

Potensi Komunitas Bakteri Simbion Cacing Tanah Vermiwash dalam Memproduksi Fitohormon IAA pada Jagung

Potential of the Earthworm Vermiwash Symbiont Bacterial Community to Produce IAA Phytohormones in Corn

Akhmad Rizal Oktafian, Erfan Dani Septia*, Fatimah Nursandi

Department Agrotechnology, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, East Java 65152, Indonesia

Received 07 November 2023; Accepted 17 December 2023

ABSTRACT

Bacteria living in the digestive system of earthworms (*Eudrilus eugeniae*) can play a role in transforming organic compounds found in the organic matter digested by the worms into simple compounds, including compounds containing indole. During the fermentation process in vermiwash, bacteria will consume the organic matter in worm waste and produce IAA as a byproduct of metabolism. This research aims to analyse the potential symbiotic bacterial communities in vermiwash from earthworms (*African Night Crawler*) in producing the plant hormone IAA (Indole Acetic Acid). The research method involves collecting vermiwash from earthworms and analysing its symbiotic bacterial composition. Symbiotic bacterial isolates from vermiwash were tested for their ability to produce IAA through biochemical techniques, followed by bioinformatic analysis. The research results show that vermiwash contains a potential symbiotic bacterial community capable of producing IAA. Three isolates out of 10 types of symbiotic bacteria yielded positive results by showing a pink colour change after adding the Salkowski reagent. Therefore, these symbiotic bacteria can be utilized as a source of the plant hormone IAA, which can be used as organic fertilizer. Increased IAA production in vermiwash, can accelerate plant growth, enhance root formation, and optimize overall plant production. The application of a bacterial consortium can significantly influence the plant height, leaf area, and root length while having a non-significant impact on the stem diameter of corn.

Keywords: African night crawler; Bioinformatic; *Eudrilus eugeniae*; Growth; Indole Acetic Acid

Cite this as (CSE Style): Oktafian AR, Septia ED, Nursandi F. 2023. Potensi komunitas bakteri simbion cacing tanah (*Eudrilus eugeniae*) vermiwash dalam memproduksi fitohormon IAA pada jagung. Agrotechnology Res J. 7(2):132–139. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v7i2.81348>.

PENDAHULUAN

Bakteri simbion merupakan mikroorganisme yang hidup dalam hubungan simbiosis mutualisme dengan inangnya. Salah satu contoh simbiosis yang menarik adalah antara cacing tanah (*Eudrilus eugeniae*) dengan komunitas bakteri yang hidup di dalamnya. Keberadaan bakteri yang bersimbiosis dengan cacing tanah telah diteliti dan memiliki dampak signifikan pada komunitas bakteri di tanah (Govindarajan dan Prabakaran 2015). Hal tersebut dikarenakan saluran pencernaan cacing tanah menyediakan kondisi yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan aktivitas beberapa spesies bakteri tertentu. Govindarajan dan Prabakaran (2015) menyatakan bahwa komunitas bakteri simbion cacing tanah sangat beragam dan mencakup berbagai spesies.

Beberapa bakteri simbion yang diidentifikasi pada cacing tanah termasuk spesies dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Aeromonas*, *Streptococcus*, dan *Rhodococcus* yang memiliki peran sebagai dekomposer, membantu penyediaan nutrisi tanah dan tanaman, mampu mendegradasi residu zat berbahaya dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit.

Cacing tanah dikenal sebagai salah satu spesies cacing tanah yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Hazra et al. 2018). Selain itu, komunitas bakteri simbion yang ada di dalam tubuh cacing ini memiliki potensi dalam memproduksi fitohormon bernama IAA (*Indole Acetic Acid*) (Prabina et al. 2018). IAA merupakan salah satu jenis fitohormon yang memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fitohormon ini dapat merangsang pertumbuhan akar, pemanjangan tunas, pembentukan buah, dan mempengaruhi berbagai proses fisiologis pada tanaman (Gowsalya dan Vasuki 2020). Oleh karena itu, komunitas bakteri simbion pada

*Corresponding Author:
E-Mail: erfandani@umm.ac.id

vermiwash (cairan hasil dari proses pengomposan menggunakan cacing tanah dalam memproduksi IAA memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara alami.

Penggunaan bakteri simbiosis pada *vermiwash* yang mengandung IAA dapat menjadi alternatif yang menarik dalam pertanian organik dan berkelanjutan. Selain sebagai pupuk cair, *vermiwash* juga mengandung berbagai nutrisi penting yang diperoleh dari proses penguraian bahan organik oleh cacing dan bakteri simbiosisnya (Nayak et al. 2019). Keberadaan bakteri simbiosis dalam *vermiwash* juga memiliki potensi dalam memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan kandungan nutrisi, dan mengurangi populasi patogen tanah. Namun, meskipun terdapat potensi yang menjanjikan dalam penggunaan komunitas bakteri simbiosis cacing tanah pada *vermiwash* dalam memproduksi IAA, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan produksi IAA dan memahami efeknya terhadap pertumbuhan tanaman. Faktor seperti kondisi lingkungan, komposisi *vermiwash*, keberagaman bakteri simbiosis, dan interaksi dengan tanaman perlu dikaji lebih mendalam guna memastikan efektivitas dan aplikabilitas dari penggunaan *vermiwash* berbasis IAA dalam pertanian (Wirosoedarmo et al. 2019).

Penelitian dan eksperimen ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi komunitas bakteri simbiosis cacing tanah pada *vermiwash* dalam memproduksi IAA, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan jagung. Dengan demikian, langkah-langkah ini akan membantu memajukan pertanian berkelanjutan dan memberikan alternatif yang ramah lingkungan dalam pengelolaan lahan pertanian.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan, dari bulan November 2022 hingga April 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Malang, dan Lahan Belakang Rusunawa Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Malang dengan titik koordinat 7°55'21.1"S 112°36'09.8"E pada ketinggian 539 mdpl.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan yaitu cawan petri, tabung reaksi, pipet tetes, mikropipet, pipet ukur, LAF, sentrifuge, tube, timbangan digital, timbangan analitik, *beaker glass*, erlenmeyer, mikroskop, gelas ukur, spatula kaca, autoklaf, bunsen, pinset, penggaris, jarum ose, spektrofotometer, *shaker*, microwave, cangkul, meteran, alat tulis, dan alat dokumentasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cacing ACN (*African Night Crawler*), benih jagung QPM (*Quality Protein Maize*) Srikandi Putih-1, kristal violet, safranin, iodine, *wrap* plastik, alkohol 96%, alkohol 70%, clorox, aquades, reagen Salkowski, aluminium foil, media NA (*Nutrient AGAR*), NB (*Nutrient Broth*), Ekstrak Kentang Gula (EKG), dan ZPT Atonik.

Rancangan penelitian

Hasil penelitian ini dianalisis melalui rancangan deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil rancangan deskriptif kualitatif dibandingkan dengan literatur terkait.

Sedangkan rancangan deskriptif kuantitatif melalui analisis regresi yang digunakan untuk menentukan konsorsium bakteri, serta pengujian lapang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Sederhana dengan satu faktor, konsorsium bakteri yang terdiri dari 5 taraf perlakuan; B0⁻ = Kontrol (Tanpa Perlakuan); B0⁺ = Kontrol Positif (ZPT Atonik); B1 = Konsorsium Bakteri A (VW 2, VW 4, VW 7 dan VW 9); B2 = Konsorsium Bakteri B (VW 1, VW 3, VW 5 dan VW 10); B3 = Konsorsium Bakteri C (VW 2, VW 6, VW 8, dan VW 9).

Isolasi dan purifikasi bakteri simbiosis cacing tanah pada *vermiwash*

Kegiatan dimulai dengan pembuatan *vermiwash* dari cacing tanah. Cacing sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam 500 mL air dengan suhu 37-40 °C dan diaduk selama 2 menit. *Vermiwash* diambil 1 mL untuk dilakukan pengenceran, lalu diinokulasi ke dalam media NA menggunakan metode *spread plate*. Tumbuhnya bakteri pada media NA, selanjutnya dilakukan purifikasi bertujuan agar diperoleh biakan murni yang diinginkan tanpa ada kontaminan dari mikroba lain (Ed-Har et al. 2017). Purifikasi dilakukan dengan cara mengambil satu ose berdasarkan perbedaan warna, tekstur, dan bentuk koloni (Ikhwan et al. 2023).

Identifikasi morfologi bakteri secara makroskopis dan mikroskopis

Identifikasi bakteri secara makroskopis terdiri dari bentuk koloni, elevasi koloni, tepi koloni, bentuk sel dan warna koloni. Sedangkan identifikasi secara mikroskopis terdiri dari bentuk sel dan pewarnaan Gram (Ikhwan et al. 2023). Data identifikasi bakteri secara makroskopis dan mikroskopis dianalisis menggunakan aplikasi PBSTAT-CL 3.1 untuk mengetahui kekerabatan dari isolat bakteri melalui analisis filogenetik.

Uji potensi produksi IAA menggunakan Reagen Salkowski

Tahap selanjutnya adalah uji potensi isolat bakteri dalam menghasilkan hormon IAA. Isolat bakteri yang telah dikultur di media NB, kemudian dihomogenkan menggunakan shaker selama 48 jam, lalu dimasukkan ke dalam tube sebanyak 2 mL dan dilakukan sentrifuge dengan kecepatan 10.000 rpm selama 20 menit. Supernatan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan Reagen Salkowski sebanyak 2 mL. Setelah itu, disimpan di ruang gelap dan dihomogenkan menggunakan *shaker* selama 60 menit lalu dapat dilihat dari perubahan warna larutan ketiga isolat bakteri tersebut (Arifiani dan Lisdiana 2021). Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna koloni isolat menjadi merah muda.

Analisis bioinformatika

Analisis Interaksi Protein: Metode ini melibatkan pemodelan dan prediksi interaksi protein-protein menggunakan teknik String DB yaitu melalui pendekatan berbasis struktur dan berbasis urutan. Analisis interaksi protein membantu dalam memahami jaringan biologis dan jalur sinyal yang terlibat dalam berbagai proses biologis.

Uji kesinergian bakteri

Uji kesinergian dilakukan untuk mengetahui antar bakteri dapat dikombinasikan saat akan diuji di lapang. Isolat bakteri digoreskan pada media NA dan bersinggungan satu dengan yang lain menggunakan metode Streak. Dikatakan bersinergi (kompatibel) apabila tidak terdapat zona hambat pada daerah pertemuan kedua isolat, sedangkan tidak bersinergi (non kompatibel) apabila terdapat zona bening pada daerah pertemuan kedua isolat tersebut (Asri dan Zulaika 2016).

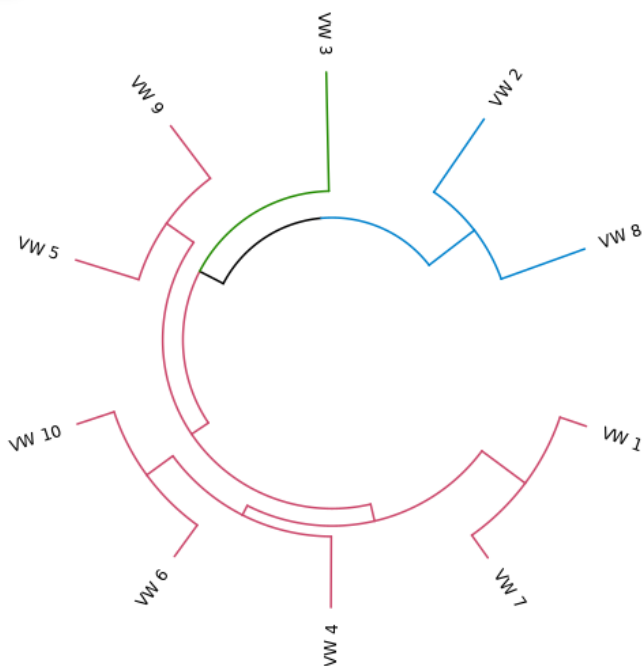
Penanaman dan pemeliharaan jagung

Penanaman dilakukan dengan menyemai benih pada tray bertujuan untuk memperoleh bibit yang seragam. Setelah 7 HST, bibit jagung dilakukan pindah tanam ke lahan terbuka. Bibit ditanam dengan kedalaman lubang sekitar 6 cm dan jarak tanam 70 cm X 25 cm. Pemeliharaan jagung meliputi penyiraman, penyiangan, pembumbunan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pengaplikasian pupuk hayati isolat bakteri dilakukan 3 hari sebelum pindah tanam, 14 dan 35 HST dengan cara dikocorkan menggunakan dosis 40 mL pada setiap konsorsium bakteri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

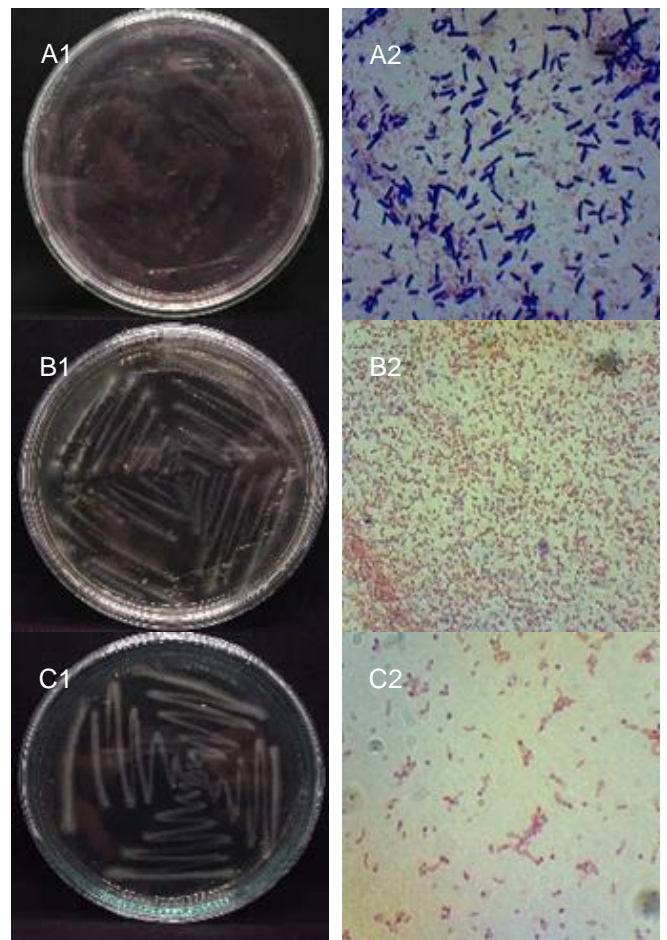
Hasil isolasi bakteri simbiosis cacing tanah pada vermiwash

Berdasarkan hasil isolasi bakteri simbiosis cacing tanah pada vermiwash didapatkan 10 isolat. Isolat bakteri simbiosis ini dianalisis filogenetik berdasarkan karakter morfologi secara makroskopis dan mikroskopis meliputi, bentuk koloni, elevasi koloni, tepi koloni, bentuk sel dan warna koloni serta analisis kecepatan pertumbuhan bakteri dengan menggunakan optical density (OD). Data tersebut di sajikan pada circle dendrogram Gambar 1.



Gambar 1. Circle dendrogram Filogenetik Bakteri Simbiosis Cacing Tanah

Berdasarkan bentuk morfologi bakteri didapatkan kemiripan isolat yang di temukan berdasarkan analisis filogenetik dibagi menjadi tiga cluster yaitu cluster pertama meliputi isolat VW1, VW7, VW4, VW6, VW10, VW5, VW9. Kemudian cluster dua meliputi VW2 dan VW8. Serta cluster tiga yaitu VW3. Tiga cluster tersebut berdasarkan karakter morfologi bentuk koloni yaitu *irregular* pada isolat VW2, VW3, VW 8 dan lainnya berbentuk *circular*. Menurut Septia dan Parlindo (2019) bentuk *circular* merupakan bentuk yang paling umum ditemukan pada bakteri. memiliki tubuh yang hampir sempurna berbentuk lingkaran. Bakteri *circular* memiliki sifat khas seperti membelah secara biner dan replikasi DNA yang terjadi melingkar. Sedangkan bentuk *irregular* mengacu pada bakteri yang memiliki bentuk yang tidak teratur atau tidak beraturan. Bakteri dengan bentuk *irregular* memiliki variasi dalam morfologi dan struktur seluler. Bakteri *irregular* dapat memiliki variasi selain itu dapat memberikan keuntungan adaptasi bagi bakteri dalam menghuni lingkungan yang berbeda. Selain bentuk sel, karakter morfologi bakteri di kelompokkan berdasarkan elevasi, margin, ukuran dan warna koloni. Koloni bakteri memiliki elevasi yang berbeda, seperti datar (*flat*), menonjol (*raised*), atau menggantung (*umbonate*).



Gambar 2. Morfologi makroskopis dan mikroskopis bakteri simbiosis cacing tanah, Ket: A1, A2 isolate VW2, B1, B2 isolate VW4, dan C1, C2 isolate VW7

Karakteristik elevasi embonate yaitu koloni bakteri dengan elevasi yang memuncak di tengah dan merata atau cekung di bagian pinggirannya. Karakteristik dapat memberikan petunjuk tentang pertumbuhan dan perilaku bakteri dalam media pertumbuhan. Beberapa bakteri dapat membentuk koloni dengan elevasi *embonate* sebagai respons terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti peningkatan produksi polisakarida ekstraseluler atau pembentukan struktur biofilm (Bulu et al. 2019b). Beberapa tipe margin yang umum termasuk rata (*entire*), bergelombang (*undulate*), bergigi (*serrate*), atau berkelok-kelok (*filamentous*). Koloni bakteri dapat memiliki ukuran yang bervariasi, mulai dari *pinpoint* hingga lebih besar dan terlihat dengan mata telanjang. Koloni bakteri memiliki berbagai warna, termasuk putih, kuning, jingga, merah (Septia dan Parlindo 2019).

Identifikasi isolat bakteri secara mikroskopis menunjukkan semua isolat mayoritas memiliki bentuk sel *coccus* kecuali pada isolat VW2 berbentuk basil. Sedangkan reaksi Gram pada VW2, VW5, VW8 dan VW9 memiliki reaksi Gram positif dan isolat lainnya memiliki bersifat Gram negatif. *Coccus* menggambarkan bakteri dengan bentuk sel bulat atau bulat seperti bola. *Basil* mengacu pada bentuk sel batang yang lebih panjang dan silindris. Perlu dicatat bahwa bentuk sel *coccus* atau *basil* dapat bervariasi dalam ukuran dan dapat terlihat dalam berbagai pola dan formasi (Apriliya et al. 2020). Bakteri Gram positif dan negatif memiliki perbedaan dalam komposisi dinding sel dan pewarnaan saat menggunakan pewarnaan Gram. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang lebih tebal dan kompleks dengan lapisan peptidoglikan yang lebih banyak, sementara bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis dan kompleks dengan lapisan peptidoglikan yang lebih sedikit (Govindarajan dan Prabakaran 2015).

Analisis pertumbuhan bakteri simbiosis cacing tanah pada vermiwash

Persamaan regresi positif mengindikasikan bahwa ada hubungan positif antara variabel yang diamati, dalam hal ini pertumbuhan bakteri. Berdasarkan nilai korelasi antara 0,0963 hingga 0,2207 menunjukkan hubungan positif yang lemah hingga sedang antara variabel pertumbuhan bakteri dan variabel produksi fitohormon. Meskipun korelasi ini relatif rendah, itu masih

mengindikasikan adanya hubungan positif antara kedua variabel tersebut.

Laju pertumbuhan bakteri simbiosis cacing tanah selama 24 Jam melalui serangkaian fase yang berbeda selama periode waktu tertentu mulai dari fase log, eksponensial, stasioner, dan kematian pada jam yang spesifik. Fase log terjadi pada Jam ke 0-3, yang mana bakteri akan beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan memulai sintesis komponen sel baru, seperti protein dan asam nukleat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Jumlah bakteri yang belum mampu beradaptasi akan mengalami kematian, sedangkan sisa bakteri yang hidup akan beradaptasi sehingga terjadi kenaikan setelahnya (Arifiani dan Lisdiana 2021).

Fase eksponensial terjadi jam ke 6-12. Pada fase eksponensial, bakteri mencapai tingkat pertumbuhan maksimumnya. Bakteri berkembang biak dengan kecepatan yang konstan, dan populasi bakteri akan melipatgandakan diri setiap generasi. Fase ini ditandai dengan laju pertumbuhan yang cepat dan peningkatan eksponensial dalam jumlah sel bakteri. Selanjutnya fase stasioner terjadi jam ke 12-15.

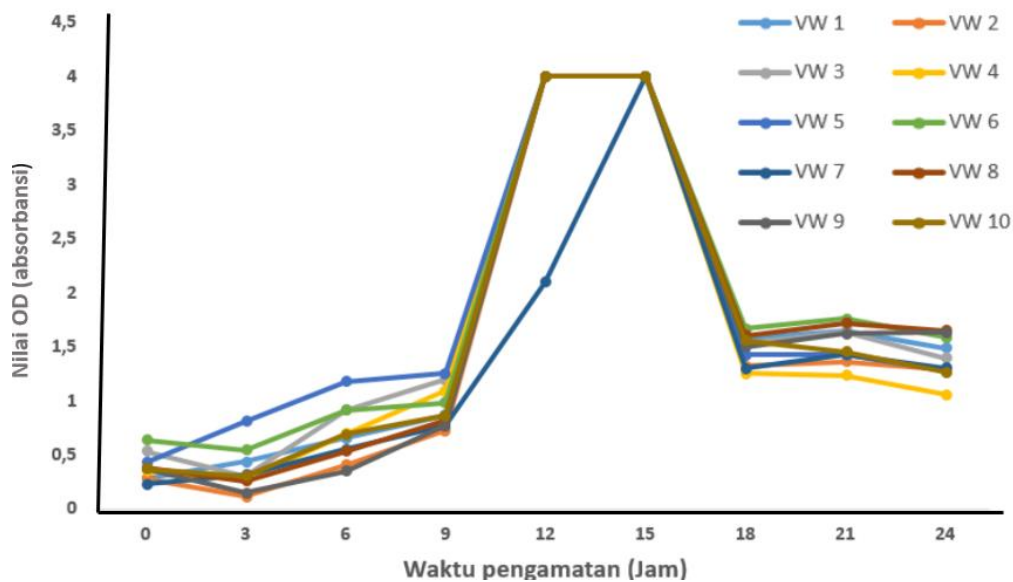
Pada fase ini, pertumbuhan bakteri menjadi lambat atau bahkan berhenti sama sekali. Hal ini disebabkan oleh keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian sel yang terjadi dalam populasi bakteri. Faktor-faktor seperti kekurangan nutrisi, penumpukan produk limbah, atau persaingan sumber daya dapat menyebabkan mencapai fase stasioner (Septia dan Parlindo 2019).

Setelah itu fase kematian terjadi jam ke 15-18. Pada fase kematian, jumlah sel bakteri mulai menurun. Faktor-faktor seperti kelebihan produk limbah, kekurangan nutrisi, atau kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat menyebabkan penurunan jumlah sel bakteri. Laju kematian bakteri dapat meningkat seiring waktu, dan populasi bakteri mulai mengalami penurunan. Kemudian muncul fase stasioner kembali jam ke 21-24. Pada fase stasioner kembali, pertumbuhan bakteri berhenti atau sangat lambat. Populasi bakteri mencapai keseimbangan baru antara pertumbuhan dan kematian. Kondisi lingkungan yang stabil dan faktor-faktor lain yang mendukung pertumbuhan dapat menyebabkan perubahan ke fase stasioner kembali (Apriliya et al. 2020).

Tabel 1. Laju pertumbuhan bakteri simbiosis cacing tanah pada vermiwash

Isolat	OD awal	OD tertinggi	Laju pertumbuhan	Persamaan regresi	R ²
VW1	0,280	4,000	3,720	$\hat{y} = 0,2244x + 0,5398$	0,1885
VW2	0,113	4,000	3,887	$\hat{y} = 0,2153x + 0,4243$	0,1563
VW3	0,304	4,000	3,696	$\hat{y} = 0,1916x + 0,7663$	0,1481
VW4	0,272	4,000	3,728	$\hat{y} = 0,1624x + 0,7387$	0,0963
VW5	0,430	4,000	3,570	$\hat{y} = 0,1408x + 1,0518$	0,0865
VW6	0,546	4,000	3,454	$\hat{y} = 0,1994x + 0,7908$	0,1688
VW7	0,231	4,000	3,769	$\hat{y} = 0,2059x + 0,305$	0,2336
VW8	0,356	4,000	3,644	$\hat{y} = 0,2467x + 0,4287$	0,2207
VW9	0,151	4,000	3,849	$\hat{y} = 0,2497x + 0,3517$	0,2152
VW10	0,305	4,000	3,695	$\hat{y} = 0,1978x + 0,6233$	0,145

Keterangan: r² = korelasi, 0,00 – 0,199 = Sangat Lemah, 0,20 – 0,399 = Lemah, 0,40 – 0,599 = Sedang 0,60 - 0,799 = Kuat, 0,80 – 1,000 = Sangat Kuat

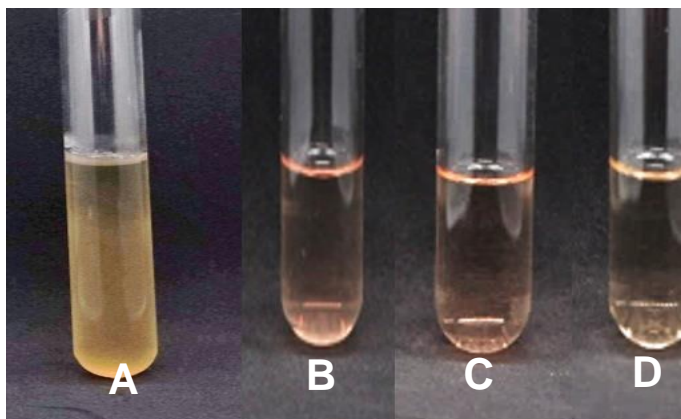


Gambar 3. Laju Pertumbuhan Bakteri Symbion Cacing Tanah pada Vermiwash

Hasil uji biokimia bakteri dalam memproduksi iaa menggunakan Reagen Salkowski

Produksi fitohormon bakteri dianalisis berdasarkan warna, dari sepuluh isolat bakteri hanya tiga isolat yang menunjukkan hasil positif dalam uji tersebut. yang mampu menghasilkan fitohormon engan ditandai perubahan warna menjadi merah muda atau merah muda transparan. Hal ini dikarenakan pada uji biokimia bakteri dalam memproduksi IAA (*Indole Acetic Acid*) menggunakan Reagen Salkowski yang bertujuan untuk mendeteksi kehadiran dan mengukur konsentrasi IAA dalam kultur bakteri. Sedangkan Reagen Salkowski merupakan reagen yang terdiri dari asam perchloric dan pereaksi asam sulfanilic dalam asam askorbat kemudian IAA dalam sampel akan bereaksi dengan reagen Salkowski, menghasilkan perubahan warna menjadi merah keunguan yang intens. Warna ini merupakan indikator kehadiran IAA dalam sampel. Adapun hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Isolat VW2, VW3, VW7 lebih mendominasi dalam perubahan warna menjadi merah muda. Hal ini disebabkan karena bakteri tersebut memiliki enzim-enzim yang mampu mengubah triptofan menjadi IAA. Perubahan juga dibantu adanya reaksi antara reaksi antara pereaksi Salkowski seperti FeCl₃ dan HClO₄ dengan IAA akan membentuk senyawa kompleks tris-(indole-3-aceto)-iron (III) yang akan membentuk warna merah muda (Astriani dan Murtiyaningsih 2018). Kombinasi Fe dan asam sulfat (H₂SO₄) dalam pereaksi Salkowski merupakan pereaksi tunggal yang mampu meningkatkan kepekaan dalam menentukan pembentukan IAA. Semakin tinggi kandungan IAA yang dihasilkan maka perubahan warna akan semakin pekat. Disisi lain, komposisi media dan kondisi proses produksi berpengaruh terhadap hasil fitohormon secara maksimal. Selain itu genus juga mempengaruhi bakteri dalam menghasilkan fitohormon. Diantara beberapa genus bakteri, genus *Bacillus* sp. mampu mensintesis IAA dengan jumlah yang bervariasi dalam medium cair (Arifiani dan Lisdiana 2021).

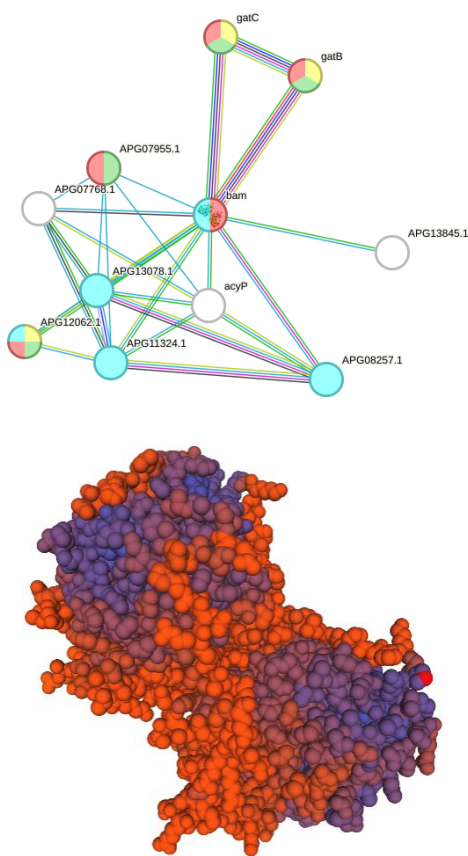


Keterangan: (A). Kontrol (Media NB); (B). Isolat VW 2; (C). VW 4; (D). VW 7

Gambar 4. Uji biokimia bakteri dalam memproduksi IAA menggunakan reagen Salkowski

Kemampuan bakteri dalam menyuplai Amidase dalam proses hidrolisis indole-3-acetamide (IAM) menjadi indole-3-acetic acid (IAA).

Mekanisme bakteri dalam menghasilkan amidase dan konversi IAM menjadi IAA melibatkan serangkaian tahapan yang terjadi di dalam sel bakteri. Produksi Amidase oleh Bakteri yang memiliki kapasitas untuk menghasilkan amidase. kemudian amidase tersebut akan mengenali keberadaan Indole-3-Acetamide (IAM) di sekitar mereka. Ketika bakteri mendeteksi keberadaan IAM, gen-gen yang mengodekan amidase akan diekspresikan dan proses transkripsi dan translasi akan berlangsung untuk menghasilkan enzim amidase. Enzim ini terbentuk di dalam sel bakteri dan akan digunakan untuk mengkatalisis reaksi hidrolisis.



Gambar 5. Analisis kemampuan bakteri melalui Bioinformatics String DB dan Swiss Model

Selanjutnya hidrolisis ikatan amid dalam IAM melalui tahapan hidrolisis ikatan amid dalam molekul IAM. Proses hidrolisis ini melibatkan pemutusan ikatan amida (NH₂) dalam IAM, menghasilkan Indole-3-Acetic Acid (IAA) dan produk sampingan lainnya. Reaksi hidrolisis ini berubah menjadi IAA dan merupakan langkah kunci dalam menghasilkan fitohormon tanaman.

Kemudian terjadi proses pembebasan IAA ke Lingkungan yaitu IAA yang dihasilkan akan dilepaskan ke lingkungan sekitar. Bakteri dapat melepaskan IAA ke lingkungan melalui sekresi aktif atau jika bakteri

mengalami lisis (pecah), yang menyebabkan pelepasan IAA ke lingkungan. Setelah IAA dilepaskan ke lingkungan, fitohormon ini akan tersedia untuk tanaman yang berdekatan dengan bakteri. Akar tanaman akan menyerap IAA yang terlarut dalam tanah melalui rambut akar atau kutikula akar. IAA kemudian akan masuk ke dalam sistem perakaran tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman melalui aliran floem (Ahmad et al. 2022).

Setelah IAA masuk ke dalam tanaman, fitohormon ini berperan penting dalam mengatur berbagai proses pertumbuhan dan perkembangan. IAA mempengaruhi pembentukan akar lateral, elongasi sel, diferensiasi jaringan, respons terhadap gravitasi dan cahaya, dan sejumlah proses fisiologis lainnya. IAA berfungsi sebagai sinyal kimiawi yang membantu mengatur respons tanaman terhadap lingkungan dan memastikan pertumbuhan yang optimal.

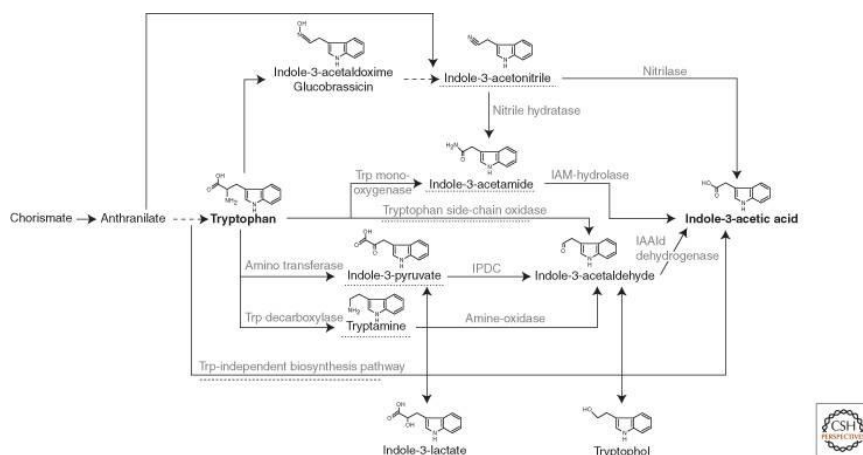
Jalur Indole-3-Acetamide (IAM)

Selain kemampuan bakteri dalam menyuplai lisin, bakteri juga berkontribusi pada virulensi strain melalui jumlah produksi IAA yang tinggi. Terdapat dua langkah yang digunakan dalam memproduksi hormon IAA. Dapat dilihat pada Gambar 6, langkah pertama yaitu triptofan monooksigenase (dikodekan oleh gen *iaaM*) mengubah triptofan menjadi IAM, sedangkan Langkah kedua IAM dihidrolisis menjadi IAA dan amonia oleh hidrolase IAM (dikodekan oleh gen *iaaH*) (Astriani dan Murtiyaningsih 2018; Iqbal et al. 2022).

Mekanisme produksi amidase oleh bakteri dan konversi IAM menjadi IAA adalah contoh penting dari interaksi simbiotik antara mikroba dan tanaman. Bakteri menyediakan IAA sebagai nutrisi tambahan untuk tanaman, sementara tanaman memberikan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Melalui proses ini, bakteri dan tanaman saling mendukung dan menciptakan hubungan mutualisme yang bermanfaat dalam ekosistem tumbuhan.

Pengamatan rerata pertumbuhan jagung

Hasil analisis ragam aplikasi konsorsium bakteri menunjukkan bahwa memberikan pengaruh nyata terhadap pengamatan tinggi tanaman, luas daun, dan panjang akar, serta memberikan pengaruh tidak nyata terhadap diameter batang jagung Tabel 2.



Gambar 6. Jalur biosintetik hormon IAA pada bakteri (Spaepen dan Vanderleyden 2011)

Tabel 2. Pengaruh konsorsium bakteri simbiosis cacing tanah terhadap pertumbuhan jagung

Perlakuan	Pengamatan Rerata Pertumbuhan Jagung			
	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (mm)	Jumlah Daun (helai)	Panjang Akar (cm)
B0 ⁻	137,63 c	22,95 b	8,85 b	23,90 c
B0 ⁺	143,80 bc	24,37 ab	9,09 b	26,17 bc
B1	172,98 a	28,19 a	10,08 a	34,78 a
B2	166,67 ab	26,07 ab	9,78 a	30,04 ab
B3	169,92 ab	27,94 a	9,75 a	31,03 ab
BNJ 5%	19,28	5,78	0,31	3,58

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Berdasarkan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) menunjukkan bahwa perlakuan konsorsium bakteri B1 (VW 2, VW 4, VW 7 dan VW 9) memperoleh hasil yang tidak berbeda nyata dengan B2 (VW 1, VW 3, VW 5 dan VW 10) dan B3 (VW 2, VW 6, VW 8, dan VW 9), sedangkan perlakuan konsorsium bakteri B1, B2, dan B3 menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap B0⁻ (tanpa perlakuan) pada semua parameter pertumbuhan jagung.

Berdasarkan hasil (Tabel 2) dapat dikatakan bahwa konsorsium bakteri yang diaplikasikan memiliki kemampuan memproduksi hormon auksin sehingga dapat meningkatkan perkembangan sel dan akar tanaman dalam penyerapan unsur hara, terutama unsur N yang menjadi kebutuhan utama tanaman selama fase vegetatif. Penelitian Hidayati et al. (2017) mengatakan bahwa selain meningkatkan pertumbuhan, pemberian pupuk hayati juga mampu menurunkan senescensi daun jagung sebesar 25-28,57%. Di sisi lain, pemberian konsorsium bakteri juga memengaruhi dalam pembentukan panjang akar. Proses pemanjangan akar secara tidak langsung dapat menyuplai nutrisi serta hormon yang dapat dimanfaatkan oleh jagung. Hal ini sesuai dalam penelitian Ramadhan et al. (2017) yang menyatakan bahwa bakteri IAA mampu merangsang pertumbuhan akar dengan mekanisme akar adventif. Dengan berkembangnya sistem perakaran, bakteri-bakteri akan masuk ke tanaman inang melalui rambut akar untuk menyuplai nutrisi dan hormon ke jagung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bakteri simbiosis *vermiwash* memiliki kemampuan dalam memproduksi IAA. Dalam aplikasi konsorsium bakteri mampu memberikan pengaruh nyata terhadap pengamatan tinggi tanaman, luas daun, dan panjang akar, serta memberikan pengaruh tidak nyata terhadap diameter batang jagung.

Saran

Perlu adanya pengujian lanjut pada 10 isolat bakteri untuk mengetahui jenis bakteri tersebut dan apakah juga mampu berpotensi sebagai agens pengendali penyakit bagi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad J, Lamangantjo CJ, Uno WD, Husain IH. 2022. Potential of siam weed (*Crhomolaena Odorata*) as

fertilizer and liquid pesticide and its applications to increase crop production. *J Biol Trop.* 22(2):415–424. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3108>.

Apriliya I, Prasetyo D, Remila S. 2020. Isolasi bakteri rhizosfer resisten pestisida dan herbisida pada berbagai jenis tutupan lahan. *Agrotekma.* 5(1):64–71.

Arifiani RN, Lisdiana L. 2021. Potensi isolat bakteri endofit pada akar tanaman jagung (*Zea mays*) sebagai penghasil hormon Indole Acetic Acid. *LenteraBio Berk Ilm Biol.* 10(3):285–291. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n3.p285-291>.

Asri AC, Zulaika E. 2016. Sinergisme antar isolat *Azotobacter* yang dikonsorsiumkan. *J Sains dan Seni ITS.* 5(2):57–59.

Astriani M, Murtiyaningsih H. 2018. Pengukuran Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp. dengan penambahan L-Tryptopan. *Bioeduscience.* 2(2):116–121. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>.

Bulu S, Ledo MES, Rupidara ADN. 2019. Identifikasi morfologi bakteri asam laktat pada nira segar lontar (*Borassus flabellifer* Linn). *Jambura Edu Biosf J.* 1(2):47–52. <https://doi.org/10.34312/jebj.v1i2.2518>.

Ed-Har AA, Widyastuti R, Djajakirana G. 2017. Isolasi dan identifikasi mikroba tanah pendegradasi selulosa dan pektin dari rhizosfer *Aquilaria malaccensis*. *Bul Tanah dan Lahan.* 1(1):58–64.

Govindarajan B, Prabakaran V. 2015. Gut bacterial load analysis of earthworms (*Eudrilus eugeniae*) a controlled laboratory study. *Eur J Environ Ecol.* 2(2):1–6.

Gowsalya P, Vasuki A. 2020. Efficacy of coconut water, Vermiwash and neem extract on plant growth and rhizosphere bacterial enhancers towards soil sustainability. *Int J Adv Sci Eng.* 7(1):1600–1613. <https://doi.org/10.29294/ijase.7.1.2020.1600-1613>.

Hazra F, Dianisa N, Widyastuti R. 2018. Kualitas dan produksi Vermikompos menggunakan cacing African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*). *J Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 20(2):77–81. <https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.77-81>.

Hidayati N, Hamim H, Mubarak NR. 2017. Aplikasi pupuk hayati (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang

- telah disimpan terhadap pertumbuhan tanaman jagung Var. Bisma. *Maduranch.* 2(1):13–22.
- Ikhwan A, Septia ED, Sholihah A. 2023. Characterization of rhizobacteria secondary metabolites on maize (*Zea mays*) in marginal land. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 1172(1):012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1172/1/012004>.
- Iqbal S, Hayat F, Mushtaq N, Khalil-ur-Rehman M, Khan U, Yasooob TB, Khan MN, Ni Z, Ting S, Gao Z. 2022. Bioinformatics study of Aux/IAA family genes and their expression in response to different hormones treatments during Japanese apricot fruit development and ripening. *Plants.* 11(15):1898. <https://doi.org/10.3390/plants11151898>.
- Nayak H, Rai S, Mahto R, Rani P. 2019. Vermiwash: A potential tool for crop production in organic agriculture. *J Pharmacogn Phytochem.*(January):308–312.
- Prabina BJ, Devi TS, Kumutha K. 2018. Developing and evaluating neem leaf Vermiwash as organic plant growth promoter. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 7(1):859–866. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.104>.
- Ramadhan AR, Oedjijono O, Hastuti RD. 2017. Efektifitas bakteri endofit dan penambahan *Indole Acetic Acid* (IAA) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi *Oryza sativa* L. *Scr Biol.* 4(3):177–181. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.3.542>.
- Septia ED, Parlindo F. 2019. Keanekaragaman dan sebaran mikroba endofit indigenous pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agriprima J Appl Agric Sci.* 3(1):1–14. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.159>.
- Spaepen S, Vanderleyden J. 2011. Auxin and plant-microbe interactions. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 3(4):1–13. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001438>.
- Wirosoedarmo R, Santoso SE, Anugroho F. 2019. Pengaruh pemberian media berbahan limbah kotoran sapi dan blotong tebu terhadap bobot dan kadar protein cacing African Night Crawler (*Eudrilus eugenia*). *J Sumberd Alam dan Lingkung.* 6(1):33–40. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.01.5>.