 (A3), bio-matriconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 (A4), bio-matriconditioning *Bacillus* sp. CKD061 +

Pseudomonas sp. PG01 (A5), bio-matriconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01 (A6), dan bio-matriconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01 (A7), sehingga secara keseluruhan terdapat 24 unit percobaan.

Isolat endo-rizobakteri diperbanyak dengan media TSA untuk kelompok *Bacillus* sp. dan media King'B untuk kelompok *Pseudomonas* sp. Media TSA dibuat dengan menimbang 40 g TSA selanjutnya dilarutkan dalam aquades 1000 ml dan direbus hingga mendidih selama ± 20 menit. Sementara media King'B (Pres *et al.*, 2001) dibuat dengan menimbang 20 g protease peptone, 1,5 g K_2HPO_4 , 1,5 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 15 g agar dan 15 ml, selanjutnya dicampurkan ke dalam 1000 ml aquades dan direbus hingga mendidih selama ± 20 menit. Setelah mendidih media dimasukkan ke dalam botol scott dan disterilkan menggunakan autoclave (Suhu 121°C , tekanan 1 atm, selama 20 menit). Selanjutnya, media TSA dan King's B dituang dalam cawan petri dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm secara aseptik dalam LAF (Laminar Air Flow Cabinet) kemudian didinginkan dan siap digunakan. Isolat endo-rizobakteri selanjutnya ditumbuhkan dalam media padat dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh disuspensikan dalam aquades steril hingga mencapai kerapatan populasi 10^9 cfu/ml. Sebelum diinokulasi bakteri endofit dan rizobakteri, benih cabai didisinfeksi dengan natrium hipoklorit 5% selama 5 menit, kemudian dibilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali lalu dikering-anginkan dalam LAF (Mudi dkk., 2021). Perlakuan benih dilakukan dengan menggunakan metode bio-matriconditioning benih dengan perbandingan 5 g benih : 10 g bahan matriks serbuk arang sekam: 7,5 ml suspensi bakteri (perbandingan komposisi berdasarkan hasil penelitian pendahuluan). Selanjutnya benih cabai diinkubasi selama 24 jam. Setelah perlakuan, benih kembali dikering-anginkan dalam LAF. Selanjutnya untuk uji viabilitas dan vigor benih sebanyak 50 butir benih dikecambahkan dalam baki yang berisi arang sekam steril, untuk selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap parameter viabilitas dan vigor benih.

Variabel yang diamati pada penelitian ini menggunakan parameter viabilitas benih dan vigor benih yaitu sebagai berikut:

Potensi Tumbuh Maksimum (PTM).

Potensi tumbuh maksimum (%) menggambarkan viabilitas total benih (Sadjad dkk.,

1999), dihitung berdasarkan jumlah benih berkecambah pada hari terakhir pengamatan (14 hst) dengan rumus:

$$PTM = \frac{\sum \text{benih berkecambah}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100$$

Daya Berkecambah (DB).

Daya berkecambah (%) menggambarkan viabilitas potensial benih (Sadjad dkk., 1999), dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada hari terakhir pengamatan (14 hst) dengan rumus:

$$DB = \frac{\sum \text{benih kecambah normal}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100$$

Keserempakan Tumbuh (KST).

Keserempakan tumbuh (%) menggambarkan vigor benih, dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada hari antara hitungan pertama (7 hst) dan kedua (14 hst), dengan rumus:

$$KST = \frac{\sum \text{kecambah hari antara KNI \& KNII}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100$$

Indeks Vigor (IV).

Indeks vigor (%) diamati dengan menghitung persentase kecambah normal pada hari hitungan I. Persentase kecambah normal hari hitungan I, diamati pada hari ke-7 dihitung dengan rumus:

$$IV = \frac{\sum \text{kecambah normal hitungan I}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100$$

Kecepatan Tumbuh Relatif (KCT-r).

Kecepatan tumbuh (%/etmal) dihitung berdasarkan akumulasi kecepatan tumbuh setiap hari melalui pengamatan persentase kecambah normal perhari. Pada benih cabai, KCT relatif dihitung melalui perbandingan nilai KCT dengan KCT maksimum yang diperoleh dari asumsi bahwa saat hitungan I pertumbuhan kecambah normal mencapai 100%.

$$KCT-r = \frac{KCT}{KCT \text{ Max}}$$

$$KCT = \sum_{t=0}^{tn} \frac{N}{100}$$

$$KCT \text{ Max} = \frac{100}{\sum \text{hari hitungan I}}$$

Keterangan:

t = waktu pengamatan

N = % kecambah normal per pengamatan

tn = waktu akhir pengamatan

Bobot Kering Kecambah Normal (BKKN).

Menggambarkan vigor benih yang ditunjukkan dengan kemampuan mengoptimalkan cadangan makanan dalam benih ke dalam bentuk akumulasi bobot kering kecambah. Pengujian dilakukan di akhir pengamatan. Seluruh kecambah normal dicabut, dibungkus dengan aluminium foil dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 3 hari, setelah itu dimasukkan ke dalam desikator $\pm$ 30 menit kemudian ditimbang.

Laju Pertumbuhan Kecambah (LPK).

Menggambarkan vigor benih, dihitung berdasarkan hasil BKKN dengan rumus:

$$LPK = \frac{\text{Bobot kering kecambah}}{\sum \text{Kecambah normal}}$$

Waktu mencapai 50% perkecambahan (T₅₀).

T₅₀ (hari) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% total pertumbuhan kecambah, pengamatan dilakukan setiap hari. Rumus T₅₀ yaitu:

$$T_{50} = t_i + \left[\frac{n_{50\%} - n_i}{n_j - n_i} \right]$$

Keterangan:

T₅₀ = waktu (hari) yang dibutuhkan untuk mencapai 50% total perkecambahan

t_i = waktu (hari) batas bawah sebelum mencapai 50% perkecambahan

n₅₀ = $\sum$ kecambah 50% dari total perkecambahan

n_i = $\sum$ kecambah batas bawah sebelum 50% total perkecambahan

n_j = $\sum$ kecambah batas atas setelah mencapai 50% total perkecambahan.

Data hasil pengamatan ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil analisis yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) $\alpha=0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bio-matriconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Di antara perlakuan yang diuji, secara umum perlakuan benih dengan campuran bio-matriconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 dan campuran 3 isolat (*Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp.

PG01) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya dalam meningkatkan daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum benih. Daya berkecambah pada perlakuan tersebut masing-masing mencapai 88,0% dan 86,7%. Daya kecambah cabai pada perlakuan kontrol hanya sebesar 48,0%. Sementara itu pada peubah indeks vigor, selain ke-2 perlakuan tersebut, perlakuan dengan campuran *Pseudomonas* sp.

SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01 juga menunjukkan kemampuan meningkatkan indeks vigor dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1). Pengamatan pada peubah keserempakan tumbuh menunjukkan bahwa semua perlakuan biotricconditioning baik menggunakan isolat tunggal maupun campuran, memberikan pengaruh yang sama terhadap keserempakan tumbuh benih, kecuali kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Daya berkecambah, indeks vigor benih, potensi tumbuh maksimum dan keserempakan tumbuh benih cabai pada perlakuan bio-matricconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri ($\pm$ (standar error))

Perlakuan	Variabel Pengamatan			
	Daya Berkecambah (%)	Indeks Vigor (%)	Potensi Tumbuh Maksimum (%)	Keserempakan Tumbuh (%)
A0	48,0 $\pm$ 4,0 c	25,3 $\pm$ 6,1 d	52,0 $\pm$ 8,0 d	45,3 $\pm$ 6,1 b
A1	82,7 $\pm$ 2,3 ab	74,7 $\pm$ 2,3 ab	92,0 $\pm$ 4,0 abc	81,3 $\pm$ 4,6 a
A2	80,0 $\pm$ 0,0 b	64,0 $\pm$ 0,0 c	88,0 $\pm$ 0,0 bc	80,0 $\pm$ 0,0 a
A3	80,0 $\pm$ 0,0 b	69,3 $\pm$ 2,3 bc	85,3 $\pm$ 4,6 c	80,0 $\pm$ 0,0 a
A4	88,0 $\pm$ 4,0 a	78,7 $\pm$ 6,1 a	98,7 $\pm$ 2,3 a	85,3 $\pm$ 2,3 a
A5	84,0 $\pm$ 0,0 ab	76,0 $\pm$ 4,0 ab	88,0 $\pm$ 0,0 bc	84,0 $\pm$ 0,0 a
A6	85,3 $\pm$ 4,6 ab	77,3 $\pm$ 4,6 a	93,3 $\pm$ 2,3 ab	85,3 $\pm$ 4,6 a
A7	86,7 $\pm$ 4,6 a	77,3 $\pm$ 2,3 a	97,3 $\pm$ 2,3 a	85,3 $\pm$ 2,3 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT $\alpha=5\%$. A0 (kontrol), A1 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061), A2 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02), A3 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. PG01), A4 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02), A5 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. PG01), A6 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01), dan A7 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01)

Tabel 2. Kecepatan tumbuh relatif, T₅₀, bobot kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah benih cabai pada perlakuan bio-matricconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri ($\pm$ (standar error))

Perlakuan	Variabel Pengamatan			
	Kecepatan Tumbuh Relatif (%/etmal)	T ₅₀ (hari)	Bobot Kering Kecambah Normal (mg)	Laju Pertumbuhan Kecambah
A0	6,4 $\pm$ 0,8 c	6,5 $\pm$ 0,2 a	11,3 $\pm$ 2,1 d	0,9 $\pm$ 0,2 b
A1	18,9 $\pm$ 0,4 a	3,4 $\pm$ 0,2 c	30,0 $\pm$ 2,6 abc	1,5 $\pm$ 0,2 a
A2	15,4 $\pm$ 0,1 b	3,7 $\pm$ 0,6 bc	25,7 $\pm$ 3,2 c	1,3 $\pm$ 0,2 a
A3	15,4 $\pm$ 0,2 b	4,1 $\pm$ 0,4 b	24,3 $\pm$ 5,5 c	1,2 $\pm$ 0,3 ab
A4	19,1 $\pm$ 0,4 a	3,2 $\pm$ 0,1 c	33,7 $\pm$ 2,1 a	1,5 $\pm$ 0,0 a
A5	18,6 $\pm$ 1,2 a	3,5 $\pm$ 0,2 bc	27,3 $\pm$ 0,6 bc	1,3 $\pm$ 0,0 a
A6	18,8 $\pm$ 0,7 a	3,6 $\pm$ 0,1 bc	29,0 $\pm$ 2,6 abc	1,4 $\pm$ 0,2 a
A7	19,1 $\pm$ 0,8 a	3,5 $\pm$ 0,5 bc	33,0 $\pm$ 3,6 ab	1,5 $\pm$ 0,1 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT $\alpha=5\%$. A0 (kontrol), A1 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061), A2 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02), A3 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. PG01), A4 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02), A5 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. PG01), A6 (bio-matricconditioning *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01), dan A7 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01)

Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan bio-matricconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri juga mampu meningkatkan kecepatan tumbuh relatif, T_{50} , bobot kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah benih cabai. Semua perlakuan benih dengan campuran isolat endo-rizobakteri dan bakteri tunggal *Bacillus* sp. CKD061 lebih mampu meningkatkan kecepatan tumbuh relatif benih cabai dibandingkan dengan kontrol, dan perlakuan tunggal lainnya. Pada peubah T_{50} , perlakuan tunggal *Bacillus* sp. CKD061 dan campuran *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam

mengurangi waktu perkecambahan dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2).

Sementara itu pada peubah bobot kering kecambah normal, hanya isolat campuran *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 yang lebih mampu meningkatkan BKKN dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Semua isolat endo-rizobakteri baik tunggal maupun campuran, memberikan efek yang sama terhadap laju pertumbuhan kecambah benih cabai, yang berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 2). Performa viabilitas dan vigor benih yang mendapat perlakuan bio-matricconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri ditampilkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Performa viabilitas dan vigor benih yang mendapat perlakuan bio-matricconditioning benih menggunakan campuran endo-rizobakteri pada pengamatan hari ke-7. A0 (kontrol), A4 ((bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02), A7 (bio-matricconditioning *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bio-matricconditioning benih pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Secara umum, perlakuan campuran endo-rizobakteri dengan *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 lebih mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih dibandingkan dengan kontrol. Selain perlakuan tersebut, campuran 3 isolat yaitu *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01 juga mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Hasil penelitian ini relevan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa campuran bakteri endofit dan rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Saputra dkk., 2020; Sutariati *et al.*, 2021). Meningkatnya viabilitas dan vigor benih cabai diduga disebabkan oleh kemampuan bakteri endofit yang dapat menghasilkan hormon tumbuh IAA (La Fua *et al.*, 2019; Sutariati *et al.*, 2021). Selain itu, telah dilaporkan pula bahwa isolat rizobakteri yang

digunakan juga mampu menghasilkan hormon tumbuh berupa IAA (Guyasa *et al.*, 2018; Afa *et al.*, 2020; Sutariati *et al.*, 2020). Asam indol asetat (IAA) merupakan salah satu hormon pertumbuhan tanaman yang berperan penting dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman. Hormon tumbuh yang dihasilkan bakteri endofit juga berperan dalam merangsang perkecambahan benih (Chaves *et al.*, 2019; Sutariati *et al.*, 2020a; Liu *et al.*, 2021).

Peningkatan viabilitas dan vigor benih cabai juga dilaporkan oleh Mudi dkk. (2021) bahwa konsorsium endo-rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih padi gogo lokal. Perlakuan konsorsium endo-rizobakteri isolat Be02 + PKLK5 + *Bacillus* sp. CKD061 efektif meningkatkan daya berkecambah (25,49%) dan potensi tumbuh maksimum (26,32%) bila dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan konsorsium endo-rizobakteri isolat Be02 + *Bacillus* sp. CKD061 efektif meningkatkan indeks vigor (36,58%), keserempakkan tumbuh (18,75%), T_{50} (20,06%) dan panjang akar (42,76%) bila dibandingkan dengan

kontrol. Lebih lanjut, Saputra dkk. (2020) juga melaporkan bahwa matriconditioning serbuk bata merah + *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. TBT214 (A6) mampu mematahkan dormansi benih cabai sekaligus meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai rawit kultivar Konsel 2 yang berbeda nyata dengan kontrol. Hasil yang sama juga ditunjukkan dengan inokulasi campuran BPF + *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. yang mampu meningkatkan indeks vigor benih bila dibandingkan tanpa inokulasi (kontrol) (Susiasih & Widawati, 2017). Inokulasi benih dengan campuran *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 mampu meningkatkan bobot kering kecambah normal. Hal ini diduga berkaitan dengan kemampuan bakteri endofit dan rizobakteri dalam menghasilkan hormon tumbuh. Peran IAA eksogen dari bakteri mampu mempercepat perkecambahan benih melalui cara memacu proses diferensiasi akar dalam membentuk rambut akar dan tunas (Herlina *et al.*, 2017; Bhutani *et al.*, 2018; Andriūnaitė, *et al.*, 2021). Lebih lanjut, Astriani & Murtiyaningsih (2018) melaporkan bahwa hormon IAA yang diproduksi oleh bakteri secara eksogen mampu mempercepat pertumbuhan tanaman. Herlina *et al.* (2017) melaporkan bahwa dari 16 isolat penghasil IAA dengan kemampuan sintesis IAA pada kacang hijau berpengaruh signifikan terhadap jumlah akar lateral. Isolat DM dan K1K1 memiliki efek meningkatkan pembentukan akar lateral dan dapat menjadi sumber potensial metabolit bioaktif. Selain itu, berbagai penelitian juga menunjukkan hasil yang sama seperti yang dilaporkan oleh Susiasih & Widawati (2017) yang melaporkan aplikasi konsorsium agens hayati mampu meningkatkan panjang akar, tinggi pupus dan juga berat kering tanaman. Lebih lanjut dilaporkan bahwa penggunaan biomatriconditioning benih arang sekam yang dintegrasikan dengan PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi gogo (Fitriani *et al.*, 2021).

Selain mempunyai kemampuan menghasilkan hormon tumbuh berupa IAA, bakteri endofit dan rizobakteri juga dilaporkan mampu melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen (Zhu and She, 2018; Sutariati *et al.*, 2020b; Mei *et al.*, 2021). Lebih lanjut dilaporkan bahwa bakteri endofit juga mampu berperan sebagai agens pengendali hayati karena mampu menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat berperan melindungi benih dari patogen terbawa benih (Li *et al.*, 2020; Khan *et al.*, 2020). Selain itu, rizobakteri juga dilaporkan mampu berperan sebagai

agens pengendali hayati (Ilyas *et al.*, 2015; Peter *et al.*, 2021; Abo-Elyousr, *et al.*, 2021; Zafar *et al.*, 2021).

SIMPULAN

Perlakuan bio-matriconditioning benih pratanam menggunakan campuran endo-rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai. Perlakuan campuran endo-rizobakteri *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 memberikan hasil terbaik terhadap viabilitas dan vigor benih diikuti perlakuan campuran *Bacillus* sp. CKD061 + *Pseudomonas* sp. SWRIIB02 + *Pseudomonas* sp. PG01. Peningkatan viabilitas benih cabai (indikator daya berkecambah) pada kedua perlakuan tersebut, masing-masing mencapai 88,0% dan 86,7% dibandingkan dengan kontrol. Diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitas biomatriconditioning benih skala lapangan dalam memacu pertumbuhan dan hasil tanaman serta pengendalian penyakit cabai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membiayai penelitian ini, melalui hibah Penelitian Terapan Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo-Elyousr, KAM, IR Abdel-Rahim, NM Almasoudi, and SA Alghamdi. 2021. Native endophytic *Pseudomonas putida* as a biocontrol agent against common bean rust caused by *Uromyces appendiculatus*. J. Fungi. 7: 745. <https://doi.org/10.3390/jof7090745>.
- Andriūnaitė, E, I Tamošiūnė, M Aleksandravičiūtė, D Gelvonauskienė, J Vinskienė, R Rugienius, and D Baniulis. 2021. Stimulation of *Nicotiana tabacum* L. in vitro shoot growth by endophytic *Bacillus cereus* group bacteria. Microorganisms. 9: 1893. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091893>.
- Astriani, M, dan H Murtiyaningsih. 2018. Pengukuran indole-3-acetic acid (IAA) pada *Bacillus* sp . dengan penambahan L-Tryptopan. Bioduscience. 2(2): 116–21. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>.
- Bhutani, N, R Maheshwari, N Monika, and SD Pooja. 2018. Optimization of IAA production by

- endophytic *Bacillus* spp. from *Vigna radiata* for their potential use as plant growth promoters. *Israel Journal of Plant Sciences*. 65. 10.1163/22238980-00001025.
- Chaves, EID, VF Guimarães, ECG Vendruscolo, M Fonseca dos Santos, F Freitas de Oliveira, JA Cordeiro de Abreu, MP Camargo, VS Schneider, E Maltempi de Souza, LM Cruz, and E Soares de Vasconcelos. 2019. Interactions between endophytic bacteria and their effects on poaceae growth performance in different inoculation and fertilization conditions. *AJCS*. 13(01): 69-79.
- Fitriani, Y Amri, S Bahri, and F Nadilla. 2021. Response of seed bio-invigoration with plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) on growth and productivity of gogo rice. *Bioeduscience*. 5(1): 57-61. Doi: <https://doi.org/10.22236/j.bes/515379>.
- Guyasa, IM, IGR Sadimantara, A Khaeruni, and GAK Sutariati. 2018. Isolation of *Bacillus* spp. and *Pseudomonas fluorescens* from upland rice rhizosphere and its potential as plant growth promoting rhizobacteria for local upland rice (*Oryza sativa* L.). *Bioscience Research*. 5(4): 3231-3139.
- Herlina, L, KK Pukan, and D Mustikaningtyas. 2017. The endophytic bacteria producing IAA (Indole Acetic Acid) in *Arachis hypogaea*. *Cell Biology & Development*. 1(1): 31-35. DOI: <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v010106>.
- Ilyas, S, KV Asie, GAK Sutariati, and S Sudarsono. 2015. Biomatricconditioning or bioprimering with biofungicides or biological agents applied on hot pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds reduced seedborne *Colletotrichum capsici* and increased seed quality and yield. *Acta Horti*. 1105 89–96.
- Khan, MS, J Gao, X Chen, M Zhang, F Yang, Y Du, TS Moe, I Munir, J Xue, and X Zhang. 2020. Isolation and characterization of plant growth-promoting endophytic bacteria *Paenibacillus polymyxa* SK1 from *Lilium lancifolium*". *BioMed Research International*. 2020: Article ID 8650957.
- La Fua, J, L Sabaruddin, LS Bande, and S Leomo. 2019. The potential of indigenous endophyte bacteria to promote local tomato growth isolated from dry land in Muna, Southeast Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 8(12): 2975-2980.
- Liu, Z, X Zhang, and L Li. 2021. Isolation and characterization of three plant growth-promoting rhizobacteria for growth enhancement of rice seedling. *Journal of Plant Growth Regulation*. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10393-4>
- Mei, C, RL Chretien, BS Amaradasa, Y He, A Turner, and S Lowman. 2021. Characterization of phosphate solubilizing bacterial endophytes and plant growth promotion in vitro and in greenhouse. *Microorganisms*. 9: 1935. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091935>.
- Mudi, L, GAK Sutariati, Hamriani, dan Roby. 2021. Aplikasi konsorsium endo-rizobakteri untuk meningkatkan vigor benih padi gogo lokal. *Jurnal Agrotech*. 11(1): 1-7.
- Mukherjee, A, P Bhattacharjee, R Das, A Pal, and AK Paul. 2017. Endophytic bacteria with plant growth promoting abilities from *Ophioglossum reticulatum* L.[J]. *AIMS Microbiology*. 3(3): 596-612.
- Olanrewaju, OS, and OO Babalola. 2019. Bacterial consortium for improved maize (*Zea mays* L.) production. *Microorganisms*. 7(11): 519.
- Ozbay, N. 2018. Studies on seed priming in pepper (*Capsicum annuum* L.). In: Rakshit A., Singh H. (eds) *Advances in Seed Priming*. Springer.
- Peter, P, K Divakaran, H Kaniyala, and AR Nair. 2021. Endophytic *Bacillus* spp. from *Zingiber zerumbet* rhizome, rhizosphere and axenic cultures: characterisation and identification of isolates with plant growth promoting activities and antagonism to soft-rot causative *Pythium myriotylum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 1:16. doi: 10.1080/03235408.2021.1968269.
- Press CM, Loper JE, and JW Kloepper. 2001. Role of iron in rhizobacteria-mediated induced systemic resistance of cucumber. *Phytopathology*. 91: 593-598.
- Ryan, RP, K Germaine, A Franks, DJ Ryan, and DN Dowling. 2008. Bacterial endophytes: Recent developments and applications. *FEMS Microbiology Letters*. 278: 1-9.
- Sadjad, S, E Murniati, dan S Ilyas. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif. Grasindo. Jakarta. p.185.
- Saputra, J, RA Amir, N Mumin, dan GAK Sutariati. 2020. Persistensi dan pematangan dormansi benih cabai rawit lokal menggunakan teknik

- bio-invigorasi benih. J. Agrotek Tropika. 8(2): 391 – 400. ISSN: 2337-4993.
- Sutariati, GAK, A Khaeruni, YB Pasolon, Muhidin and L Mudi. 2016. The effect of seed bio-invigoration using indigenous rhizobacteria to improve viability and vigor of upland rice (*Oryza sativa* L.) seeds. International Journal of PharmTech Research. 9: 565-573.
- Sutariati, GAK, LOS Bande, A Khaeruni, Muhidin, L Mudi and RM Savitri. 2018a. The effectiveness of preplant seed bio-invigoration techniques using *Bacillus* sp. CKD061 to improving seed viability and vigor of several local upland rice cultivars of Southeast Sulawesi. Earth and Environmental Science. 122, 012031: 1-6.
- Sutariati, GAK, Muhidin, TC Rakian, LO Afa, IM Widanta, L Mudi, GR Sadimantara, and S Leomo. 2018b. The effect of integrated application of pre-plant seed bio-invigoration, organic and inorganic fertilizer on the growth and yield of local upland rice. Bioscience Research. 15: 160–165.
- Sutariati, GAK, NM Rahni, A Madiki, and IM Guyasa. 2020a. Characterization of Endophytic-rhizobacteria from areca nut rhizosphere to dissolve phosphates, nitrogen fixation of IAA hormone synthesis. Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS. 23(3): 240-247.
- Sutariati, GAK, NM Rahni, L Mudi, Nurlina, Hamriani, DN Yusuf, Muhidin, and Zahrma. 2020b. Isolation and screening test of indigenous endophytic bacteria from areca nut rhizosphere as plant growth promoting bacteria. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 454(1): 012187 (2020).
- Sutariati, GAK, NM Rahni, A Madiki, Muhidin and GNA Wibawa. 2021. Effect of growing media composition on the growth of areca nut (*Areca Catechu* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 24 350-6.
- Sutariati, GAK, Zul'aiza, S. Darsan, LMA Kasra, S Wangadi, L Mudi. 2014. Invigorasi benih padi gogo lokal untuk meningkatkan vigor dan mengatasi permasalahan dormansi fisiologis pascapanen. Jurnal Agroteknos. 4(1): 10-17. ISSN: 2087-7706.
- Zafar, S, A Bano, and TUI Hassan. 2021. Evaluation of indole-3-acetic acid deficient mutants of *Pseudomonas moraviensis* and its role in mitigation of salt stress in *Cicer arietinum* L. Pakistan Journal of Botany. 54(2): 1-10. DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-2\(6\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-2(6)).
- Zhu and Shen. 2018. Evaluation of the plant-growth-promoting abilities of endophytic bacteria from the psammophyte *Ammodendron bifolium*. Canadian Journal of Microbiology. 64(4): 253-264.