



UJI KOMPOSISI BIOCHAR SEKAM PADI SELAMA PENYIMPANAN TERHADAP VIABILITAS ISOLAT RTCR01 SEBAGAI CARRIER PUPUK HAYATI DI KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA

Gergonius Fallo^{1*}, Yohana Fatmawati Usfinit², dan Lukas Pardosi³

^{1,2,&3}Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Indonesia

*E-Mail : gergofallo@yahoo.com

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.6639>

Submit: 09-12-2022; Revised: 18-01-2023; Accepted: 24-01-2023; Published: 30-06-2023

ABSTRAK: Bahan pembawa (*carrier*) merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan penggunaan pupuk hayati, karena berperan penting dalam menjaga viabilitas mikroba yang terkandung di dalamnya. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan komposisi bahan pembawa biochar dari sekam padi terhadap viabilitas isolat RTCR01. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pertanian, Universitas Timor. Penelitian diawali dengan peremajaan isolat RTCR01, pembuatan kultur pada media *nutrient broth*, pembuatan biochar sekam padi, dan inokulasi 10 ml kultur isolat RTCR01 pada berbagai komposisi bahan pembawa biochar sekam padi. Viabilitas isolat RTCR01 diamati setiap minggu menggunakan metode *plate count* pada media PCA, sedangkan analisis data tentang pengaruh biochar sekam padi terhadap viabilitas bakteri menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi dengan viabilitas isolat RTCR01 tertinggi pada minggu pertama penyimpanan yaitu C3: biochar 500 gr + tepung tapioka 250 gr + kotoran sapi 250 gr, sedangkan viabilitas diakhir penyimpanan pada minggu ke-8 yaitu komposisi C1: biochar 500 gr. Hasil pengamatan diketahui semua perlakuan dengan komposisi biochar sekam padi dapat menjaga viabilitas bakteri selama masa penyimpanan 8 minggu.

Kata Kunci: Bahan Pembawa, Isolat RTCR01, Pupuk Hayati, Viabilitas.

ABSTRACT: Carrier material is one of the significant factors for the success of using biofertilizer since it plays an important role in maintaining microbial viability of which contained in it. This study aimed to find out the composition of carrier materials of rice husk biochar for the viability of isolate RTCR01. This study was conducted at Agriculture Laboratory of Timor University. It started out with isolate RTCR01 recultivation, culture making for nutrient broth media, rice husk biochar making, and injection of 10 ml culture of isolate RTCR01 on various compositions of carrier materials of rice husk biochar. Viability of isolate RTCR01 was observed every week using plate count method on PCA media, while data analysis of the effect of rice husk biochar on the bacterial viability used descriptive analysis. Results of this study suggested that the composition that showed the highest viability of isolate RTCR01 was on the first week of storage namely C3: biochar of 500 gr + tapioca flour of 250 gr + cow dung of 250 gr, meanwhile the viability at the end of storage period on the 8th week included C1: biochar of 500 gr. Observation result suggested that all treatments using the composition of rice husk biochar can maintain bacterial viability during the storage period for 8 weeks.

Keywords: Carrier Materials, Isolate RTCR01, Biofertilizer, Viability.



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).





PENDAHULUAN

Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang terus melakukan pengadaan pupuk kimia bersubsidi, seperti: SP36, NPK, dan urea untuk memenuhi permintaan petani dalam menunjang hasil produksi tanaman. Namun, masalahnya penggunaan pupuk kimia baik disadari maupun tidak dapat mempengaruhi kesuburan tanah. Menurut Priambodo *et al.* (2019), penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dan tidak bijaksana, tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik atau pupuk hayati dapat menyebabkan tanah menjadi keras dan produktivitasnya menurun serta berdampak negatif terhadap tanaman tersebut.

Pupuk hayati adalah produk pupuk yang diformulasikan mengandung satu atau lebih mikroba yang dapat meningkatkan status hara, baik dengan mengganti unsur hara tanah dengan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman dan atau dengan meningkatkan hubungan tanaman dengan bakteri (Jacoby *et al.*, 2017). Pupuk hayati berperan menjaga kesuburan tanah melalui peningkatan ketersediaan unsur hara N, P, dan K melalui mekanisme fiksasi nitrogen (Hindersah *et al.*, 2018), pelarutan fosfat (Fallo *et al.*, 2022), pelarut kalium (Sukmadewi *et al.*, 2022), pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, serta produksi antibiotik dan biodegradasi bahan organik. Umumnya, mikroba dalam pupuk hayati sebelum diaplikasikan perlu dikemas dalam bahan pembawa (*carrier*).

Bahan pembawa merupakan habitat sementara mikroba sebelum diaplikasikan ke tanaman. Bahan pembawa dapat berupa padat atau cair dan biasanya berasal dari bahan dimana mikroba bisa hidup nyaman dan lama serta efektif jika diaplikasikan. Menurut Prihastuti (2013), produk pupuk hayati tidak akan terlepas dari bahan pembawa mikroba yang menjamin viabilitas mikroba yang terkandung di dalamnya. Selain kemampuannya dalam menjamin viabilitas mikroba, bahan pembawa mikroba diharapkan bersifat murah dan mudah didapatkan, karena tersedia di alam.

Viabilitas merupakan kemampuan dari mikroba untuk dapat mempertahankan daya hidupnya pada keadaan lingkungannya. Menurut Adiguna *et al.* (2020), mikroba akan tumbuh dengan baik pada bahan pembawa jika lingkungan hidupnya mendukung pertumbuhan dan perkembangan inokulan selama produksi, transportasi, dan penyimpanan sebelum inokulan tersebut digunakan. Salah satu bahan pembawa dalam mempertahankan viabilitas inokulum yaitu biochar.

Biochar merupakan rangkai karbon aktif stabil hasil proses pirolisis, yang salah satunya dapat berfungsi sebagai bahan pengondisi tanah (*soil amendment*) (Glaser *et al.*, 2002). Pada umumnya struktur biochar diketahui berpori, sehingga menjadi habitat yang cocok untuk mendukung viabilitas dan pertumbuhan populasi bakteri. Biochar dalam penelitian ini menggunakan bahan baku dari sekam padi. Hal ini dikarenakan sekam padi merupakan limbah pertanian di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) yang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah populasi dari berbagai komposisi biochar sekam padi sebagai *carrier* bakteri pada periode penyimpanan tertentu.





METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: sekop, *autoclave*, drum, inkubator, cawan petri, jarum ose, timbangan analitik, spidol, gelas ukur, labu erlenmeyer, tabung reaksi, batang pengaduk, shaker, spidol, dandang, kompor, dan kamera. Bahan yang digunakan yaitu: isolat bakteri RTCR01, biochar sekam padi, pupuk kandang, dedak padi, tepung tapioka, media NA (*Nutrient Agar*), media NB (*Nutrient Broth*), media PCA (*Plate Count Agar*), alkohol, aquades, kapas, kertas label, aluminium foil, plastik tahan panas, kertas label, *cling wrapping*, dan buku.

Peremajaan Isolat Bakteri RTCR01 dan Pengukuran Kurva Pertumbuhan

Isolat bakteri RTCR01 diremajakan dengan cara ditumbuhkan pada media NA dan diinkubasi selama 1 x 24 jam. Isolat diinokulasi ke media NB dan *dishaker inkubator* dengan kecepatan 150 rpm. Pertumbuhan isolat setiap 4 jam diambil sebanyak 0,1 ml dan diinokulasikan ke media PCA untuk menghitung populasi bakteri (Pardosi *et al.*, 2022).

Pembuatan Bahan Pembawa Biochar Sekam Padi

Sekam padi yang telah disiapkan dilakukan pembakaran sampai permukaan sekam nampak menghitam. Selanjutnya dilakukan penyiraman hingga menjadi bara, kemudian dikeringkan. Bahan tersebut ditumbuk dan disaring (200 mesh), kemudian diformulasi dengan perbandingan sesuai perlakuan, lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik polupropylene sebanyak 1 kg dan disterilkan menggunakan drum selama 3 jam.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 9 perlakuan yang diulang sebanyak 2 kali. Perlakuan dalam percobaan ini antara lain:

- C1 : Biochar 1 kg;
- C2 : Biochar 500 gr + Tepung Tapioka 500 gr;
- C3 : Biochar 500 gr + Tepung Tapioka 250 gr + Kotoran Sapi 250 gr;
- C4 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 500 gr;
- C5 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 450 gr + Tepung Tapioka 50 gr;
- C6 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 400 gr + Tepung Tapioka 100 gr;
- C7 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 350 gr + Dedak Padi 150 gr;
- C8 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 300 gr + Dedak Padi 150 gr + Tepung Tapioka 50 gr; dan
- C9 : Biochar 500 gr + Kotoran Sapi 250 gr + Dedak Padi 150 gr + Tepung Tapioka 100 gr.

Inokulasi Isolat Bakteri RTCR01 pada Komposisi Carrier

Isolat bakteri dibuatkan suspensi 10^{-8} di aquades steril, lalu diambil isolatnya 10% ditumbuhkan dalam media *Nutrient Broth* (NB) kemudian dihomogenkan menggunakan shaker sesuai dengan kurva pertumbuhannya pada kecepatan 100 rpm. Selanjutnya diambil sebanyak 10 ml dan diinokulasi ke dalam biochar. Viabilitas mikroba pada masing-masing komposisi bahan pembawa diamati setiap minggu menggunakan metode *plate count* pada media PCA.



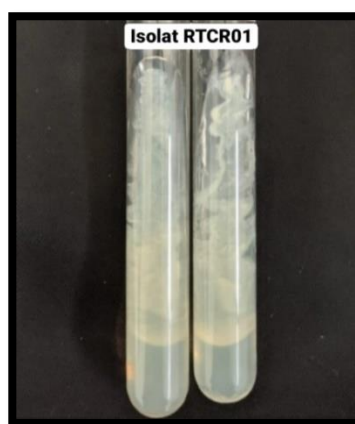
Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif yaitu pola pertumbuhan isolat bakteri RTCR01, bahan pembawa biochar sekam padi, dan viabilitas isolat bakteri RTCR01 pada biochar sekam padi selama masa penyimpanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan dan Pengukuran Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri RTCR01

Isolat bakteri pada penelitian ini adalah isolat RTCR01 hasil isolasi dari rizosfer tanaman cabai rawit yang berpotensi sebagai pelarut fosfat (Fallo *et al.*, 2022). Hasil peremajaan isolat bakteri RTCR01 setelah diinkubasi 1 x 24 jam terlihat pada Gambar 1.



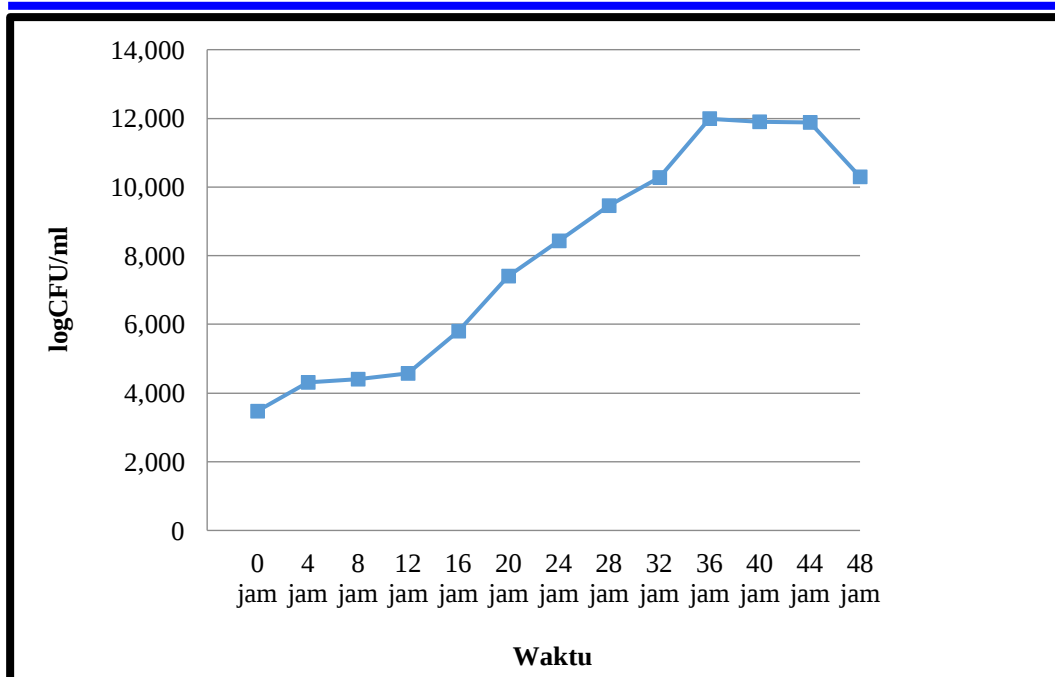
Gambar 1. Peremajaan Isolat RTCR01 pada Media NA setelah Inkubasi 24 Jam.

Hasil penelitian Fallo *et al.* (2022), isolat bakteri RTCR01 memiliki karakterisasi morfologi koloni terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Morfologi Bakteri RTCR01.

Karakterisasi Morfologi	
Bentuk	Bulat
Elevasi	Rata
Warna	Putih
Ukuran	Kecil

Pengujian selanjutnya adalah mencari kurva pertumbuhan isolat bakteri RTCR01 untuk dijadikan sebagai patokan dalam menginokulasikan populasi bakteri ke dalam bahan pembawa yaitu sebanyak 10^8 cfu/ml. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan jumlah koloni dari setiap fase yang diamati. Hasil pengukuran pertumbuhan isolat RTCR01 terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri RTCR01.

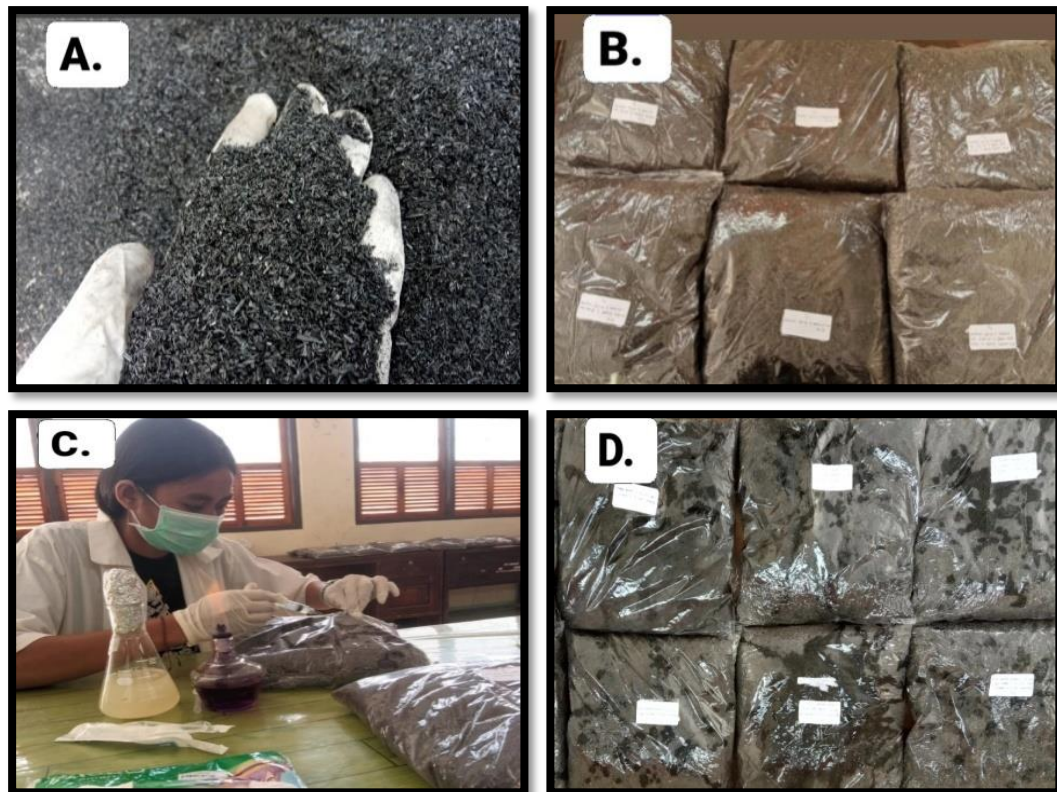
Berdasarkan kurva pertumbuhan (Gambar 2) diketahui bahwa ada empat fase pada pertumbuhan isolat bakteri RTCR01, yaitu: fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian. Fase adaptasi isolat bakteri RTCR01 relatif singkat yaitu 0-4 jam. Kemudian terjadi peningkatan jumlah sel yang signifikan pada waktu inkubasi 4-36 jam, hingga memasuki fase stasioner terjadi pada waktu 36 jam sampai dengan 44 jam. Pada fase ini, jumlah sel bakteri yang tumbuh seimbang dengan jumlah sel bakteri yang mati, dan pada akhirnya terjadi penurunan jumlah sel bakteri di waktu 48 jam.

Biochar Sekam Padi

Menurut Pratiwi *et al.* (2021), biochar merupakan arang hayati berpori (*porous*) yang berasal dari limbah organik (biomasa pertanian) atau sering disebut juga arang aktif yang melalui proses pembakaran secara pirolisis (sedikit oksigen/keadaan oksigen terbatas). Hasil pembakaran sekam padi menjadi biochar dibutuhkan waktu 5 jam hingga kelihatan permukaan sekam nampak menghitam (Gambar 3). Penelitian Puspita *et al.* (2021) mengkaji kualitas sekam padi akibat pembakaran secara pirolisis dengan temperatur 400°C dan 800°C dibutuhkan waktu 4 jam. Menurut Iskandar & Rofiatin (2017), sekam padi dikategorikan ke dalam tanaman rerumputan atau termasuk tidak berkayu, sehingga mudah terbakar dan memiliki kandungan lignin yang rendah dibanding selulosa dan hemiselulosa.

Penelitian Goenadi & Santi (2017) diketahui biochar memiliki keunggulan dalam hal kerapatan lindak (BD), kerapatan partikel (PD), aerasi (ruang pori total/RPT), dan keunggulan lain dari biochar adalah kadar air tersedianya tergolong paling tinggi (25,3%). Hasil pembuatan biochar sekam padi sebelum diinokulasi dilakukan sterilisasi untuk mematikan mikroba yang tidak diinginkan

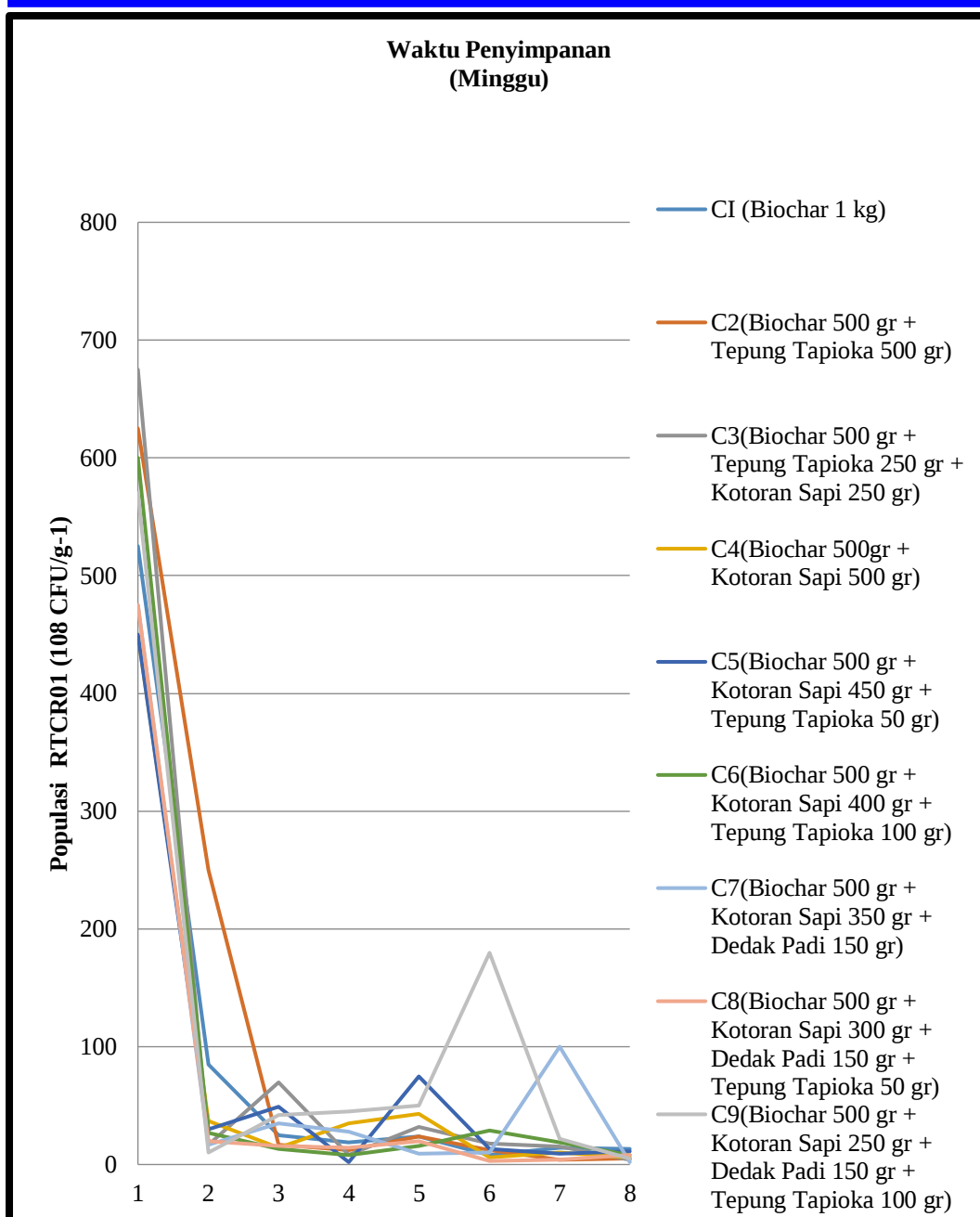
pada bahan pembawa. Menurut Putri *et al.* (2010), metode sterilisasi diperlukan agar bahan pembawa tidak mengalami kerusakan yang dapat mempengaruhi viabilitas inokulan. Setelah disterilisasi, diinjeksikan 10 ml suspensi isolat bakteri RTCR01 sesuai komposisi bahan pembawa yaitu masing-masing sebanyak 1 kg dalam kantong plastik polipropylene (Gambar 3c).



Gambar 3. A) Biochar Sekam Padi; B) Biochar yang Sudah Disterilisasi; C) Inokulasi Suspensi 10 ml Isolat Bakteri RTCR01 pada Bahan Pembawa; dan D) Biochar yang Sudah Diinjeksi.

Pengamatan Populasi Bakteri Isolat RTCR01 pada Berbagai Komposisi Bahan Pembawa Selama Masa Penyimpanan

Isolat RTCR01 yang diinokulasikan pada komposisi bahan pembawa biochar sekam padi, masa penyimpanannya adalah 8 minggu (2 bulan) dengan viabilitas rata-rata 92,751 CFU/gr. Hasil ini berbeda masa simpan dengan penelitian Purwani & Suchyono (2021) menggunakan bahan pembawa Biochar + Gambut (NI + BG) yaitu 6 bulan dengan populasinya sebanyak 8,13 log CFU.g⁻¹. Kurva populasi bakteri RTCR01 pada setiap komposisi bahan pembawa selama penyimpanan terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Populasi Isolat Bakteri RTCR01 pada Berbagai Komposisi Bahan Pembawa Selama Masa Penyimpanan.

Secara keseluruhan, komposisi bahan pembawa memberikan dukungan terhadap viabilitas bakteri yang ditunjukkan dengan masih tingginya populasi bakteri sampai minggu ke-8 setelah inokulasi. Komposisi bahan pembawa berdasarkan pengamatan minggu pertama selama masa penyimpanan diketahui populasi isolat bakteri RTCR01 terbanyak dari perlakuan C3 (biochar 500 gr + tepung tapioka 250 gr + kotoran sapi 250 gr) yaitu sebesar 675×10^8 CFU/g⁻¹ dan perlakuan C2 (biochar 500 gr + tepung tapioka 500 gr) dengan jumlah populasi



bakteri 625×10^8 CFU/g⁻¹. Tepung tapioka merupakan bahan baku yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi yaitu 75% (Wijayanti & Rahmadhia, 2021), dengan rasio C/N tergolong tinggi (Runa *et al.*, 2019). Penambahan tepung tapioka mengakibatkan bakteri isolat RTCR01 dapat mendekomposisi tepung tapioka lebih dahulu karena memiliki fraksi halus sehingga mudah diuraikan untuk pertumbuhan. Sumber karbon berperan penting dalam viabilitas bakteri karena merupakan tulang punggung (*backbone*) berbagai molekul organik yang mana ikut serta dalam anabolisme struktur dan komponen sel. Melimpahnya sumber karbon ini, menyebabkan terjadinya kenaikan populasi sel yang begitu pesat dalam masa penyimpanan 7 hari.

Hasil penelitian diketahui pada akhir penyimpanan yaitu pada minggu ke-8, perlakuan C1 (biochar sekam padi 1 kg) memiliki populasi yang paling baik. Hal ini disebabkan karena biochar itu sendiri termasuk serat kasar sehingga didekomposisi paling akhir. Hasil penelitian Iskandar & Rofiatin (2017), diketahui kandungan jenis biomasa sekam padi memiliki selulosa 508,85%, hemiselulosa 18,03%, dan lignin 20,90%. Diduga isolat RTCR01 memiliki enzim selulase sehingga mampu mendegradasi senyawa makromolekul menjadi senyawa sederhana, yaitu glukosa sebagai sumber energi untuk pertumbuhan.

Selama penyimpanan diketahui jumlah populasi mengalami perubahan dalam pertumbuhan maupun kematian sel. Hal ini dipengaruhi oleh nutrisi yang terdapat dalam komposisi bahan pembawa. Unsur-unsur yang berbeda terkandung dalam biochar, kotoran sapi, tepung tapioka, dan dedak padi seperti: fosfor, nitrogen, karbon, dan unsur esensial lainnya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Selain itu diduga karena faktor lingkungan, suhu, dan pH yang tidak seimbang selama masa penyimpanan dimana bakteri akan berkompetisi untuk mendapatkan nutrisi yang ada dalam bahan pembawa tersebut untuk mempertahankan hidupnya. Menurut Kumar (2014), penurunan jumlah populasi diasumsikan terjadi karena adanya beberapa faktor, yakni: penurunan viabilitas bakteri, penyerapan nutrisi oleh bakteri yang terkandung dalam bahan pembawa tersebut, serta penurunan kelembapan. Selain itu, penyimpanan juga akan mempengaruhi viabilitas dari bakteri. Pada Gambar 4 terlihat bahwa populasi bakteri yang terbaik selama masa penyimpanan yaitu pada C3 (biochar 500 gr + tepung tapioka 250 gr + kotoran sapi 250 gr). Walaupun demikian, berbagai komposisi yang ada berpotensi sebagai bahan pembawa pupuk hayati dimana populasi isolat bakteri masih dalam kisaran standar pupuk hayati berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/Permentan/SR.130/5/2009 yaitu sebesar 10^8 CFU.

SIMPULAN

Hasil uji komposisi bahan pembawa biochar sekam padi pada waktu penyimpanan diketahui pada minggu ke-1 jumlah populasi isolat bakteri RTCR01 terbanyak yaitu dari perlakuan C3 (biochar 500 gr + tepung tapioka 250 gr + kotoran sapi 250 gr) sebesar 675×10^8 CFU/g⁻¹, dan perlakuan C2 (biochar 500 gr + tepung tapioka 500 gr) sebesar 625×10^8 CFU/g⁻¹. Sedangkan pada minggu ke-8





viabilitas terbaik yaitu pada komposisi C1 (Biochar 500 gr) dengan jumlah populasi sebesar 13×10^8 CFU/g⁻¹.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan, yakni aplikasi pada tanaman dengan memperhatikan jumlah populasi dengan komposisi *carrier* sesuai waktu penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Timor melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas fasilitas di Laboratorium Fakultas Pertanian.

DAFTAR RUJUKAN

- Adiguna, G., Nyoman, I., dan Aryantha, P. (2020). Aplikasi Fungi Rizosfer sebagai Pupuk Hayati pada Bibit Kelapa Sawit dengan Memanfaatkan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Media Pertumbuhan. *Manfish*, 1(1), 32-42.
- Fallo, G., Pardosi, L., dan Boluk, A.Y. (2022). Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum annuum* L.) di Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Biosense*, 5(1), 24-33.
- Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W. (2002). Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in the Tropics with Charcoal - A Review. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 219-30.
- Goenadi, D., dan Santi, L.P. (2020). Kontroversi Aplikasi dan Standar Mutu Biochar. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1), 23-32.
- Hindersah, Reginawanti, Kalay, M., Talahaturuson, A., dan Lakburlawal, Y. (2018). Bakteri Pemfiksasi Nitrogen Azotobacter sebagai Pupuk Hayati dan Pengendali Penyakit pada Tanaman Kacang Panjang. *Agric*, 30(1), 25-32.
- Iskandar, Taufik, dan Rofiatin, U. (2017). Karakteristik Biochar Berdasarkan Jenis Biomassa dan Parameter Proses Pyrolysis. *Teknik Kimia*, 12(1), 28-34.
- Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., and Kopriva, S. (2017). The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition-Current Knowledge and Future Directions. *Frontiers in Plant Science*, 8(1), 1-19.
- Kumar, V. (2014). Characterization, Bio-Formulation Development and Shelf-Life Studies of Locally Isolated Bio-Fertilizer Strains. *Octa Journal of Environmental Research*, 2(1), 32-37.
- Pardosi, L., Fallo, G., dan Jehaman, P. (2022). Characterization and Identification of SM4 Bacterial Isolate from Stylissa Massa Sponse as Producing Antimicrobial Compounds Against Pathogenic Bacteria. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, 21(1), 43-50.
- Pratiwi, D., Syakur, dan Darusman. (2021). Karakteristik Biochar pada Beberapa Metode Pembuatan dan Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*,





6(3), 210-216.

- Priambodo, R.S., Susila, K.D., dan Soniari, N.N. (2019). Pengaruh Pupuk Hayati dan Pupuk Anorganik terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah serta Hasil Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor*) di Tanah Inceptisol Desa Pedungan. *Jurnal Agroetnologi Tropika*, 8(1), 149-160.
- Prihastuti. (2013). Karakteristik Gambut Rawa Pening dan Potensinya sebagai Bahan Pembawa Mikroba. *Berita Biologi*, 12(3), 315-323.
- Purwani, J., dan Sucahyono, D. (2020). Viabilitas Rhizobium dalam Formula Bahan Pembawa dan Cara Inokulasi dalam Teknik Produksi Massal Pupuk Hayati. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 5(2), 99-107.
- Puspita, V., Syakur, dan Darusman. (2021). Karakteristik Biochar Sekam Padi pada Dua Temperatur Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 732-739.
- Putri, S.M., Anas, I., Hazra, F., dan Citraresmini, A. (2010). Viabilitas Inokulan dalam Bahan Pembawa Gambut, Kompos, Arang Batok dan Zeolit yang Disteril dengan Iradiasi Sinar Gamma Co-60 dan Mesin Berkas Elektron. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 12(1), 23-30.
- Runa, N.M., Fitriani, M., and Taqwa, F.H. (2019). The Utilization of Different Dose of Tapioca Flour as Carbon Source in Biofloc Rearing Media of Catfish Fry (*Pangasius* sp.). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(1), 54-61.
- Sukmadewi, T., Ni Made, S.A., dan Candra, I.P. (2022). Isolation and Ability Test of Potassium Solubilizing Bacteria from Paddy Soil with Subak Irrigation System. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 413-419.
- Wijayanti, N.R.A., dan Rahmadhia, S.N. (2021). Analisis Kadar Pati dan Impurities Tepung Tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 16(2), 1-8.

