

APLIKASI *Trichoderma* spp. PADA SEEDBALL BENIH CEMPEDAK DI LAHAN REKLAMASI TAMBANG BAUKSIT KALIMANTAN BARAT

*Application of Trichoderma spp. on Cempedak (Artocarpus integer) Seedball in a
Reclaimed Bauxite Mining Area of West Kalimantan*

Irdika Mansur¹, Palah Abu Bakar¹, dan Elis Nina Herliyana^{1*}

(Diterima 24 Juni 2025 / Disetujui 22 Oktober 2025)

ABSTRACT

The environmental impact of mining activities is the loss of forest vegetation, flora, and fauna. Improvement of ex-mining land can be done by revegetation, such as planting cempedak trees (Artocarpus integer). The use of seedball media and the addition of Trichoderma spp. doses is expected to increase the germination and growth of cempedak seedlings. The purpose of this study was to analyze the effect of planting methods using seedball media and the addition of Trichoderma spp. biological agents on the germination and growth of cempedak seeds in ex-bauxite mining land. This study used a completely randomized design (CRD) with five replications. The observed factors were the planting method with various doses of Trichoderma spp. The planted cempedak seeds had a germination and growth percentage 100% for all treatments. Treatment K showed the best response in the parameters of germination rate, germination value, diameter, and number of cempedak seedling leaves. Treatment I showed the best response in the parameters of cempedak seedling height. The seedball media dose of Trichoderma spp. applied to the planting method significantly affected the growth of cempedak seedlings in diameter and height. The organic content in the media provides a basic resource for the growth of plant seedlings.

Keywords: diameter, forest, Trichoderma spp., vegetation.

ABSTRAK

Dampak lingkungan dari kegiatan pertambangan ialah hilangnya vegetasi hutan, flora dan fauna. Perbaikan lahan bekas tambang dapat dilakukan dengan revegetasi, seperti penanaman pohon cempedak (*Artocarpus integer*). Penggunaan media *seedball* dan penambahan dosis *Trichoderma* spp. diharapkan dapat meningkatkan daya kecambah serta pertumbuhan bibit cempedak. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh metode penanaman menggunakan media *seedball* dan penambahan agensia hayati *Trichoderma* spp. terhadap daya kecambah dan pertumbuhan benih cempedak di lahan bekas tambang bauksit. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima ulangan. Faktor yang diamati yaitu metode penanaman dengan berbagai dosis *Trichoderma* spp. Benih cempedak yang ditanam memiliki persen kecambah dan persen tumbuh sebesar 100% untuk semua perlakuan. Perlakuan K menunjukkan respon terbaik pada parameter laju perkecambahan, nilai kecambah, diameter, dan jumlah daun semai cempedak. Perlakuan I menunjukkan respon terbaik pada parameter tinggi semai cempedak. Media *seedball* dosis *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan pada metode penanaman berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter dan tinggi semai cempedak. Kandungan organik dalam media menyediakan sumber dasar untuk pertumbuhan semai tanaman.

Kata kunci: diameter, hutan, *Trichoderma* spp., vegetasi.

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jalan Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16680

* Penulis korespondensi:
e-mail: elishe@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki kekayaan sumberdaya alam yang melimpah, baik berupa sumberdaya hayati maupun pertambangan. Proses penambangan dapat menyebabkan perubahan signifikan pada bentang alam, di mana kawasan yang awalnya berupa pegunungan atau hutan berubah menjadi hamparan lahan terbuka yang tandus dan lubang-lubang bekas tambang. Kerusakan lingkungan akibat aktivitas ini meliputi hilangnya vegetasi, flora dan fauna, serta rusaknya lapisan tanah. Oleh karena itu, setiap perusahaan pertambangan diwajibkan untuk melaksanakan reklamasi terhadap lahan pascatambang untuk memperbaiki kondisi fisik (Taqiyuddin dan Hidayat 2020). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, reklamasi merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan selama masa operasional pertambangan untuk menata kembali, memulihkan, serta memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Salah satu upaya dalam reklamasi tersebut adalah revegetasi, yang bertujuan untuk memulihkan kondisi lahan melalui penanaman spesies pohon yang memiliki nilai ekologis, ekonomis, dan sosial secara berkelanjutan.

Metode penanaman langsung menggunakan biji (*direct seeding*) merupakan alternatif yang dapat diterapkan dalam upaya revegetasi pada lahan bekas tambang. Inovasi yang mendukung metode ini adalah penggunaan *seedball*, yaitu teknik pembungkusan benih untuk melindungi dari serangan serangga dan burung, sekaligus berfungsi sebagai cadangan benih sementara, memperpanjang masa dormansi, serta menyediakan nutrisi yang diperlukan untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung (Jawahar dan Umarani 2019; Hakim *et al.* 2015). Salah satu agen hayati yang potensial digunakan dalam teknik ini adalah jamur *Trichoderma* spp., yang dikenal luas sebagai mikroorganisme tanah dan berperan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman (Sriwati 2017).

Tumbuhan cempedak merupakan tumbuhan pepohonan yang cepat tumbuh diberbagai jenis tanah baik dataran rendah maupun dataran tinggi dan dapat beradaptasi dengan lingkungannya (Susilawati *et al.* 2022). Keberadaan cempedak berkontribusi terhadap pemulihan ekosistem lahan pascatambang yang awalnya bersifat marjinal menjadi lebih produktif dan menyerupai kondisi alaminya. Meskipun teknik *seedball* dan pemanfaatan agens hayati seperti *Trichoderma* spp., telah banyak diterapkan pada berbagai jenis tanaman, kajian mengenai efektivitas kombinasi

keduanya terhadap pertumbuhan tanaman cempedak di lahan bekas tambang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh metode penanaman menggunakan media *seedball* serta konsentrasi *Trichoderma* spp., terhadap daya tumbuh benih cempedak di lahan bekas tambang bauksit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode penanaman cempedak menggunakan media *seedball* dan penanaman secara langsung di lahan bekas tambang bauksit dan menganalisis pengaruh konsentrasi agensia hayati *Trichoderma* spp. terhadap daya tumbuh benih cempedak di lahan bekas tambang berikut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari tanggal 20 Maret 2023 hingga 20 Mei 2023 di areal bekas tambang bauksit Site Sanai PT. Cita Mineral Investindo Tbk, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jangka sorong, penggaris, gawai, bak semai, plastik, alat tulis, perangkat lunak Microsoft Word 2013, Microsoft Excel 2013, dan perangkat lunak SPSS 25. Bahan yang digunakan adalah benih cempedak yang diperoleh dari pasar buah Dramaga, Bogor, media stiOslope dan perekat stiOfier dri PT. PAQAR Bogor, air, serta agensia hayati *Trichoderma* sp., diperoleh dari PT. Riset Perkebunan Nusantara Ciomas, Bogor.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi beberapa tahapan, yaitu ekstraksi benih cempedak, persiapan agensia hayati, persiapan *seedball*, penanaman, pemeliharaan, serta pengamatan dan pengambilan data.

Ekstraksi Benih Cempedak dan Persiapan Agensia Hayati *Trichoderma*

Buah cempedak yang diperoleh dari pasar buah Dramaga, Kabupaten Bogor, dipilih yang telah masak fisiologis serta bebas hama dan penyakit. Buah cempedak lalu diambil bijinya dan dipisahkan dari daging buah. Biji cempedak kemudian dicuci lalu dikeringanginkan (Pratiwi *et al.* 2022). Agensia hayati *Trichoderma* diperoleh dari PT. Riset Perkebunan Nusantara Ciomas, Bogor.

Persiapan *Seedball*

Persiapan media *seedball* merujuk pada Paten Sederhana oleh Mansur (2025) bahwa *seedball* dibuat dari campuran media stiQslope, perekat

stiqfier, dan air. Media stisQslope sebanyak sebanyak 6,8 kg dicampur dengan larutan perekat sedikit demi sedikit hingga membentuk adonan. *Seedball* dibentuk bulat dengan ukuran diameter 2-3 cm. *Seedball* diisi dengan benih cempedak dan dibentuk bulat lalu dikeringkan selama 12 jam di bawah sinar matahari. *Seedball* yang sudah berisi benih cempedak ditabur di atas permukaan lahan dengan petak pengamatan seluas 6×10 m.

Penanaman

Penanaman benih cempedak dilakukan pada petak pengamatan dengan luas 6 m x 10 m dengan jarak tanam 1 m x 1 m. Benih cempedak ditanam dengan metode penanaman menggunakan media *seedball* diletakan di permukaan tanah dan ditanam secara langsung (Gambar 1). Masing-masing benih diberikan perlakuan dosis *Trichoderma* spp.

Pemeliharaan

Benih cempedak yang telah ditanam selanjutnya dilakukan pemeliharaan dengan cara penyiraman (Gambar 1). Kegiatan penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari apabila tidak terjadi hujan. Penyiraman dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya kekeringan pada benih dan menyediakan kondisi yang baik untuk benih berkecambah.

Pengamatan dan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan parameter perkecambahan, yaitu persen kecambah, laju perkecambahan, nilai kecambah, persen hidup, serta parameter pertumbuhan, yaitu tinggi, diameter, dan jumlah daun. Pengukuran parameter perkecambahan dilakukan selama 30 hari setelah tanam, dan pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah tanam, diukur setiap satu minggu sekali selama lima minggu.

1. Persen kecambah

Persen kecambah diukur melalui pengamatan banyaknya benih di akhir pengamatan. Persen kecambah dihitung melalui rumus jumlah benih yang berkecambah dibagi jumlah benih yang ditanam dikalikan 100%.

2. Laju perkecambahan

Laju perkecambahan dihitung untuk menentukan jumlah hari yang dibutuhkan radikula atau bakal akar untuk muncul. Laju perkecambahan dapat dihitung berdasarkan rumus (Tefa 2017):

$$\text{Laju Perkecambahan} = \frac{n_1t_1 + n_2t_2 + \dots + n_xt_x}{\text{Total benih berkecambah}}$$

Keterangan

n: jumlah benih berkecambah

t: hari benih berkecambah

3. Nilai kecambah

Nilai kecambah diperoleh melalui penghitungan nilai puncak kecambah dikalikan rata-rata hari kecambah. Nilai puncak kecambah (PV) dihitung melalui persen perkecambahan pada puncak kecambah dibagi jumlah hari yang dibutuhkan. Rata-rata perkecambahan harian (MDG) diperoleh dari menghitung persen kecambah pada akhir pengamatan dibagi lama pengamatan.

$$PV = \frac{\% \text{Perkecambahan pada hari ke-} i}{\text{Jumlah hari yang dibutuhkan untuk mencapainya}}$$

$$MDG = \frac{\% \text{Perkecambahan pada akhir pengamatan}}{\text{Lama pengamatan}}$$

$$NK = PV \times MDG$$

Keterangan

NK : Nilai kecambah

PV : Nilai puncak kecambah

MDG : Rata-rata perkecambahan harian

4. Persen hidup

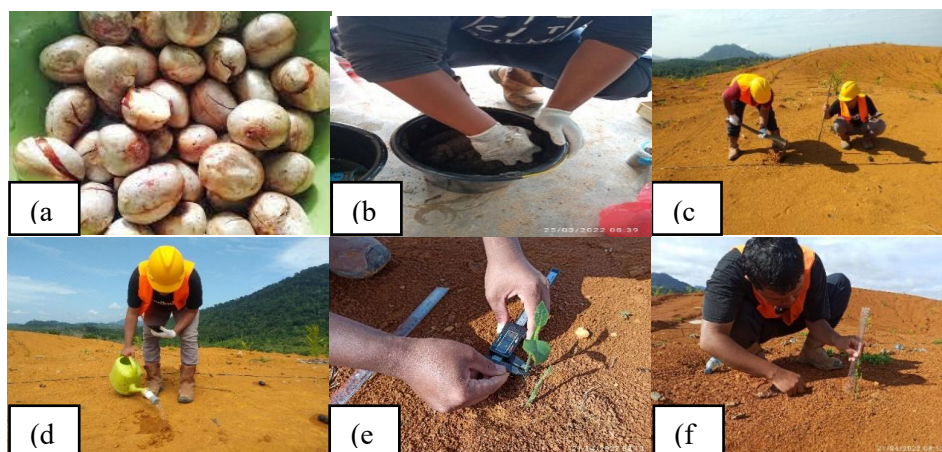
Persen hidup diukur melalui pengamatan banyaknya lubang tanam yang muncul kecambah di akhir pengamatan. Persen hidup dihitung melalui rumus jumlah lubang tanam yang muncul kecambah dibagi jumlah lubang tanam yang ditanam dikalikan 100% pada masing-masing perlakuan.

5. Diameter dan tinggi bibit

Pengukuran diameter bibit dilakukan dengan menggunakan jangka sorong pada ketinggian ±1 cm di atas permukaan media yang selanjutnya diberi penanda untuk mempermudah pengukuran berikutnya. Pengukuran tinggi bibit dilakukan dengan menggunakan penggaris dimulai dari permukaan media hingga pucuk.

6. Jumlah daun

Pengukuran jumlah daun dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang masih berada di tanaman.



Gambar 1 Tahapan-tahapan penelitian: (a) ekstrakri benih cempedak, (b) pembuatan *seedball*, (c) penanaman benih di lapang, (d) penyiraman, (e) pengukuran diameter semai, (f) pengukuran tinggi semai

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima ulangan. Faktor yang diamati yaitu penambahan konsentrasi *Trichoderma* pada metode penanaman. *Trichoderma* sp., dikenal sebagai jamur yang dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh (PT) seperti sitokinin, giberelin, dan asam indolasetat (IAA) yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Abri *et al.* 2015). Selain itu, aplikasi *Trichoderma* sp., dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, memperbaiki perakaran serta meningkatkan hasil tanaman (Amin *et al.* 2015). Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rizal *et al.* (2019) menunjukkan bahwa penambahan *Trichoderma* sp., dalam penanaman menunjukkan peningkatan pertumbuhan pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.).

Namun, penelitian-penelitian tersebut masih terbatas pada jenis tanaman sayuran dan umumnya hanya menggunakan variasi dosis sederhana tanpa menguji metode penanaman alternatif seperti *seedball*. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan perlakuan dengan menguji 12 kombinasi konsentrasi *Trichoderma* dan metode penanaman, masing-masing diulang sebanyak 5 ulangan seperti yang disajikan pada Tabel 1. Data hasil perhitungan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam. Model yang digunakan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Respon pertumbuhan benih pada faktor S (konsentrasi agensia hayati pada metode penanaman) pada ulangan ke-j

μ = Nilai rata-rata umum

τ_i = Pengaruh perlakuan faktor S ulangan ke-j

ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan S ulangan ke-j

j = Ulangan 1, 2, 3, ..., 5

Table 1 Komposisi rancangan percobaan faktor perbandingan antara konsentrasi *Trichoderma* spp. dan metode penanaman

Perlakuan	Keterangan
A	<i>Trichoderma</i> 0 g <i>seedball</i>
B	<i>Trichoderma</i> 0 g non- <i>seedball</i>
C	<i>Trichoderma</i> 5 g <i>seedball</i>
D	<i>Trichoderma</i> 5 g non- <i>seedball</i>
E	<i>Trichoderma</i> 10 g <i>seedball</i>
F	<i>Trichoderma</i> 10 g non- <i>seedball</i>
G	<i>Trichoderma</i> 15 g <i>seedball</i>
H	<i>Trichoderma</i> 15 g non- <i>seedball</i>
I	<i>Trichoderma</i> 20 g <i>seedball</i>
J	<i>Trichoderma</i> 20 g non- <i>seedball</i>
K	<i>Trichoderma</i> 25 g <i>seedball</i>
L	<i>Trichoderma</i> 25 g non- <i>seedball</i>

Analisis Data

Pengujian sidik ragam dengan uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh dalam penelitian ini. Data diolah menggunakan perangkat lunak SPSS 25, jika: (1) Nilai P-value > α (0,05), maka perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih cempedak. (2) Nilai Pvalue < α (0,05), maka perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih cempedak, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman cempedak diamati dari beberapa parameter yakni parameter perkecambahan, yaitu

persen kecambah, persen tumbuh, nilai kecambah, dan laju perkecambahan serta parameter pertumbuhan, yaitu tinggi, diameter, dan jumlah daun. Hasil perhitungan parameter perkecambahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Persen Kecambah

Berdasarkan data persen perkecambahan yang terdapat pada Tabel 2 diketahui bahwa penanaman benih cempedak yang diberikan perlakuan media *seedball* ditambah berbagai dosis *Trichoderma* spp. memiliki persen perkecambahan yang sama besar dengan benih yang ditanam secara langsung (*direct seeding*) ditambah dosis *Trichoderma* yakni sebesar 100%. Menurut Sari *et al.* (2024) benih cempedak dapat berekambah dengan baik dengan persentase perkecambahan sebesar 89,96% dalam waktu 6 minggu setelah disemai.

Laju Perkecambahan

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2, benih cempedak yang ditanam menggunakan media *seedball* dengan penambahan *Trichoderma* sp., sebesar 25 g (perlakuan K) memiliki rata-rata laju perkecambahan tercepat, yaitu 15,2 hari. Sebaliknya, benih yang ditanam secara langsung dengan penambahan dosis *Trichoderma* spp. sebanyak 5 g (perlakuan D) memiliki laju perkecambahan paling lambat, yaitu 21,6 hari.

Percepatan laju perkecambahan pada perlakuan K diduga dipengaruhi oleh kombinasi antara media *seedball* dan dosis *Trichoderma* yang tinggi, sehingga mampu mempercepat proses perkecambahan. Menurut Hakim *et al.* (2015) media *seedball* dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman untuk rehabilitasi lahan, karena mampu mempercepat perkecambahan. Hal ini disebabkan oleh adanya nutrisi dalam media *seedball* yang mendukung proses perkecambahan serta menciptakan kondisi yang lebih menguntungkan bagi benih. Visualisasi pertumbuhan awal benih cempedak pada perlakuan K ditunjukkan pada Gambar 2, yang menunjukkan kondisi benih benih pada hari ke-7 dan hari ke-14.

Berbanding terbalik dengan benih cempedak yang diberikan perlakuan penanaman secara langsung dan ditambah *Trichoderma* spp., dengan dosis 5g (perlakuan D) memiliki laju perkecambahan yang lambat yaitu 21,6 hari. Hal ini disebabkan karena adanya persaingan antara tanaman dan jamur dalam memperoleh posfar. Unsur N, P, dan K tanah merupakan unsur hara makro penting dalam proses pertumbuhan tanaman (Pratama *et al.* 2015). *Trichoderma* spp. memiliki efek penting pada perkecambahan dan kekuatan benih, serta pertumbuhan tanaman (Tancic *et al.* 2013).

Tabel 2 Rekapitulasi hasil perhitungan parameter perkecambahan benih cempedak

Perlakuan	Persen Kecambah (%)	Laju Perkecambahan (hari)	Nilai Kecambah (%/hari)	Persen Hidup (%)
A	100	20,4	6,06	100
B	100	21,4	5,56	100
C	100	18,8	6,67	100
D	100	21,6	6,67	100
E	100	17,6	7,02	100
F	100	21,4	6,35	100
G	100	18,2	5,56	100
H	100	20,2	7,02	100
I	100	17,0	8,33	100
J	100	18,6	7,02	100
K	100	15,2	8,89	100
L	100	17,8	8,33	100

A= *Trichoderma* 0 g *seedball*, B= *Trichoderma* 0 g non-*seedball*, C= *Trichoderma* 5 g *seedball*, D= *Trichoderma* 5 g non-*seedball*, E= *Trichoderma* 10 g *seedball*, F= *Trichoderma* 10 g non-*seedball*, G= *Trichoderma* 15 g *seedball*, H= *Trichoderma* 15 g non-*seedball*, I= *Trichoderma* 20 g *seedball*, J= *Trichoderma* 20 g non-*seedball*, K= *Trichoderma* 25 g *seedball*, L= *Trichoderma* 25 g non-*seedball*.



Gambar 2 Performa benih cempeda perlakuan K (a) 7 hari setelah tanam, (b) 14 hari setelah tanam

Nilai Kecambah

Nilai kecambah merupakan parameter yang menggambarkan persentase benih yang berkecambah setiap hari, sehingga berkorelasi erat dengan laju perkecambahan. Jika laju perkecambahan hanya merefleksikan rata-rata waktu munculnya kecambah, maka nilai kecambah mencerminkan proporsi benih yang berkecambah per-hari hingga akhir masa pengamatan, dan menjadi indikator penting terhadap daya tumbuh benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecambah benih cempedak berbeda antara metode penanaman menggunakan media *seedball* dan penanaman langsung. Benih cempedak yang diberi perlakuan *Trichoderma* spp., dengan dosis yang sama ditanam menggunakan media *seedball* cenderung memiliki nilai kecambah lebih tinggi dibandingkan dengan benih yang ditanam secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media *seedball* dapat meningkatkan daya kecambah benih cempedak.

Hal penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan K memiliki nilai kecambah yang tertinggi mencapai 8,89% /hari, sedangkan nilai kecambah yang terendah terdapat pada perlakuan B dengan nilai 5,56% /hari. Perlakuan B memiliki nilai terendah dikarenakan pada perlakuan tersebut benih ditanam secara langsung tanpa menggunakan media *seedball* dan tanpa diberikan dosis *Trichoderma* spp. sehingga dalam proses perkecambahannya benih tidak mendapatkan tambahan unsur hara yang terdapat pada media *seedball*. Kandungan organik dalam media *seedball* menyediakan sumber dasar untuk benih berkecambah selama perkecambahan benih (Nwankwo dan Hermann 2018). Hal serupa terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2019) penambahan *Trichoderma* sp., dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman tomat, sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik dan penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien. Kandungan organik pada media *seedball* menjadi sumber dasar untuk benih berkecambah selama perkecambahan benih (Nwankwo dan Hermann 2018).

Persen Hidup

Berdasarkan data pada Tabel 2, diketahui bahwa seluruh perlakuan terhadap benih cempedak memiliki persen hidup yang sama dengan nilai sebesar 100% dan berhasil ditanam di lahan bekas tambang bauksit. Persentase hidup benih cempedak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Marjenah (2015) mengungkapkan bahwa tingginya kemampuannya hidup tanaman menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang optimal. Hal ini

ditandai dengan ketersediaan air dan unsur hara yang cukup serta perlindungan terhadap faktor-faktor penghambat perkecambahan.

Rata-Rata Diameter Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma* spp. pada media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter semai cempedak pada selang kepercayaan 95%. Hal ini terjadi dikarenakan karbohidrat yang ditranslokasikan dalam jumlah lebih besar melalui floem dapat dimanfaatkan untuk mendorong pertumbuhan sekunder, seperti pelebaran sel-sel batang, yang terlihat dari peningkatan diameter batang (Adnan *et al.* 2015). *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan mikroba tanah dan memberikan dampak pengaruh yang baik terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil produksi tanaman (Sepwanti *et al.* 2019). Selain itu, *Trichoderma* spp., memiliki kemampuan menghasilkan enzim pendegradasi bahan organik yang dapat bersinergi dengan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), sehingga pertumbuhan dan produktivitas tanaman menjadi lebih baik. PGPR merupakan bakteri-bakteri yang menempati rizosfir tanaman dan berfungsi sebagai pemasok nutrisi, antibiosis, bioaktif (seperti hormon pertumbuhan) dan merangsang ekstensi akar (Backer *et al.* 2018) dalam (Doo *et al.* 2023).

Hasil uji Duncan pengaruh pemberian *Trichoderma* spp. terhadap diameter semai cempedak pada Tabel 4 memberikan respon bahwa perlakuan K (Konsentrasi *Trichoderma* 25 g) memiliki hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan yang diberikan konsentrasi *Trichoderma* sebanyak 0 g (A, B), dan konsentrasi 5 g (C, D). Perlakuan K juga memiliki peningkatan diameter terbesar dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan nilai persentase peningkatan sebesar 27,7%. Hal ini disebabkan kombinasi antara media *seedball* dengan *Trichoderma* spp., dengan dosis 25 g menjadikan benih cempedak yang ditanam mendapatkan nutrisi tambahan dari bahan organik serta penambahan dosis *Trichoderma* spp., yang tinggi akan membuat perakaran, menjadi lebih banyak dan penyerapan unsur hara menjadi lebih optimal. Hal ini serupa dengan penelitian Rizal dan Susanti (2018) bahwa *Trichoderma* sp. dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman kedelai. Rizal *et al.* (2019) bahwa peningkatan dosis pada aplikasi *Trichoderma* spp. tidak hanya berperan dalam merangsang pertumbuhan primer tanaman, tetapi juga berdampak positif terhadap pertumbuhan sekunder, yaitu diameter batang.

Tabel 3 Rekapitulasi hasil sidik ragam pemberian dosis *Trichoderma* spp. dan media *seedball* terhadap pertumbuhan cempedak

Parameter	DF	Mean Square	F Value	Pr > F
Diameter	48	0,79	2,56	0.0123 ^{tn}
Tinggi	48	26,18	2,40	0.0182 ^{tn}
Jumlah Daun	48	0,47	0,73	0.0707 ^{tn}

Angka dalam tabel adalah nilai signifikan. Tanda * = perlakuan berpengaruh nyata tn = perlakuan tidak berpengaruh nyata.

Tabel 4 Hasil uji Duncan pengaruh media *seedball* dan pemberian *Trichoderma* spp. terhadap diameter semai cempedak

Perlakuan	Diameter	Peningkatan (%)
A	4,76a	0,0
B	5,04a	5,9
C	5,10a	7,1
D	4,96a	4,2
E	5,84bc	22,7
F	5,12a	7,6
G	5,28ab	10,9
H	4,96a	4,2
I	5,94bc	24,8
J	5,38abc	13,0
K	6,08c	27,7
L	5,46abc	14,7

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata dengan selang kepercayaan 95%. A= *Trichoderma* 0 g *seedball*, B= *Trichoderma* 0 g non-*seedball*, C= *Trichoderma* 5 g *seedball*, D= *Trichoderma* 5 g non-*seedball*, E= *Trichoderma* 10 g *seedball*, F= *Trichoderma* 10 g non-*seedball*, G= *Trichoderma* 15 g *seedball*, H= *Trichoderma* 15 g non-*seedball*, I= *Trichoderma* 20 g *seedball*, J= *Trichoderma* 20 g non-*seedball*, K= *Trichoderma* 25 g *seedball*, L= *Trichoderma* 25 g non-*seedball*.

Rata-rata Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam pada selang kepercayaan 95% diperoleh hasil bahwa pemberian dosis *Trichoderma* pada metode penanaman berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi semai cempedak. Hasil uji Duncan pengaruh kombinasi *Trichoderma* spp. dengan metode penanaman terhadap tinggi semai cempedak pada Tabel 5, memberikan respon bahwa perlakuan I (Konsentrasi *Trichoderma* 20 g dengan *seedball*) memiliki hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan yang diberikan konsentrasi *Trichoderma* sebanyak 0 g (A, B), konsentrasi 5 g (C, D), dan konsentrasi 10 g (E, F). Perlakuan I juga memiliki persen peningkatan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan nilai persentase peningkatan sebesar 44,9%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan I *Trichoderma* spp. memiliki peran sebagai *Plant Growth Enhancer* yang dapat memberikan pengaruh positif terhadap perakaran dan pertumbuhan tanaman (Dedik *et al.* 2017). Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* sp, memberikan pengaruh nyata pada

tinggi tanaman tomat. Selain itu, media yang digunakan ialah *seedball* yang berfungsi sebagai pelindung benih dan sebagai *deliveri system* untuk perlakuan biologi maupun kimia, sehingga dapat meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tinggi semai (Geyrek *et al.* 2012).

Tabel 5 Hasil uji Duncan pengaruh dosis *Trichoderma* spp. terhadap tinggi semai cempedak

Perlakuan	Tinggi	Peningkatan (%)
A	15,6a	0,0
B	16,1a	3,2
C	16,1a	3,2
D	15,7a	0,6
E	16,7a	7,1
F	15,7a	0,6
G	17,9ab	14,7
H	18,7ab	19,8
I	22,6c	44,9
J	18,9ab	21,1
K	20,5bc	31,4
L	19,8abc	26,9

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata dengan selang kepercayaan 95%. A= *Trichoderma* 0 g *seedball*, B= *Trichoderma* 0 g non-*seedball*, C= *Trichoderma* 5 g *seedball*, D= *Trichoderma* 5 g non-*seedball*, E= *Trichoderma* 10 g *seedball*, F= *Trichoderma* 10 g non-*seedball*, G= *Trichoderma* 15 g *seedball*, H= *Trichoderma* 15 g non-*seedball*, I= *Trichoderma* 20 g *seedball*, J= *Trichoderma* 20 g non-*seedball*, K= *Trichoderma* 25 g *seedball*, L= *Trichoderma* 25 g non-*seedball*.

Rata-rata Jumlah Daun

Hasil sidik ragam pada tabel 3 dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa pemberian dosis *Trichoderma* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun semai cempedak. Hasil uji Duncan pengaruh kombinasi *Trichoderma* spp. dengan metode penanaman terhadap jumlah daun semai cempedak dapat dilihat pada Tabel 6. Perlakuan K memiliki rata-rata jumlah daun paling banyak dibanding perlakuan lainnya dikarenakan pada perlakuan tersebut dosis *Trichoderma* yang ditambahkan pada media *seedball* merupakan yang tertinggi. Dosis *Trichoderma* spp. yang semakin tinggi akan menjadikan infeksi pada akar semakin banyak sehingga akar terbentuk cabang akar yang lebih banyak, dengan bantuan cabang akar tersebut maka proses penyerapan akan menjadi lancar

dengan tambahan unsur hara dari media *seedball* yang cukup maka proses fotosintesis pada tanaman akan berlangsung dengan baik dan dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti jumlah daun pada semai cempedak.

Tabel 6. Hasil uji Duncan pengaruh dosis *Trichoderma* spp. terhadap jumlah daun semai cempedak

Perlakuan	Jumlah Daun	Peningkatan (%)
A	4,1a	0,0
B	4,2a	2,4
C	4,2a	2,4
D	4,2a	2,4
E	4,2a	2,4
F	4,3a	4,9
G	4,3a	4,9
H	4,3a	4,9
I	4,8ab	17,1
J	4,8ab	17,1
K	5,2b	26,8
L	5,0ab	21,9

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata dengan selang kepercayaan 95%. A= *Trichoderma* 0 g *seedball*, B= *Trichoderma* 0 g non-*seedball*, C= *Trichoderma* 5 g *seedball*, D= *Trichoderma* 5 g non-*seedball*, E= *Trichoderma* 10 g *seedball*, F= *Trichoderma* 10 g non-*seedball*, G= *Trichoderma* 15 g *seedball*, H= *Trichoderma* 15 g non-*seedball*, I= *Trichoderma* 20 g *seedball*, J= *Trichoderma* 20 g non-*seedball*, K= *Trichoderma* 25 g *seedball*, L= *Trichoderma* 25 g non-*seedball*.

Selaras dengan penelitian Rizal *et al.* (2019) bahwa semakin tinggi dosis aplikasi *Trichoderma* spp. memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan vegetatif dan perkembangan generatif tanaman. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *Trichoderma* spp. yang dapat melakukan mineralisasi merombak bahan organik menjadi lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara (Elita *et al.* 2021). Selain itu, keberadaan *Trichoderma* spp. berperan dalam mineralisasi fosfor, sehingga fraksi P yang sebelumnya tidak tersedia dapat diubah menjadi bentuk yang tersedia. Aktivitas *Trichoderma* spp. di dalam tanah dapat meningkatkan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik, yang tidak hanya memperkaya P, tetapi juga mampu mengikat logam seperti Fe, Al, dan Mn, serta melepaskan ion fosfat ke dalam tanah. Dengan demikian inokulasi *Trichoderma* spp. dapat mengoptimalkan siklus hara melalui pengaruhnya terhadap dekomposisi dan retensi unsur hara.

Peningkatan ketersediaan fosfor di zona rizosfer karena penerapan pupuk hayati yang diperkaya oleh *Trichoderma* spp. (Cai *et al.* 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Perlakuan media *seedball* dengan penambahan *Trichoderma* sp. memiliki pengaruh nyata terhadap perkecambahan dan pertumbuhan cempedak di lahan pascatambang. Semua perlakuan menghasilkan persentase perkecambahan dan persentase hidup sebesar 100%. Namun, perlakuan dengan dosis *Trichoderma* spp. 25 g pada media *seedball* (K) memberikan hasil terbaik. Hal ini ditunjukkan dengan laju perkecambahan tercepat, yaitu 15,2 hari, nilai kecambah tertinggi sebesar 8,89%/hari dengan peningkatan diameter batang sebesar 27,7% dan jumlah daun terbanyak, yaitu sebesar 26,8%.

Sementara itu, perlakuan dengan dosis rendah tanpa *seedball* (B dan D) menghasilkan nilai kecambah serta pertumbuhan yang relative lebih rendah. Kombinasi media *seedball* dan dosis *Trichoderma* yang lebih tinggi dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki perkembangan perakaran, dan mendukung pertumbuhan pada tanaman. Dengan demikian, aplikasi *Trichoderma* sp. melalui media *seedball* dapat dijadikan strategi efektif untuk meningkatkan viabilitas benih dan pertumbuhan cempedak, khususnya pada kondisi lahan marginal seperti lahan pascatambang bauksit.

Saran

Teknik penanaman benih cempedak menggunakan media *seedball* yang ditambahkan dengan dosis *Trichoderma* sp dapat meningkatkan parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih cempedak sehingga dapat menjadi rekomendasi dalam pelaksanaan reklamasi lahan bekas tambang bauksit karena penggunaan media *seedball* lebih praktis dan hemat biaya. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan memfokuskan kepada jenis *Trichoderma* mana yang lebih berperan dalam meningkatkan pertumbuhan benih pada lahan bekas tambang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada PT. Cita Mineral Investindo Tbk. atas izin dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian di area bekas tambang bauksit Site Sandai, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat, yang berlangsung dari tanggal 20 Maret hingga 20

Mei 2023. Apresiasi juga diberikan kepada PT. PAQAR Bogor atas penyediaan media stiQslope dan perekat stiQfier, serta kepada PT. Riset Perkebunan Nusantara, Ciomas, Bogor atas dukungan berupa agensia hayati *Trichoderma* sp. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Adisti Triani Wandayanti, S.Hut atas kontribusinya dalam membantu penyusunan manuskrip artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman. 2012. Tanaman ulin (*Eusideroxylon zwageri* T.) pada umur 8,5 tahun di Arboretum Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Samarinda. *Info Teknis Dipterokarpa* 5(1): 25- 33.
- Abri T, Kuswinanti EL, Sengin dan Sjahrir R. 2015. Isolasi cendawan rizhosfer penghasil hormone *Indol Acetic Acid* (IAA) pada padi aromatic Tanatoraja. *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*.
- Adnan IS, Utoyo B, Kusumastuti A. 2015. Pengaruh pupuk npk dan pupuk organik terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *Main Nursery*. *Jurnal Agro Industri Perkebunan* 3(2): 69-81.
- Amin F, Adiwirman dan Yosefa S. 2015. Studi waktu aplikasi pupuk kompos *Leguminosa Trichoderma* spp., dengan bioaktivator terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jorn Faperta*. 2(1): 1-15.
- Backer R, Rokem JS, Ilangumaran G, Lamont J, Praslickove D, Ricci E, Subramanian S, Smith DL. 2018. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainambe Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 9: 1-17.
- Cai F, Chen W, Wei Z, Pang G, Li R, Ran W, Shen Q. 2015. Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to planty growth, nutrient availability and soil microflora. *Plant soil* 388: 377-350. DOI: 10.1007/s11104-014-2326-z.
- Dedik S, Artha N, Wirya S. 2017. Efektifitas pemberian kompos *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan anaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 6 (1): 21-30.
- Doo SRP, Meitianiarti VI, Kasmiyati S, Kristiani EBE. 2023. *Trichoderma* spp., si jamur multi fungsi. *Tropical Microbiome Journal* 1(1): 73-89.
- Elita N, Erlinda R, Harmailis, Susila E. 2021. Pengaruh aplikasi *Trichoderma* spp. *Indigenous* terhadap hasil padi varietas Junjuang menggunakan *system of rice intensification*. *Jurnal Tanah dan Iklim* 45(1): 79-89. DOI: 10.21082/jti.v45n1.2021.79-89.
- Gevrek MN, Atasoy GD, Yigit A. 2012. Growth and yield response of rice (*Oryza sativa*) to different seed coating agents. *Int. J. Agric. Biol.* 14(1): 826–830.
- Hakim SS, Santosa PB, Alimah D. 2015. Perbandingan sifat fisik seedball aereoseeding dari beberapa formula pembentukan dan ketebalan seedball. *Galam* 1 (2): 31-36.
- Herlina L, Pramesti D. 2010. Penggunaan kompos aktif *Trichoderma harzianum* dalam meningkatkan pertumbuhan. *Saintekno! : Jurnal Sains dan Teknologi* 8(2): 11-25.
- Jawahar R, Umarani R. 2019. Pengembangan teknologi kubus benih dengan peningkatan benih albasia lebbek untuk perbanyak cepat di lahan bera. *Jurnal Internasional Mikrobiologi Saat Ini dan Ilmu Terapan* 8 (6):1603- 1613.
- Lempang M, Suhartati. 2013. Potensi pengembangan cempedak (*Artocarpus integer* Merr.) pada hutan tanaman rakyat ditinjau dari sifat kayu dan kegunaannya. *Jurnal Info Teknis EBONI*. 10(2):69-83.
- Mansur I, penemu; Institut Pertanian Bogor. 2025 Agustus 19. Formulasi media tanam dengan penambahan fungi mikoriza *Arbuskula* pada revegetasi lahan bekas tambang. Paten Paten Indonesia ID HKI-3-KI.05.01.08-DS-S00202214827.
- Nwankwo CI, Hermann L. 2018. Viability of the seedball technology to improve pearl millet seedlings establishment under sahelian conditions - a review of pre-requisites and environmental conditions. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 6(5): 261-268.
- Pratama RE, Mardhiansyah M, Oktorini Y. 2015. Waktu potensial aplikasi mikoriza dan *Trichoderma* spp., untuk meningkatkan pertumbuhan semai *Acacia mangium*. *Jom Faperta* 2(1): 1-11.
- Pratiwi NA, Susanti R, Purwanti NU. 2022. Uji toksisitas akut ekstrak etanol biji buah cempedak (*Artocarpus champeden* L.) terhadap tikus betina (*Ratus norvegicus* L.) galur Wistar. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa* 8(2): 1-7. DOI: 10.26418/jutkeswa.v8i2.54182.
- Rizal S, Novianti D, Septiani M. 2019. Pengaruh jamur *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Indo Biosains* 1(1): 14-21.
- Rizal S, Susanti TD. 2018. Peranan jamur *Trichoderma* sp yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu*

- Pengetahuan Alam* 15(1): 23-29. DOI: 10.31851/salnmatica.v15i1.1759.
- Sari F, Wardah, Wahyuni D, Yusran, Wulandari E, Taiyeb A. 2024. Pengaruh tingkat kematangan dan letak dalam buah terhadap perkecambahan benih cempedak (*Artocarpus integer* Merr.). *Forest Sains: Jurnal Ilmuwan dan Praktisi Kehutanan* 22(1): 249-254.
- Sepwanti C, Rahmawati M, Kesumawati E. 2016. Pengaruh varietas dan dosis kompos yang diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Kawista* 1(1): 68-74.
- Sriwati R. 2017. *Trichoderma Si Agen Antagonis*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Susilawati, Nugroho Y, Rahmawati N, Rudy GS. 2022. Hubungan sifat fisik tanah terhadap kerusakan tanaman cempedak pada lahan rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) Desa Tiwingan Lama Kabupaten Banjar. *Jurnal Hutan Tropis* 10(1): 100-107.
- Tancic S, Skrobonja J, Lalošević M, Jevtić R, Vidić M. 2013. Impact of *Trichoderma* spp. on soybean seed germination and potential antagonistic effect on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Pestic. Phytomed* 28(3): 181–185.
- Taqiyuddin MFK, Hidayat L. 2020. Reklamasi tanaman adaptif lahan tambang batubara PT. BMB Blok Dua Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. *ZIRAA 'AH* 45(3): 285-292.