

## Potensi Konsorsium Mikroba Endofit Akar Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dalam meningkatkan Produktivitas Pertanian Buah Naga

Tristi Indah Dwi Kurnia<sup>1</sup>, Fitri Nurmasari<sup>2</sup>, & Hasyim As'ari<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi  
Jl. Ikan Tongkol No. 22, Kertosari, Banyuwangi 68416, Indonesia  
*e-mail*: hasyim.asari22@gmail.com

### Abstrak

Produktivitas buah naga (*Hylocereus costaricensis*) dapat dilakukan dengan penerapan *Good Agriculture Practices* (GAP), yang menjadikan buah naga dapat diproduksi sepanjang tahun. Tujuan penelitian ini adalah pengembangan konsorsium mikroba endofit akar buah naga sebagai biostater pupuk organik untuk meningkatkan produksi buah naga. Penelitian isolasi mikroba endofit dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Banyuwangi, sedangkan penerapan pupuk organik di Desa Jambewangi, Kecamatan Sempu, Banyuwangi, bulan Agustus - November 2023. Tahapan penelitian diantaranya isolasi mikroba endofit akar buah naga, identifikasi morfologi koloni, pewarnaan gram, uji biokimia, dan uji aktivitas biologis (pembentukan IAA). Pupuk organik diformulasikan dengan perbandingan 50 kg kotoran ayam ditambah 1 liter biostater mikroba. Perlakuan pupuk organik dengan dosis P1 (5 kg/tanaman), P2 (10 kg/tanaman), dan P3 (15 kg/tanaman) serta kontrol P0 (tanpa perlakuan), perlakuan sebanyak 1 kali, dan pengamatan dilakukan 30 hari setelah pemupukan, dengan parameter pengamatan jumlah tunas, bunga, buah, dan berat buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolasi bakteri menghasilkan tiga strain bakteri dari genus *Bacillus* spp. Hasil aplikasi pupuk organik dengan dosis 15 kg/tanaman menunjukkan hasil yang optimal terhadap jumlah tunas, bunga, dan buah. Pengembangan pupuk organik dengan mikroba endofit dapat meningkatkan respons tanaman buah naga terhadap pemupukan, menciptakan potensi untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas buah secara berkelanjutan.

*Kata Kunci*— Bakteri endofit, buah naga (*Hylocereus costaricensis*), produktivitas, pupuk organik.

### Abstract

The productivity of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) can be enhanced through the implementation of *Good Agriculture Practices* (GAP), allowing for year-round fruit production. The objective of this research is the development of a consortium of endophytic microorganisms from dragon fruit roots as a biostimulant for organic fertilizer to improve dragon fruit production. The isolation of endophytic microorganisms was conducted at the Biology Laboratory of PGRI University Banyuwangi, while the application of organic fertilizer was carried out in Jambewangi Village, Sempu Subdistrict, Banyuwangi, from August to November 2023. The research involved stages such as the isolation of endophytic microorganisms from dragon fruit roots, morphology colony identification, gram staining, biochemical tests, and biological activity tests (indole-3-acetic acid (IAA) formation). The organic fertilizer was formulated with a ratio of 50 kg of chicken manure plus 1 liter of microorganism biostimulant. The organic fertilizer treatments included doses of P1 (5 kg/plant), P2 (10 kg/plant), and P3 (15 kg/plant), along with a control (P0) without treatment. The treatments were applied once, and observations were made 30 days after fertilization, focusing on parameters such as the number of shoots, flowers, fruits, and fruit weight. The results revealed that bacterial isolation produced three bacterial strains from the genus *Bacillus* spp. The application of organic fertilizer with a dose of 15 kg/plant demonstrated optimal results in terms of the number of shoots, flowers, and fruits. The development of organic fertilizer with endophytic microorganisms has the potential to enhance the dragon fruit plant's response to fertilization, creating opportunities for sustainable improvements in fruit productivity and quality.

*Keywords*: Dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*), endophytic bacteria, organic fertilizer, productivity.

## I. PENDAHULUAN

Banyuwangi merupakan salah satu Kabupaten yang menjadi sentra pertanian di Provinsi Jawa

Timur, dengan potensi lahan pertanian hingga 66.152 ha, dan luas perkebunan mencapai 82.143,63 ha (Indrawan, 2018). Potensi lahan pertanian dan perkebunan tersebut, berbagai

produk pertanian dan hortikultura dapat menjadi unggulan Kabupaten Banyuwangi, salah satunya adalah sektor buah naga (*Hylocereus costaricensis*). Dimana selama tahun 2019 - 2020, sektor buah ini mengalami peningkatan produksi dari 19.068 ton menjadi 82.544 ton/tahun. Sehingga dengan produktivitas tersebut Banyuwangi mendapatkan predikat sebagai daerah pemasok buah naga terbesar di Indonesia (Lestari, 2018).

Upaya peningkatan produktivitas buah naga tersebut, dilakukan dengan penerapan *Good Agriculture Practices* (GAP), dimana petani buah naga melakukan kreasi dan inovasi dengan memberikan pencahayaan lampu di malam hari (pukul 18.00 - 05.00), sehingga pemberian lampu tersebut dapat merangsang pembungaan pada buah naga, dan menyebabkan produksi buah naga tidak mengenal *off-season* (Ramadhan *et al.*, 2019). Disisi lain, dalam upaya intensifikasi pertanian buah naga tersebut dapat berdampak negatif terhadap pola pertanian yang cenderung meningkatkan penggunaan pupuk kimia untuk mendapatkan produktivitas buah naga secara instan. Hal tersebut juga dijelaskan oleh Azri (2018), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kimia NPK dapat meningkatkan jumlah buah dan produktivitas buah naga.

Selama tahun 2023 pemerintah telah melakukan pembatasan terhadap pupuk kimia bersubsidi (Muchdhor, 2023), sehingga keadaan tersebut berdampak terhadap peningkatan harga dan kelangkaan pupuk dikalangan petani buah naga. Apabila ketersediaan pupuk bagi petani buah naga berangsur-angsur tidak terpenuhi, hal tersebut dipastikan akan dapat menurunkan produktivitas buah naga di Kabupaten Banyuwangi. Beberapa alternatif yang dilakukan dalam pemupukan telah dilakukan diantaranya dengan penggunaan kotoran ternak dan berbagai sampah organik, namun ternyata kotoran ternak maupun sampah organik tersebut tidak mendapatkan penanganan yang baik, hal menimbulkan pertumbuhan mikroba patogen tanaman yang akan menyebabkan kerusakan (cacar air) pada pohon dan bagian buah naga (Wibowo *et al.*, 2011). Solusi lain sebenarnya dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk

organik yang ada dipasaran, namun apabila dalam pengolahan pupuk organik tersebut menggunakan mikroba yang tidak sesuai dengan komposisi *microflora* justru akan menghambat pertumbuhan tanaman, selain itu adaptasi akar tanaman buah naga dan respon terhadap produktivitas buah akan lebih lama (Bhoki *et al.*, 2021), sehingga pola pemupukan yang dilakukan tidak dapat mendukung implementasi GAP yang diterapkan oleh petani buah naga.

Berdasarkan karakteristik dari tanaman buah naga dengan perakaran yang baik, memiliki morfologi akar yang memanjang, bercabang-cabang dan kuat, serta tahan terhadap stres abiotik seperti kekeringan, suhu ekstrim, kekurangan nutrisi, dan kelembaban yang tinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa pada perakaran tanaman buah naga terdapat mikroba yang dapat menunjang pertumbuhan dan kesehatan tanaman yang dikenal sebagai bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Utami *et al.*, 2018). Menurut Adiyoga *et al.* (2017), dalam akar buah naga terdapat beberapa jenis bakteri diantaranya adalah *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., dan *Azospirillum* spp. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ongena *et al.* (2015), menunjukkan bahwa pada akar buah naga ditemukan bakteri seperti *Rhizobium* spp., *Agrobacterium* spp., dan *Burkholderia* spp. Serta penelitian yang dilakukan Ramirez-Benitez *et al.* (2018), menunjukkan bahwa dalam akar buah naga selain ditemukan bakteri *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacter* spp., juga ditemukan bakteri *Serratia* spp. berbagai mikroba yang terdapat dalam perakaran tanaman seperti *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., *Azospirillum* spp., dan *Rhizobium* spp. dapat meningkatkan nitrogen bebas, meningkatkan penyerapan nutrisi, ketahanan tanaman, kualitas tanah, dan pertumbuhan tanaman (Sulistyoningtyas *et al.*, 2017). Sehingga berdasarkan hal tersebut pada penelitian kali ini akan mengembangkan pupuk organik dengan biostarter bakteri indofid akar buah naga, untuk meningkatkan kualitas buah naga.

**II. METODE PENELITIAN**

**A. Lokasi Penelitian**

Penelitian isolasi mikroba endofit akar buah naga dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Banyuwangi, sedangkan untuk pengembangan dan penerapan pupuk organik dari biostater bakteri endofit akar buah naga dilakukan di desa Jambewangi, Kecamatan Sempu, Banyuwangi. Penelitian dilakukan pada bulan agustus – November 2023

**B. Metode Penelitian**

- Isolasi Bakteri Endofit Akar Buah Naga

Isolasi dan karakterisasi mikroba endofit dari akar buah naga mencakup pengambilan sampel akat tanaman, pembersihan, sterilisasi, dan penghancuran bagian akar buah naga. Selanjutnya organ akar yang telah hancur tersebut dilarutkan dengan aquades, dan dilakukan pengenceran hingga 10<sup>-4</sup>, dan dilakukan penanaman pada media kultur NA. Selanjutnya mikroba yang tumbuh dilakukan isolasi dan dilakukan identifikasi.

- a) Identifikasi morfologi bakteri; identifikasi dilakukan berdasarkan ciri-ciri morfologi koaloni, seperti bentuk sel, ukuran sel, dan hasil pewarnaan Gram.
  - b) Identifikasi biokimia dilakukan dengan menguji karakteristik biokimia diantaranya; uji katalase, uji oksidase, uji motilitas.
  - c) Uji aktifitas biologi, dilakukan dengan uji sintesis IAA
- Pembuatan Pupuk Organik dengan Biostater Mikroba Endofit Akar Buah Naga

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi strain bakteri yang berpotensi sebagai biostater pupuk organik, selanjutnya strain bakteri diperbanyak dalam media molase, dan difermentasikan selama 14 hari. Selanjutnya biostarter tersebut digunakan untuk memfermentasikan limbah peternakan ayam. Formulasi dalam pembuatan pupuk organik sebanyak 50 kg limbah kotoran ayam dengan biostarter mikroba 1 liter, kemudian difermentasikan selama 14 hari.

- Pengujian Pupuk Organik dengan Konsorsium Mikroba Endofit Akar Buah Naga

Pengujian pupuk organik yang telah dibuat dilakukan pada buah naga dengan dosis perlakuan 5kg/tanaman, 10kg/tanaman, 15 kg/tanaman. Perlakuan diberikan satu kali, dan dilakukan pengamatan setelah 30 hari perlakuan. Setiap perlakuan di ulang pada 5 tanaman buah naga. Parameter pengukuran diantaranya jumlah tunas, bunga, dan buah.

**C. Analisis Data**

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk terhadap hasil panen buah naga. Analisis data akan dilakukan dengan uji Anova dan dilanjutkan uji Duncan, dengan menggunakan IMB SPSS Statistics 25.

**III. HASIL DAN PMBAHASAN**

**A. Identifikasi Morfologi Koloni dan Pewarnaan Gram Bakteri Endofit Akar Buah Naga**

Hasil isolasi bakteri dari akar buah naga didapatkan 3 strais bakteri, hasil identifikasi morfologi koloni dan sel bakteri dari ke 3 strains tersebut, dapat di lihat pada (Tabel 1) berikut.

Tabel 1. Hasil identifikasi morfologi koloni dan pewarnaan gram bakteri endofit akar buah naga

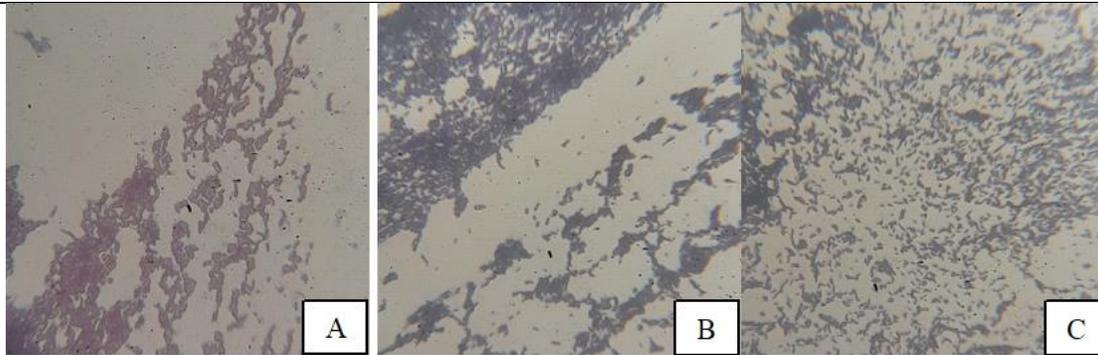
No	Jenis Strains	Identifikasi Morfologi Koloni					Pewarnaan Gram Sel Bakteri		
		Koloni Sisi Atas	Koloni Sisi Tepi	Elevasi	Pertumbuhan Koloni	Warna	Pertumbuhan	Warna Gram	Bentuk sel
1	St. 1	<i>Irregular erose</i> (menyebar tidak teratur)	Tidak Teratur	Hilly (berbukit)	Tidak mengkilat	Putih tulang	Permukaan	Biru keunguan	batang (basil)
2	St. 2	<i>Filiform</i>	Benang	Hilly (berbukit)	Tidak mengkilat	Putih tulang	Permukaan	Biru keunguan	batang (basil)
3	St. 3	<i>Round</i> (Bulat)	Halus	Convex Konfek	Mengkilat	Putih tulang	permukaan	Biru keunguan	batang (basil)

Berdasarkan hasil identifikasi morfologi bakteri dari tiga strain bakteri endofit akar buah naga, pada strain 1 menunjukkan karakteristik koloni dengan sisi atas yang *irregular erose*, tepi tidak teratur, elevasi berbentuk *hilly* (bukit), dan koloni tidak mengkilat berwarna putih tulang yang tumbuh di bagian permukaan atas medium. Strain 2 menunjukkan koloni dengan karakteristik sisi atas yang *filiform*, tepi menyerupai benang, elevasi berbentuk *hilly* (bukit), dan koloni tidak mengkilat berwarna putih tulang yang tumbuh di bagian permukaan atas medium. Sedangkan, strain 3 memiliki koloni berbentuk *round* (bulat) dengan tepi halus, elevasi *convex*, dan koloni mengkilat berwarna putih tulang yang tumbuh di bagian permukaan atas medium. Sousa *et al.* (2015), menjelaskan bahwa morfologi koloni bakteri merupakan aspek penting dalam karakterisasi mikroorganisme, dalam variasi bentuk dan struktur koloni dapat memberikan informasi yang berharga mengenai sifat-sifat mikroba tersebut. Menurut Suyasa (2019), morfologi koloni bakteri umumnya dapat berbentuk *circular, irregular, filamentous, rhizoid*, dengan elevasi yang dapat berupa *raised, convex, flat, umbonate, atau crateriform*. Sedangkan menurut Indah *et al.* (2023), koloni bakteri juga dapat memiliki berbagai bentuk, seperti *entire, undulate, filiform, curled, dan lobate*. Berdasarkan (Tabel 1) tersebut menunjukkan bahwa karakteristik morfologi koloni yang ditemukan pada akar buah naga tersebut, terdapat adanya variabilitas pada ke-3 strain mikroba endofit. Menurut Kumala (2019), menjelaskan bahwa adanya variabilitas morfologi koloni dapat memberikan dapat berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap kemampuan bakteri dalam berinteraksi dengan tanaman dan lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan pewarnaan gram bakteri dari koloni strain 1, strain 2, dan strain 3 menunjukkan bahwa sel bakteri berbentuk batang (basil).

Analisis pewarnaan gram menunjukkan adanya warna biru keunguan pada bakteri-bakteri tersebut, mengindikasikan sifat gram positif (Gambar 1). Pewarnaan gram digunakan untuk mengidentifikasi jenis bakteri berdasarkan gram bakteri, yaitu gram positif atau gram negatif, yang didasarkan pada kemampuan dinding sel mempertahankan warna pewarna. Menurut Rahman (2020), Pada pewarnaan gram, hasil ditentukan oleh komposisi dinding sel bakteri. Bakteri gram positif mempertahankan warna ungu/biru gelap dari kristal violet, sementara bakteri gram negatif menunjukkan warna merah karena tidak dapat mempertahankan warna ungu tetapi dapat menyerap zat warna safranin. Hasil pewarnaan gram juga memberikan informasi morfologi bakteri, termasuk warna dan bentuk sel (Pratita & Putra, 2012).

Berdasarkan pengamatan morfologi koloni dan pewarnaan gram bakteri, kecenderungan ke-3 strains bakteri endofit akar buah naga masuk pada genus *Bacillus*. Hal tersebut sesuai pernyataan Slepecky & Hemphill (2006), yang menyatakan bahwa bakteri *Bacillus* sp. memiliki morfologi batang, gram positif, dan membutuhkan oksigen untuk hidup. Selain itu, *Bacillus* sp. juga memiliki beragam aktivitas oksidasi dan bersifat motil. Hatmanti (2000) menjelaskan bahwa koloni bakteri *Bacillus* spp., termasuk memiliki ragam tepi yang mencakup rata dan tidak rata, serta permukaan koloni yang kasar, tidak berlendir, bahkan ada yang cenderung kering dan berbubuk. Koloni ini umumnya besar dan tidak mengkilap. Karakteristik morfologi *Bacillus* sp. juga mencakup bentuk koloni yang cembung, menjadi salah satu ciri khasnya. Selain itu, dalam medium agar, tipe permukaan bakteri *Bacillus* sp. endofit sering kali memiliki perbedaan pada medium agar (Afriani *et al.*, 2018).



Gambar 1. Hasil pewarnaan gram bakteri: A Starin 1; B Strain 2; dan C Strain 3

B. Uji Biokimia dan Uji Biologi Pembentukan IAA pada Bakteri Endofit Akar Buah Naga  
Sedangkan hasil uji biokimia dan uji aktivitas

biologis (pembentukan IAA), dapat diuraikan pada (Tabel 2) berikut ini.

Tabel 2. Hasil uji biokimia dan uji aktivitas biologis (pembentukan IAA)

No.	Strains	Uji Biokimia			Uji Pembentukan IAA
		Uji Katalase	Uji Oksidase	Uji Motilitas (SIM)	
1	St. 1	+	+	I = - M = +	-
2	St. 2	+	+	I = - M = +	-
3	St. 3	+	+	I = - M = +	-

Berdasarkan (Tabel 2) di atas menunjukkan bahwa pada ke 3 strain bakteri endofit akar buah naga, pada pengujian biokimia dan aktivitas biologis (pembentukan IAA), menunjukkan hasil yang sama, dimana pada pengujian katalase menunjukkan hasil positif (+) hal tersebut mengindikasikan bahwa ke-3 strains menghasilkan enzim katalase dengan ditandai terbentuknya gelembung udara pada tabung reaksi setelah ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Enzim katalase yang dihasilkan bakteri dapat berperan sebagai katalisator dalam menguraikan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) menjadi air (H<sub>2</sub>O) dan oksigen (O<sub>2</sub>), membentuk gelembung udara sebagai hasil reaksi (Rahman, 2020). Menurut Lingkungan *et al.* (2018), pembentukan enzim katalase oleh bakteri merupakan bagian dari sistem pertahanan antioksidan untuk melindungi diri dari kerusakan yang disebabkan oleh akumulasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, yang merupakan produk sampingan reaksi oksidatif.

Uji oksidase pada ke-3 stains bakteri endofit

akar buah naga menunjukkan hasil uji bakteri bereaksi positif (+). Hasil uji positif (+) ditunjukkan terbentuknya warna ungu pada kertas saring yang ditetesi *Reagens Tetrametil Paraphenildiamin* setelah 10 detik, hal tersebut menunjukkan ketidakaktifan enzim oksidase. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Panjaitan *et al.*, 2020). Enzim oksidase, dihasilkan oleh mikroorganisme, berperan sebagai katalisator dalam proses oksidasi dan reduksi elektron. Enzim ini memfasilitasi transfer elektron dari substrat ke penerima elektron, yang umumnya berupa oksigen (Nelson & Cox, 2008). Menurut Afriani *et al.* (2018), bakteri endofit yang menunjukkan hasil oksidasi positif menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron terakhir selama penguraian karbohidrat untuk menghasilkan energi. Kemampuan produksi sitokrom oksidase oleh bakteri dapat diidentifikasi melalui reaksi yang muncul setelah pemberian Reagen oksidase

pada koloni bakteri. Enzim ini merupakan komponen dalam kompleks enzim yang berperan dalam proses fosforilasi oksidatif. Fungsi utamanya melibatkan respirasi seluler, pembentukan energi, dan detoksifikasi senyawa berbahaya.

Sedangkan pada uji motilitas didapatkan hasil uji indol (Tabel 2) menunjukkan reaksi negatif (-) dengan tidak terbentuknya lapisan cincin merah, mengindikasikan larutnya senyawa amino benggaldehid dalam air (Afriani *et al.*, 2018). Sebaliknya, uji motilitas menunjukkan hasil positif (+) dengan pertumbuhan koloni yang melebar pada Motility Test Medium, menunjukkan kemampuan bakteri bergerak dengan flagel sebagai alat gerak (Rahman, 2020). Sifat motil bakteri disebabkan oleh flagel sebagai alat gerak yang memungkinkan bakteri dapat berenang di air. Motilitas bakteri umumnya terjadi pada suhu 15-25°C dan berhenti di atas 37°C. Beberapa bakteri dapat meluncur halus saat bersentuhan dengan permukaan padat. Flagel digunakan untuk mencari sumber nutrisi di jaringan tanaman dengan merespons gradien konsentrasi nutrisi (Afriani *et al.*, 2018).

Berdasarkan pengujian aktivitas biologis yaitu pembentukan IAA (Tabel 2), ke-3 strains bakteri endofit akar buah naga menunjukkan aktivitas yang negatif (-). Deteksi kemampuan bakteri

menghasilkan IAA dilakukan dengan pengamatan perubahan warna bakteri menjadi merah muda setelah pemberian reagen *Salkowski*. Interaksi antara IAA dan besi (Fe), membentuk senyawa kompleks  $[Fe_2(OH)_2(IA)_4]$ , yang terjadi dalam lingkungan asam (Muhassonah, 2017). Lebrazi *et al.* (2020), menjelaskan bahwa setiap strains bakteri memiliki kemampuan dalam membentuk IAA dapat sangat berbeda antar spesies atau *strain* dari spesies yang sama. Menurut Syukriani *et al.* (2011), menjelaskan deteksi pembentukan IAA tidak muncul pada indikator, dapat disebabkan oleh rendahnya atau tidak optimal pembentukan IAA yang dihasilkan strains bakteri, hal tersebut diantaranya dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti pH atau suhu yang tidak sesuai.

C. Pengujian Pupuk Organik dengan Konsorsium Mikroba Endofit Akar Buah Naga

Berdasarkan hasil isolasi bakteri endofit akar naga dengan didapatkan 3 strains yang diidentifikasi dari genus *Bacillus* spp., selanjutnya digunakan sebagai pengembangan konsorsium mikroba sebagai biostater pupuk organik, adapun hasil pengaplikasian pupuk organik dari mikroba endofit akar buah naga pada bulan oktober -november disajikan pada Tabel 3 berikut ini.diberi nomor menggunakan penomoran arab.

Tabel 3. Hasil Uji *Duncan* pengaplikasian pupuk organik biostater mikroba endofit akar buah naga

No.	Perlakuan	Jumlah Tunas	Jumlah Bunga	Jumlah Buah	Berat Buah (Gram)
1	P0	0,6 ± 0,89 <sup>a</sup>	33,4 ± 5,08 <sup>a</sup>	20,8 ± 7,12 <sup>a</sup>	356,2 ± 29,83 <sup>a</sup>
2	P1	0 <sup>a</sup>	41 ± 9,58 <sup>a</sup>	33,8 ± 11,17 <sup>ab</sup>	347,2 ± 41,19 <sup>a</sup>
3	P2	1,2 ± 1,3 <sup>ab</sup>	47,4 ± 11,63 <sup>ab</sup>	43,6 ± 10,52 <sup>bc</sup>	356,2 ± 57,59 <sup>a</sup>
4	P3	2,2 ± 1,48 <sup>b</sup>	61,8 ± 22,99 <sup>ab</sup>	53,6 ± 18,8 <sup>bc</sup>	342 ± 30,36 <sup>a</sup>

Keterangan: data dengan notasi yang sama menunjukkan tidak berbedanya, sebaliknya data dengan notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata, P0 = kontrol perlakuan, P1 = perlakuan dengan dosis 5 kg/tanaman, P2 = perlakuan dengan dosis 10 kg/tanaman, dan P3 = perlakuan dengan dosis 15 kg/tanaman

Berdasarkan hasil uji anova menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk organik biostater mikroba endofit akar buah naga, berbeda nyata pada jumlah tunas, jumlah bunga, dan jumlah buah. Namun perlakuan pupuk organik biostater mikroba endofit akar tidak berbeda nyata terhadap berat buah naga. Perlakuan yang menunjukkan hasil terbaik

terkait munculnya tunas, jumlah bunga, dan jumlah buah adalah perlakuan P3 dengan dosis perlakuan pemberian pupuk organik sebanyak 15 kg/tanaman, namun dengan peningkatan bunga dan presentasi buah yang jadi cenderung membuat berat buah relative sama dengan perlakuan yang lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rochmadhona (2017),

pemberian pupuk organik dari kotoran kambing dapat meningkatkan hasil panen buah naga, jumlah buah, dan lama simpan buah. Hal tersebut menunjukkan apabila dosis pupuk organik sesuai dengan kebutuhan tanaman akan dapat meningkatkan hasil panen buah naga. Penelitian yang dilakukan oleh Muas *et al.* (2020), menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik setiap bulan, dengan dosis 15 kg/tiang, terbukti meningkatkan jumlah cabang, bunga, dan produksi tanaman. Selain itu, aplikasi pupuk organik juga berpengaruh positif pada pH tanah, C organik, kandungan hara, KTK, dan menurunkan kadar Al-dd. Kurnia (2023) juga menjelaskan dalam pupuk organik umumnya mengandung nitrogen, fosfat dan kalium, senyawa-senyawa tersebut dapat berfungsi untuk membentuk akar, daun, dan batang serta menghijaukan daun.

Mikroorganisme yang digunakan sebagai biostarter pupuk organik untuk pemupukan buah naga adalah bakteri endofit akar buah naga yang terdiri dari 3 strains berasal dari genus *Bacillus spp.* yang telah berhasil di isolasi. Menurut Sondang *et al.* (2023), genus *Bacillus* banyak ditemukan dan dapat berperan sebagai *Plant Growth Promotion Rhizobacteria* (PGPR), diantara jenis *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus thuringiensis*. Konsorsium bakteri yang dikembangkan sebagai biostarter pupuk dapat saling kooperatif dan bersinergi, sehingga dapat menentukan kualitas pupuk organik yang dikembangkan (Asri & Zulaika, 2016). Husna *et al.* (2020), menjelaskan bahwa konsorsium *Bacillus* pada pupuk organik dapat memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dengan menghasilkan asam organik. pada bakteri endofit akar buah naga yang digunakan sebagai stater pupuk, Berdasarkan kemampuan konsorsium bakteri endofit tersebut, pupuk organik yang dikembangkan dapat meningkatkan produktifitas tanaman buah naga, dimana konsorsium bakteri endofit akar buah naga dapat menjadi biostimulan dengan kemampuan mensintesis ZPT, merangsang pertumbuhan tanaman. Selain itu, bakteri ini juga berfungsi sebagai bioprotektan, membantu menyediakan unsur hara esensial dan bertindak sebagai pengendali patogen tanah (Husna *et al.*, 2020).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi secara morfologi koloni, pewarnaan gram, serta uji biokimia dan uji aktivitas biologis pembentuk IAA, ke-3 strains bakteri endofit akar buah naga merupakan bakteri dari genus *Bacillus spp.*, yang dapat berpotensi sebagai biostarter pupuk organik. Hasil penelitian yang menunjukkan hasil yang optimal adalah dosis perlakuan dengan pemupukan 15 kg/tanaman yang menunjukkan peningkatan jumlah tunas dengan rata-rata 2,2 buah, jumlah bungan dengan rata-rata 61,8 buah, dan jumlah buah dengan rata-rata 53,6 buah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan efektivitas pemupukan pada tanaman dalam pengaplikasian pupuk organik, dapat mengembangkan biostater pupuk organik dari berbagai bakteri endofit pada organ tanaman sebagai objek pemupukkan. hal tersebut dapat mempercepat respon tanaman terhadap pupuk organik, sehingga dapat mendukung produktifitas tanaman.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan pendanaan dalam Penelitian Dosen Pemula (PDP), sehingga penelitian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan yang telah dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W., Ernawati, R., & Wijayanto, N. (2017). Characterization of rhizobacteria associated with dragon fruit (*Hylocereus spp.*) from several growing locations in Indonesia. *Journal of Biological Researches*, 22(1), 1–9.
- Afriani, I., Puspita, F., & Ali, M. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri Endofit dari Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal UR*, 5(1), 1–14.
- Ahmad, M., Pataczek, L., Hilger, T. H., Zahir, Z. A., Hussain, A., Rasche, F., Schafleitner, R.,

- & Solberg, S. (2018). Perspectives of microbial inoculation for sustainable development and environmental management. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1–26. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02992>
- Asri, A. C., & Zulaika, E. (2016). Sinergisme Antar Isolat Azotobacter Yang Dikonsorsiumkan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 57–59.
- Azri. (2018). Respon Pupuk Organik Dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Buah Naga Organic Fertilizer Response and Anorganic Fertilizer on Growth and Productivity of Dragon Fruits. *Jurnal Pertanian Agros*, 20(1), 1–9.
- Bhoki, M., Jeksen, J., & Darwin Beja, H. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*). *Agro Wiralodra*, 4(2), 64–68. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v4i2.67>
- Hatmanti, A. (2000). Pengenalan *Bacillus SPP. Oseana*, XXV(1), 31–41.
- Husna, M., Sugiyanta, S., & Pratiwi, E. (2020). Kemampuan Konsorsium *Bacillus* pada Pupuk Hayati dalam Memfiksasi N<sub>2</sub>, Melarutkan Fosfat dan Mensintesis Fitohormon Indole 3-Acetic-Acid. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(2), 117–125. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n2.2019.117-125>
- Indah, A., Dalimunthe, R., & Hakim, L. (2023). Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Asal Tanaman Padi Sawah di Kabupaten Aceh Besar. 8(3), 550–564.
- Indah, T. (2023). Kajian Respon Morfologi dan Fisiologi Tabulampot Belimbing (*Averrhoa carambola*) dengan Penambahan Pupuk Organik Terfermentasi Mikro Organisme Lokal (MOL). *Biosfer, J.Bio. & Pend.B*, 8(1), 75–81.
- Indrawan, M. A. (2018). *Tanggapan Masyarakat Sekitar Terhadap Keberadaan Agrowisata Nagasvarna Di Desa Krikilan, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi*. Universitas Brawijaya.
- Kumala, S. (2019). Mikroba Endofit: pemanfaatan mikroba endofit dalam bidang farmasi. In *PT. ISFI Penerbitan, Jakarta, hal* (Vol. 11). PT. ISFI Penerbitan.
- Lebrazi, S., Fadil, M., Chraibi, M., & Fikri-Benbrahim, K. (2020). Screening and optimization of indole-3-acetic acid production by *Rhizobium* sp. strain using response surface methodology. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18(21), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s43141-020-00035-9>
- Lestari, A. S. (2018). *Pengembangan Pusat-Pusat Pelayanan Berbasis Komoditas Unggulan Buah Naga Di Kabupaten Banyuwangi*. <https://repository.its.ac.id/53862/>
- Lingkungan, J. B., Pulungan, A. S., & Tumanger, D. E. (2018). *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase Dari Daun Buasbuas (Premna pubescens Blume)* 5(1), 72–80.
- Muas, I., Jumjunidang, N., Hendri, N., Hariyanto, B., & Oktariana, L. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Buah Naga (The Influence of Organic Fertilizer to Growth and Production of Dragon Fruit). *Jurnal Hortikultura*, 30(1), 21–28. <https://doi.org/10.21082/jhort.v30n1.2020.p21-28>
- Muchdhor, M. A. (2023). Analisis Peraturan Menteri Pertanian Nomor 10 Tahun 2022 Terhadap Pencabutan Subsidi Pupuk Untuk Petani Tambak Perspektif Asas Keadilan & Masalah Al Mursalah. In *Journal of Engineering Research*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Muhassonah, R. (2017). *Potensi Bakteri Endofit Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.) Dalam Menambat N2 Di Udara Dan Menghasilkan Hormon Iaa (Indole-3-Acetic Acid) Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt.)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger Principles of Biochemistry*. W.H. Freeman and Company.
- Ongena, M., Jacques, P., & Touré, Y. (2015). Characterization of rhizobacteria associated with healthy and diseased dragon fruit plants.

- European Journal of Plant Pathology*, 143(2), 377–390.
- Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Lele, O. K., & Indriyan, W. (2020). Karakterisasi mikroskopis dan uji biokimia bakteri pelarut fosfat (BPF) dari rhizosfer tanaman jagung fase vegetatif. *CIWAL (Jurnal Ilmu Pertanian Dan Lingkungan)*, 1(10), 9–17.
- Pratita, Y. A., & Putra, M. Y. (2012). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Air Kelapa. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(1), 1–14.
- Rahman, B. (2020). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri yang Bersimbiosis pada Akar Tanaman Nanas (Ananas Comosus (L.) Merr) Di Lahan Gambut, Desa Simpang Ayam, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Ramadhan, M. N. D., Hani, E. S., & Suwandari, A. (2019). Studi Komparatif Usahatani Buah Naga Good Agriculture Practices Dan Non Good Agriculture Practices Di Desa Jambewangi, Banyuwangi. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 12(1), 42–55.  
<https://doi.org/10.19184/jsep.v12i1.9884>
- Ramírez-Benítez, J. E., Guzmán-Álvarez, A., Escobar-Avila, J. F., & Vázquez-Juárez, R. (2018). Isolation and characterization of rhizobacteria associated with the roots of dragon fruit plants (*Hylocereus* spp.) from Mexico. *Microbial Ecology*, 76(4), 1022–1035.
- Rochmadhona, V. U. (2017). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Hasil Panen Dan Daya Simpan Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Sebagai Desain Sumber Belajar Biologi Sma. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian Lppm Um Metro*, 2(1), 34–48.  
<https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/lentera/article/view/479>
- Sembiring, A., & Sumanto, N. L. (2021). Isolasi Bakteri Penghasil Asam Indol Asetat (AIA) Dan Pengaruhnya Terhadap Viabilitas Benih Cabai Merah. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(1), 27–31. <https://doi.org/10.31764/jau.v8i1.4153>
- Slepecky, R. A., & Hemphill, H. E. (2006). The Genus *Bacillus*—Nonmedical. *The Prokaryotes*, 530–562.  
[https://doi.org/DOI:10.1007/0-387-30744-3\\_16](https://doi.org/DOI:10.1007/0-387-30744-3_16)
- Sondang, Y., Muflihayati, Anty, K., & Siregar, R. (2023). Kompatibilitas Beberapa Spesies *Bacillus* ( Compatibility of Some Species of *Bacillus* as Bioactivator of Biological Organic Fertilizer ). *Jurnal Agroteknologi*, 13(2), 53–60.  
<https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/agroteknologi/article/viewFile/19526/8875>
- Sousa, A. M., Pereira, M. O., & Lourenço, A. (2015). MorphoCol: An ontology-based knowledgebase for the characterisation of clinically significant bacterial colony morphologies. *Journal of Biomedical Informatics*, 55, 55–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.007>
- Sulistyoningtyas, M. E., Roviq, M., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada Pertumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 396 – 403.
- Suyasa, I. B. O. (2019). Isolasi Dan Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Pada Saluran Pencernaan Ikan Kerapu (*Cephalopholis miniata*) Dari Perairan Kabupaten Klungkung Bali. *Meditory*, 7(2), 138–143.
- Syukriani, L., Jamsari, & Gustian. (2011). *Isolasi Bateria Penghasil IAA dari Tanah Masam dan Identifikasi Secara Molekuler*. 438–447.
- Utami, A. P., Agustiyani, D., & Handayanto, E. (2018). Pengaruh PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), kapur, dan kompos pada tanaman kedelai di ultisol Cibinong, Bogor. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 5(1).
- Wibowo, A., Widiastuti, A., & Agustina, W. (2011). Penyakit-Penyakit Penting Buah Naga di Tiga Sentra Pertanaman di Jawa Tengah. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 17(2), 66–72.