

“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”

Daya Dukung Media Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Viabilitas Rhizobakteri Asal Rhizosfer Padi Sawah

Maimuna Nontji, Ayu Parawansa, dan Ernawati

Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia Jl. Urip Sumoharjo KM.5 Makassar

Email: maimuna.nonci@umi.ac.id

Abstrak

Rhizobakteri adalah salah satu kelompok bakteri yang menghuni daerah rhizosfer tumbuhan dan dapat berperan sebagai agen biofertilizer, bioremediasi, biostimulizer dan biokontrol. Namun dalam pemanfaatan rhizobakteri membutuhkan media perbanyakan dan pembawa yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan mempertahankan viabilitasnya selama masa penyimpanan. Bahan organik berpotensi menjadi media alternatif untuk perbanyakan rhizobakteri karena memiliki nutrisi yang dibutuhkan bakteri, tersedia melimpah dan mudah didapatkan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya dukung media organik cair air cucian beras, air kelapa, air tahu, dan media sintetik *nutrient agar* (NA) sebagai pembanding terhadap pertumbuhan dan viabilitas rhizobakteri asal rhizosfer padi sawah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Muslim Indonesia. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan analisis data menggunakan uji BNJ 5%. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan media *nutrient broth* terbaik terhadap pertumbuhan jumlah koloni rhizobakteri K1 yaitu $5,61 \times 10^8$ CFU/ml dan rhizobakteri K2 yaitu $7,29 \times 10^8$ CFU/ml. Pola pertumbuhan terbaik rhizobakteri ditunjukkan pada media air cucian beras dengan durasi fase eksponensial terlama rhizobakteri K1 yaitu 20 jam dan rhizobakteri K2 yaitu 16 jam masa inkubasi. Viabilitas rhizobakteri K1 dan rhizobakteri K2 terbaik ditunjukkan media air cucian beras selama 8 minggu penyimpanan.

Kata kunci: media, organik, rhizobakteri, viabilitas

Pendahuluan

Rhizobakteri atau PGPR (*Plant Growth Promotion Rhizobacteria*) merupakan kelompok bakteri tanah penghuni daerah perakaran tumbuhan dan berperan sebagai agen hayati pemacu pertumbuhan tanaman, agen biokontrol serta berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Husnihuda *et al.*, 2017; Situngkir *et al.*, 2021). Perbanyakan dan pemanfaatan rhizobakteri membutuhkan medium pertumbuhan sebagai sumber nutrisi

yang meliputi air, sumber energi, nitrogen, sulfur, fosfat, oksigen, hidrogen, unsur mikronutrient serta pemacu pertumbuhan asam amino, vitamin atau nukleosida untuk menunjang pertumbuhan, sintesis sel, keperluan energi dalam metabolisme, dan pergerakan sel (Hafsan, 2014). Namun, kebanyakan rhizobakteri masih bergantung pada media sintetik standar yang harganya relatif mahal dan sulit didapatkan (Anisah dan Rahayu, 2015). Sehingga diperlukan media perbanyakan alternatif yang tersedia melimpah, murah, mudah diperoleh dan mampu mendukung aktivitas inokulan agen hayati (Hindersah *et al.*, 2013).

Daya dukung media perbanyakan sebagai sumber nutrisi bagi bakteri dapat diinterpretasikan melalui pola pertumbuhan bakteri meliputi fase lag, fase eksposional, fase stationer dan fase kematian (Wahyuningsih dan Zulaika, 2018). Selain itu, media juga berperan sebagai pembawa (*carrier*) rhizobakteri untuk menjaga viabilitas dan kemampuan inokulan selama penyimpanan serta mempermudah pengaplikasian di lapangan. Kualitas agen hayati (biofertilizer) ditentukan oleh viabilitas dan aktifitas inokulan yang tetap terjaga selama penyimpanan sampai diaplikasikan (Pudjiwati dan Hamid, 2020).

Menurut Nion *et al.*, (2016), metode perbanyakan bakteri menggunakan media cair lebih baik dalam mendukung pertumbuhan sel serta praktis digunakan dibandingkan media padat. Bahan organik cair seperti air beras, air kelapa dan air tahu tersedia dalam jumlah melimpah, murah serta kurang dimanfaatkan karena dianggap sebagai limbah. Bahan-bahan organik tersebut dapat dimanfaatkan untuk perbanyakan bakteri menggantikan media sintetik karena mengandung karbohidrat dan protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri (Hanif, 2016).

Air cucian beras mengandung 90% karbohidrat, mineral-mineral esensial, protein, vitamin B1 80% dan berbagai vitamin lainnya sehingga dapat menunjang pertumbuhan koloni bakteri lebih baik (Wardiah *et al.*, 2014). Air kelapa mengandung 95% air, 4% karbohidrat, 0,1% lemak, 0,02% kalsium, 0,01% fosfor, 0,5% besi, glukosa, fruktosa, asam amino, beberapa jenis enzim, vitamin C, vitamin B kompleks dan garam-garam mineral lainnya. Namun, air kelapa tua memiliki kadar karbohidrat, lemak dan protein yang lebih tinggi serta lebih ekonomis untuk dimanfaatkan sebagai media isolasi bakteri karena tidak berbeda nyata dengan perlakuan media isolasi sintetik (Yolanda dan Mulyana, 2011; Hanif, 2016). Air tahu memiliki kadar protein 40-50%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10% yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri *Bacillus sp* (Juariah dan Sari, 2018).

Media sintetik untuk pertumbuhan bakteri sangat beragam dan banyak diperdagangkan, namun masalahnya adalah harganya sangat mahal, sehingga membutuhkan

biaya yang relatif besar untuk penelitaian maupun untuk praktikum di laboratorium, oleh karena itu diperlukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui daya dukung beberapa media organik cair yaitu air beras, air kelapa, air tahu terhadap pertumbuhan dan viabilitas rhizobakteri asal rhizosfer padi sawah. Manfaat penelitian antara lain: diperoleh media organik yang dapat mendukung pertumbuhan dan viabilitas rhizobakteri, memudahkan bagi peneliti dan analis di laboratorium dalam penyimpanan rhizobakteri karena medianya murah, mudah diperoleh dan tersedia setiap saat.

Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Muslim Indonesia. Bahan yang digunakan yaitu, isolat rhizobakteri koleksi Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UMI, air cucian beras, air kelapa tua, air tahu, media *Nutrient agar* (NA), agar, molase, kertas HVS, kertas hitam, kapas, aluminium *foil*, label, alkohol 70% dan 96%, spritus, *aquadest* steril, plastik *wrapping* dan tisu. Alat yang digunakan yaitu, spektrofotometer UV-VIS, laminar *air flow cabinet* (L AFC), autoklaf, erlenmeyer, cawan *petridish*, oven, timbangan digital, spatula, gelas ukur, gelas kimia, jarum ose, shaker, tabung reaksi, *hotplate stirrer*, *magnetic stirrer*, bunsen, *ring light*, dan botol UC.

Penelitian eksperimental ini dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) dan terdapat 2 rhizobakteri yang diuji secara terpisah yaitu rhizobakteri kode K1 dan rhizobakteri kode K2 pada 4 perlakuan media yaitu media NA, media AB (air cucian beras), media AK (air kelapa), media AT (air tahu). Terdapat 8 perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga sehingga diperoleh 24 unit, sedangkan pengujian pertumbuhan bakteri diulang sebanyak lima kali sehingga terdapat 40 unit sampel. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji BNJ taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Rhizobakteri diremajakan dan diperbanyak dengan metode gores. Hasil perbanyakan dikumpulkan sebagai suspensi. Media organik disaring sebanyak 600 ml, ditambahkan molase 5% kemudian dihomogenkan. Media dituang sebanyak 100 ml ke botol perlakuan, kemudian disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit. Masing-masing perlakuan diinokulasi suspensi bakteri sebanyak 20% dari media pembawa kemudian dishaker dengan kecepatan 200 rpm selama 48 jam. Stok kultur dari setiap perlakuan dibuat seri pengenceran 10^{-5} , kemudian diinokulasi pada media padat yang diformulasikan dari masing-masing media AB, AK, AT dan NA. Pembuatan media organik padat, yaitu 0,75 g agar dicampurkan dengan

masing-masing 100 ml bahan organik cair kemudian disterilisasi selama 15 menit pada temperatur 121⁰C. Suspensi pengenceran 10⁵ bakteri diinokulasikan pada media padat dengan metode *spread plate*), sebanyak 0,1 ml dan disebar dengan bantuan spatula, kemudian diinkubasi dan diamati.

Parameter Pengamatan

1. Pertumbuhan Rhizobakteri

a. Jumlah Koloni Rhizobakteri

Jumlah koloni bakteri dihitung dengan metode *total plate count* (TPC). Cawan petri berisi media yang telah diinokulasi rhizobakteri diletakkan pada kertas hitam dan dihitung jumlah koloninya setiap 4 jam selama 32 jam masa inkubasi, kemudian dikonversi ke dalam rumus perhitungan jumlah koloni (CFU/ml) (SNI, 2008; Hafsan, 2014) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Koloni (CFU/ml)} = \frac{a}{V} \times \frac{1}{Fa}$$

Keterangan: a = Jumlah koloni terbentuk
V = Volume suspensi kultur
Fa = faktor pengenceran

b. Kurva Pola Pertumbuhan Rhizobakteri

Kurva pola pertumbuhan bakteri dibuat berdasarkan TPC rata-rata jumlah koloni yang tumbuh pada permukaan media perlakuan setiap 4 jam selama 32 jam masa inkubasi. Kurva tersebut menggambarkan pola pertumbuhan rhizobakteri pada semua fase pertumbuhan bakteri, sehingga diketahui waktu pertumbuhan yang optimum pada setiap media organik.

2. Viabilitas Rhizobakteri

Viabilitas rhizobakteri dihitung berdasarkan nilai absorbansi (*Optical Density*) menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS panjang gelombang 550 nm setiap minggu (7 hari) sampai minggu ke-8. Hasilnya diperoleh daya hidup atau simpan rhizobakteri yang terbaik pada media organik

Hasil dan Pembahasan

1. Pertumbuhan Rhizobakteri

a. Jumlah Koloni Rhizobakteri

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berbagai media organik dan NA berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni rhizobakteri K1 dan K2 pada taraf uji F 5%.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Koloni Rhizobakteri pada Media Organik dan media NA

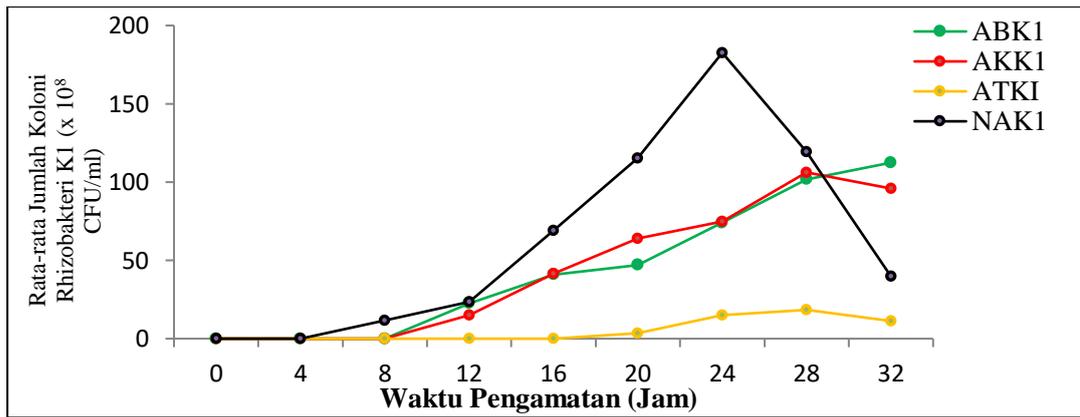
Kode Rhizobakteri	Perlakuan	Rata-rata jumlah koloni (x10 ⁸ CFU/ml)	NP BNJ 5%
K1	NAK1	5,61 ^a	0,73
	ABK1	3,98 ^b	
	AKK1	3,97 ^b	
	ATK1	0,48 ^c	
K2	NAK2	7,29 ^a	0,59
	ABK2	4,49 ^b	
	AKK2	4,28 ^b	
	ATK2	0,41 ^c	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

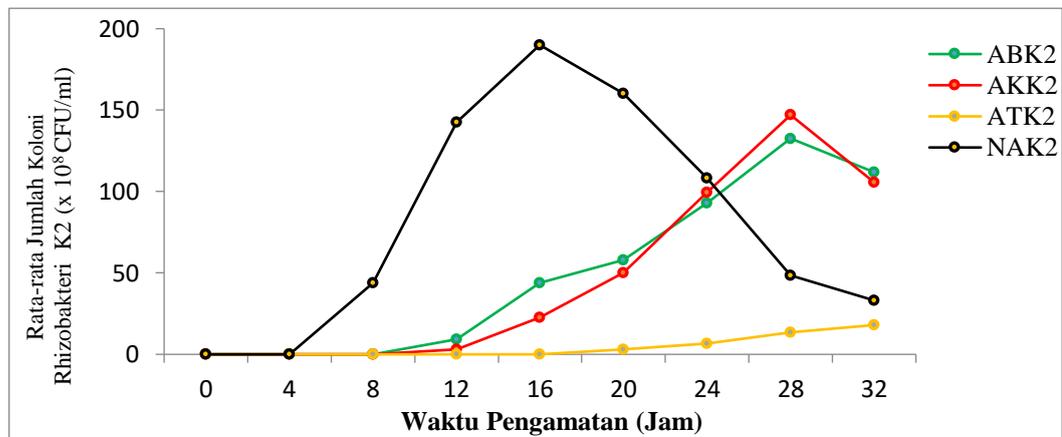
Pada Tabel 1. terlihat perlakuan media NA sebagai kontrol memiliki rata-rata jumlah koloni K1 tertinggi yaitu $5,61 \times 10^8$ CFU/ml dan K2 yaitu $7,29 \times 10^8$ CFU/ml yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata jumlah koloni terendah pada media AT isolat K1 yaitu $0,48 \times 10^8$ CFU/ml dan K2 yaitu $0,41 \times 10^8$ CFU/ml juga berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan media AB merupakan perlakuan dengan rata-rata jumlah koloni tertinggi kedua yaitu $3,98 \times 10^8$ (K1) dan $4,49 \times 10^8$ (K2) kemudian diikuti AK yaitu $3,97 \times 10^8$ (K1) dan $4,28 \times 10^8$ (K2). Pada Media NA sebagai media pembanding terlihat rata-rata jumlah koloni tertinggi dibanding media organik. Menurut Nurhidayanti (2022), pertumbuhan bakteri pada media organik membutuhkan waktu relatif lebih lama dan tidak seoptimal media sintetik karena mengandung senyawa- senyawa kompleks yang perlu melalui proses perombakan sebelum dimanfaatkan oleh bakteri. Namun media AB, AK merupakan media yang memenuhi standar sebagai media perbanyak rhizobakteri K1 dan K2, karena jumlah rata-rata koloninya melebihi syarat minimal pupuk hayati bakteri majemuk yaitu $\geq 1 \times 10^7$ CFU/ml.

b. Kurva Pola Pertumbuhan Rhizobakteri

Kurva pola pertumbuhan isolat K1 yang terbentuk pada berbagai media organik dengan pengamatan 0-32 jam disajikan pada Gambar 1. Terlihat kurva pola pertumbuhan koloni K1 pada media NA merupakan perlakuan dengan waktu adaptasi tercepat yaitu umur 4 jam, pada media AB dan AK waktu adaptasi dimulai pada umur 8 jam dan pada perlakuan AT waktu adaptasi umur 20 jam. Fase eksponensial isolat K1 perlakuan media NA berdurasi 12 jam, perlakuan AB 20 jam dan perlakuan AK 16 jam. Sedangkan perlakuan air tahu AT memiliki pola pertumbuhan koloni paling lambat dibandingkan ketiga perlakuan lainnya.



Gambar 1. Kurva pola pertumbuhan Rhizobakteri K1



Gambar 2. Kurva Pola Pertumbuhan Rhizobakteri K2

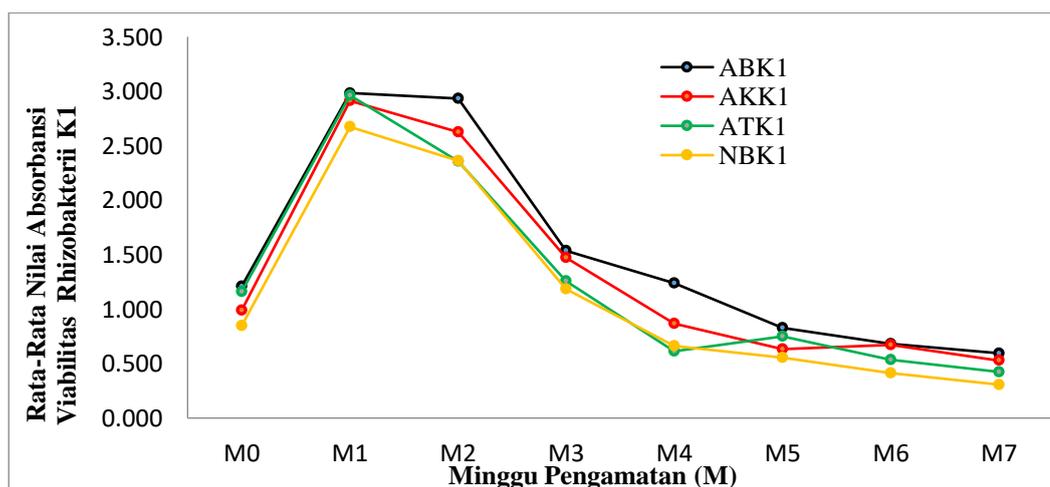
Pada Gambar 2, terlihat pola pertumbuhan rhizobakteri K2. Waktu adaptasi rhizobakteri tercepat berlangsung pada media NA yaitu umur 4 jam, diikuti perlakuan AB dan perlakuan AK yaitu umur 8 jam. Fase eksponensial terlama rhizobakteri terjadi pada perlakuan AB dan perlakuan AK yaitu durasi 16 jam. Sedangkan perlakuan AT memiliki pola pertumbuhan paling lambat dibandingkan ketiga perlakuan lainnya.

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa pola pertumbuhan isolat K1 dan K2 pada masing-masing media berbeda. Fase adaptasi tercepat terjadi pada perlakuan NA yaitu dimulai pada umur 4 jam masa inkubasi dengan durasi 8 jam. Menurut Nurhidayanti (2022), hal ini terjadi akibat kandungan nutrisi pada media NA lebih sederhana dan tersedia secara langsung untuk dimanfaatkan sehingga fase adaptasi lebih singkat dibandingkan media organik yang harus melewati proses perombakan senyawa terlebih dahulu. Ketersediaan nutrisi akan mempengaruhi durasi setiap fase pertumbuhan rhizobakteri. Namun, hal ini berbeda pada durasi fase eksposional dimana durasi terlama isolat K1 terjadi pada media air beras yaitu 20 jam dan isolat K2 16 jam dibandingkan media NA yang memiliki jumlah koloni tertinggi. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh jumlah koloni pada media NA

terbentuk lebih banyak dan pembelahan sel terjadi lebih cepat sehingga kompetisi penggunaan nutrisi antara sel rhizobakteri lebih tinggi menyebabkan durasinya lebih cepat (Nontji, 2022). Selain itu, perlakuan AB memiliki durasi fase eksposional terlama menunjukkan bahwa media NB mengandung nutrisi dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan pertumbuhan bakteri sehingga memiliki kemampuan lebih besar mempertahankan pertumbuhan sel bakteri. Putri *et al.*, 2017, menyatakan fase eksponensial bergantung pada kondisi lingkungan bakteri terutama ketersediaan nutrisi. Air beras mengandung senyawa organik yang dapat mencukupi pertumbuhan bakteri yakni, 90% karbohidrat, mineral-mineral esensial, protein, vitamin B1 80% dan berbagai mineral lainnya seperti N 0.015%, P 16.306%, K 0.02%, Ca 2,944%, Mg 14,252%, S 0,027% dan Fe 0,0427% (Wardiah *et al.*, 2014; Hanif, 2016).

2. Viabilitas Rhizobakteri

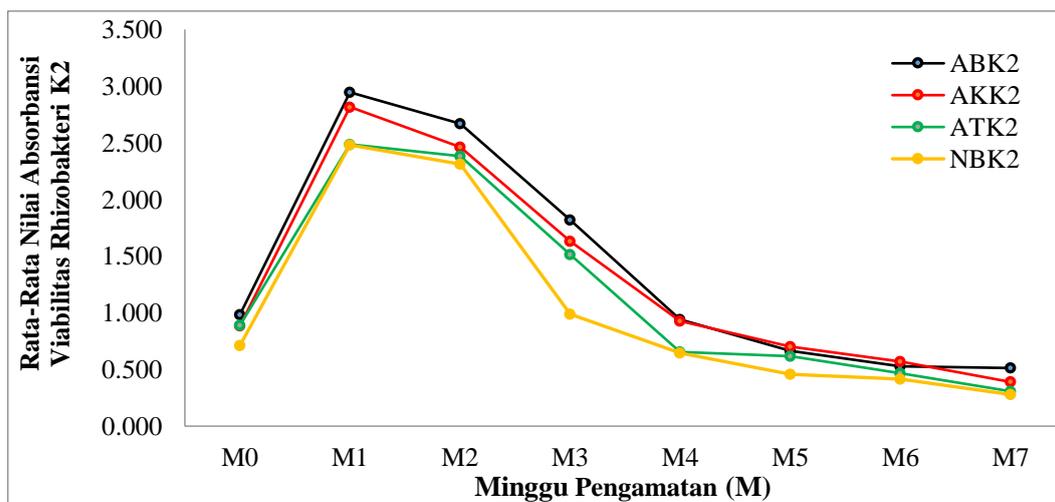
Hasil pengamatan viabilitas koloni rhizobakteri K1 berdasarkan rata-rata nilai absorbansi pada berbagai media organik cair dan media *nutrient broth* (NB) selama 8 minggu pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3, terlihat viabilitas isolat K1 memiliki pola yang cenderung sama pada semua perlakuan, namun dapat dibedakan berdasarkan rata-rata nilai absorbansinya. Nilai rata-rata absorbansi tertinggi terjadi pada minggu ke-1 (M1) setelah inokulasi, kemudian menurun sampai akhir pengamatan minggu ke-7 (M7). Perlakuan AB merupakan perlakuan terbaik karena memiliki rata-rata nilai absorbansi tertinggi setiap minggu pengamatan



Gambar 3. Kurva Nilai Absorbansi Viabilitas K1

Hasil pengamatan viabilitas isolat K2 berdasarkan rata-rata nilai absorbansi pada berbagai media organik cair dan NB selama 8 minggu pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4 terlihat viabilitas isolat K2 berdasarkan rata-rata nilai absorbansi pada berbagai media

organik cenderung sama yakni nilai absorbansi tertinggi berada pada minggu ke-1 (M1). kemudian menurun sampai minggu terakhir pengamatan (M7). Namun, viabilitas bakteri pada masing- masing perlakuan masih dapat dilihat perbedaannya berdasarkan rata-rata nilai absorbansinya. Rata-rata nilai absorbansi tertinggi pada semua perlakuan terjadi pada minggu ke-1 (M1) setelah inokulasi, akan tetapi perlakuan AB memiliki rata-rata tertinggi yaitu 2,946 dan perlakuan NB memiliki rata-rata terendah yaitu 2,481. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan AB merupakan perlakuan terbaik terhadap viabilitas K2 karena memiliki rata-rata nilai absorbansi tertinggi sedangkan, perlakuan NB merupakan perlakuan dengan pertumbuhan koloni terendah.



Gambar 4. Kurva Nilai Absorbansi Viabilitas K2

Viabilitas merupakan indikator daya simpan bakteri yang menunjukkan kemampuan suatu bakteri untuk bertahan hidup dengan memanfaatkan nutrisi dari media (Al-Azmiya *et al.*, 2021). Kurva rata-rata nilai absorbansi isolat K1 dan K2 (Gambar 3 dan 4) menunjukkan bahwa media AB memiliki nilai absorbansi tertinggi selama 8 minggu pengamatan kemudian diikuti air kelapa AK, air tahu AT, dan NB yang berarti bahwa perlakuan media organik cair air beras merupakan perlakuan terbaik dalam mempertahankan viabilitas rhizobakteri. Hasil ini menunjukkan media air beras mengandung nutrisi dalam jumlah yang lebih besar sehingga cukup untuk mendukung pertumbuhan koloni bakteri selama masa penyimpanan.

Selama masa penyimpanan, bakteri memanfaatkan karbohidrat atau gula sebagai sumber energi utama dalam proses pembelahan sel, dimana air beras memiliki karbohidrat total tertinggi dari semua perlakuan yaitu 90% sehingga mampu mempertahankan pertumbuhan bakteri lebih lama. Selain itu, viabilitas bakteri selama penyimpanan juga membutuhkan berbagai senyawa lainnya terutama vitamin yang berperan dalam proses enzimatik sel. Kandungan vitamin tersebut sangat dibutuhkan dalam mempertahankan

viabilitas sel bakteri terutama vitamin B1 yang berperan mempercepat metabolisme karbohidrat dan meningkatkan aktivitas sel (Fauzi, 2019). Selain itu, menurut Hidayatullah (2012), air beras mengandung nitrogen yang cukup memenuhi kebutuhan karbon bakteri serta senyawa esensial lain seperti thiamin, lisin dan asam amino yang berperan penting dalam proses metabolisme bakteri. Sedangkan unsur mineral esensial pada air beras meliputi N 0.015%, P 16.306%, K 0.02%, Ca 2,944%, Mg 14,252%, S 0,027%, Fe 0,0427%, dan vitamin B1 0,043 (Wulandari *et al.*, 2011).

Rhizobakteri K1 pada media AK daya simpan bertahan selama 5 minggu, media AT selama 4 minggu, dan pada media NB daya simpan bertahan selama 4 minggu. Sedangkan pada rhizobakteri K2 pada media AK memiliki daya simpan dan viabilitas terbaik sama seperti perlakuan air beras, namun rata-rata nilai absorbansi air kelapa lebih rendah. Media AT dan NB memiliki daya simpan yang sama selama 4 minggu, namun rata-rata nilai absorbansi AT lebih tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan media AB, AK dan AT lebih baik dalam mempertahankan viabilitas rhizobakteri K1 dan K2 dari pada media standar NB. Hasil penelitian serupa didapatkan Hanif (2016), bahwa bahan organik air kelapa, air beras dan air tahu mengandung karbohidrat dan protein yang dibutuhkan bakteri untuk perbiakan sel sehingga dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif menggantikan media sintetik.

Kesimpulan dan Saran

1. Daya dukung media terhadap pertumbuhan jumlah koloni rhizobakteri K1 dan K2 asal rhizosfer padi sawah terbaik pada media *nutrient broth*, sedangkan pola pertumbuhan terbaik ditunjukkan oleh media air beras dengan durasi fase eksponensial terlama yaitu rhizobakteri K1 20 jam dan rhizobakteri K2 16 jam masa inkubasi.
2. Daya dukung media terhadap viabilitas rhizobakteri K1 dan rhizobakteri K2 asal rhizosfer padi sawah terbaik ditunjukkan oleh media organik cair air cucian beras berdasarkan nilai absorbansi (OD) tertinggi setiap minggu selama 8 minggu penyimpanan.

Daftar Pustaka

Al-Azmiya, N. U, Khumairah, F. H, Setiawati, M. R, *et al.* 2021. Uji Viabilitas Isolat Bakteri Penambat Nitrogen Halotoleran pada Komposisi Bahan Pembawa yang Berbeda. *Jurnal Agroekotek* 13(1): 97– 104.

- Anisah and Rahayu T (2015) Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS* 10(1): 855– 860.
- Djaenuddin, N, Faesal dan Syafruddin. 2018. Viabilitas dan Efektivitas Kombinasi Bakteri dan Cendawan dalam Mendekomposisi Biomas Jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2(2).
- Fauzi, Y. S., Apriliana, E. dan Jausal, A. N. 2019. Peran Tiamin (Vitamin B1) dalam Meningkatkan Aktivitas Makrofag Alveolar terhadap Pertumbuhan Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. *Majority* 8(1): 242-245.
- Hafsan. 2014. *Mikrobiologi Analitik*. Makassar: Alauddin University Press.
- Hanif, R. A. 2016. Pertumbuhan *Bacillus subtilis* pada Media Perbanyakan Cair dan Daya Antagonisnya terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Harris, A. M. 2016. Studi Komparasi Variasi Media Kultur Terhadap Pertumbuhan Populasi Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis* Untuk Probiotik Unggas.. [Skripsi]. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Hidayatullah, R. 2012. Pemanfaatan Air Limbah Cucian Beras sebagai Substrat Pembuatan Nata De Leridengan Penambahan Substrat Gula Pasir dan Starter Berbeda. [Skripsi]. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Hindersah, R., Yuliana H dan Nurbaity A, 2013. Penggunaan Pupuk Organik Cair sebagai Media Produksi Inokulan *Azotobacter chroococcum*. *Jurnal Agrologia* 2(2): 102–108.
- Husnihuda, M.I, Sarwitri, R dan Susilowati Y. E. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) pada Pemberian PGPR Akar Bambu dan Komposisi Media Tanam. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 2(1): 13–16.
- Juariah, S dan Sari, W. P. 2018. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Bacillus* sp. *Jurnal Analisis Kesehatan Klinik Sains* 6(1): 24–29.
- Nion, Y. A., Djaya, A. A, Handayani N, *et al.* 2016. Potensi Media Cair Berbahan Organik sebagai Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri sebagai Pupuk Hayati. *Jurnal AGRI PEAT* 17(2): 97–105.
- Notji, M. 2022. *Fenomena dan Dinamika Rhizobakteri pada Rhizosfer Padi Sawah*. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia.
- Nurhidayanti. 2022. Perbandingan Media Alternatif Kacang Kedelai dan Media *Nutrient Agar* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Indobiosains* 4(2):47-53.
- Pudjiwati, E. H dan Hamid, N. B. 2020. Viabilitas dan Aktivitas bakteri Pelarut Fosfat Indigenus pada Beberapa Bahan Pembawa Cair. *Jurnal Borneo Saintek* 3(2): 85–92.
- Situngkir, N. C., Sudana, I. M. dan Singarsa, I. D. P. 2021. Pengaruh Jenis Bakteri PGPR dalam Beberapa Jenis Media Pembawa untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Ketahanan Tanaman Padi Beras Merah Lokal Jatiluwih terhadap Penyakit. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 10(2): 233–243.

- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2008. *Metode Pengujian Cemar Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, Serta Hasil Olahannya*.
- Wahyuningsih, N dan Zulaika E. 2018. Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 7(2): 36–38.
- Wardiah, Linda dan Rahmatan H. 2014. Potensi Limbah Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik Cair pada Perumbuhan Pakchoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Biologi Edukasi* 6(1): 34–38.
- Yolanda, H dan Mulyana Y. 2011. Uji Coba Penggunaan Limbah Air Kelapa Tua sebagai Bahan Dasar Media Isolasi. *Jurnal MKB* 43(3): 117–121.