

## KELIMPAHAN BAKTERI PELARUT POSFAT DAN BAKTERI PENAMBAT NITROGEN PADA RIZOSFIR BEBERAPA GULMA LAHAN KERING LOMBOK UTARA

### *THE DIVERSITY OF PHOSPHATE-SOLUBILIZING BACTERIAL AND NITROGEN-FIXING BACTERIA ISOLATES FROM SEVERAL WEEDS IN DRYLANDS OF NORTH LOMBOK*

Novita Hidayatun Nufus<sup>1\*</sup>, Reni Apriani, Dwi Noorma Putri, Nihla Farida, Wayan Wangiyana

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia

\*Email penulis korespondensi: [novitahmufus@unram.ac.id](mailto:novitahmufus@unram.ac.id)

#### Abstrak

Lahan kering di Lombok Utara memiliki potensi besar untuk pengembangan pertanian. Namun demikian, terdapat kendala utama berupa keterbatasan air dan rendahnya ketersediaan hara, khususnya nitrogen (N) dan fosfor (P). Pemanfaatan mikroba indigenus, seperti bakteri pelarut posfat (BPF) dan bakteri pemfiksasi nitrogen (BPN), yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam penerapan pertanian berkelanjutan merupakan salah satu alternatif dalam menghadapi kendala tersebut. Salah satu sumber potensial isolat BPF dan BPN adalah rizosfer gulma yang tumbuh alami di lahan kering Lombok Utara, karena mikroba tersebut telah beradaptasi dengan kondisi cekaman kekeringan dan keterbatasan hara. Untuk itu, telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh isolat BPF dan BPN dari lima jenis gulma di lahan kering desa Selengen Lombok Utara. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif yang bersifat analitik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 59 isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari rizosfir 5 jenis gulma (*Lantana camara* L, *Calotropis gigantea*, *Synedrella nodiflora*, *Ageratum conyzoides*, dan *Macroptilium atropurpureum*) lahan kering Lombok Utara. Berdasarkan uji kelarutan posfat dan pengikatan nitrogen yang dilakukan, diperoleh 9 isolat bakteri pelarut posfat dan 14 isolat bakteri pemfiksasi nitrogen.

Kata Kunci : Bakteri Pelarut Posfat (BPF), Bakteri Pemfiksasi Nitrogen, Gulma, Lahan Kering, Lombok Utara

#### Abstract

Drylands in North Lombok have considerable potential for agricultural development but are constrained by limited water availability and low levels of essential nutrients, particularly nitrogen (N) and phosphorus (P). The use of indigenous microbes, including phosphate-solubilizing bacteria (PSB) and nitrogen-fixing bacteria, offers a sustainable strategy to enhance nutrient availability. PSB convert insoluble phosphate into plant-available forms, while nitrogen-fixing bacteria reduce reliance on inorganic fertilizers by fixing atmospheric nitrogen. The rhizosphere of weeds naturally growing in North Lombok drylands represents a promising source of such microbes due to their adaptation to drought and nutrient-poor conditions. This study aimed to isolate PSB and nitrogen-fixing bacteria from the rhizosphere of five weed species in the dryland area of Selengen Village, North Lombok. A total of 59 bacterial isolates were obtained from the rhizosphere of *Lantana camara* L., *Calotropis gigantea*, *Synedrella nodiflora*, *Ageratum conyzoides*, and *Macroptilium atropurpureum*. Screening results identified nine PSB isolates and fourteen nitrogen-fixing bacterial isolates.

Keywords: Phosphate solubilizing bacteria (PSB), Nitrogen-fixing Bacteria, Weeds, Dry-land, North Lombok

## PENDAHULUAN

Kabupaten Lombok Utara di Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki potensi yang cukup besar dalam pengembangan sektor pertanian. Namun demikian, sebagian besar wilayahnya didominasi oleh lahan kering dengan keterbatasan ketersediaan air sepanjang tahun. Luas lahan kering di Kabupaten Lombok Utara mencapai sekitar 72.649 ha (BPS KLU, 2023), dengan curah hujan yang rendah dan tidak merata serta belum didukung oleh sistem irigasi yang memadai. Kondisi tersebut menyebabkan pemanfaatan lahan kering di Lombok Utara saat ini

didominasi oleh tanaman perkebunan, palawija, dan hortikultura. Selain kendala ketersediaan air, lahan kering Lombok Utara juga menghadapi permasalahan rendahnya kandungan bahan organik tanah serta terbatasnya ketersediaan unsur hara esensial bagi tanaman, khususnya posfor (P) dan nitrogen (N).

Nitrogen dan fosfor adalah unsur hara makro yang sangat penting bagi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam sintesis asam amino, protein, asam nukleat, dan klorofil sehingga sangat menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kekurangan nitrogen menyebabkan gangguan metabolisme tanaman yang ditandai dengan klorosis daun, pertumbuhan terhambat, serta penurunan produktivitas (Havlin et al., 2019, dan Taiz et al., 2022). Fosfor berperan sebagai bagian dari makromolekul esensial, termasuk sebagai elemen utama dalam struktur asam nukleat, penyusun molekul energi (ATP), serta bagian dari rantai samping pada beberapa jenis asam amino. Pada tingkat makro, fosfor berkontribusi terhadap pembentukan dan pertumbuhan akar serta batang, memperkuat struktur batang, dan mempercepat proses pematangan tanaman. Kekurangan fosfor pada tanaman dapat mengganggu proses biosintesis asam nukleat, fosfolipid, dan nukleotida trifosfat, yang berdampak pada terganggunya pembelahan sel, proses konversi energi, serta respirasi seluler yang berdampak pada penurunan laju fotosintesis tanaman secara signifikan (Maulidan dan Putra, 2024).

Upaya yang telah dilakukan dalam meningkatkan kandungan unsur hara pada lahan sejauh ini melalui pemupukan dengan pupuk sintetis (NPK). Namun demikian, penggunaan pupuk sintetis secara terus-menerus memiliki beberapa dampak negatif seperti mengakibatkan akumulasi unsur hara tidak terserap, mengganggu keseimbangan unsur hara tanah, meningkatkan potensi eutrofikasi, dan menurunkan aktivitas mikroorganisme tanah. Di lain sisi, terdapat teknologi ramah lingkungan berupa pupuk hayati dengan memanfaatkan bakteri pelarut posfat (BPF) dan bakteri pemfiksasi nitrogen. Pada umumnya BPF dan bakteri pemfiksasi nitrogen berupa mikroba yang diisolasi dari daerah perakaran tanaman (rizosfir) yang biasanya ditemukan pada kelompok tanaman yang memiliki kemampuan hidup yang tinggi, salah satunya adalah gulma.

Gulma (weed), sering juga disebut sebagai tumbuhan pengganggu, mengacu kepada kelompok tumbuhan yang secara taksonomis berbeda. Gulma dikenal mampu tumbuh dengan cepat, daya regenerasinya tinggi, serta memiliki kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Tingkat pertumbuhan yang tinggi serta kemampuan invasif yang dimiliki oleh gulma ditengarai salah satunya terkait keberadaan mikroba endofit dan mikroba yang berasosiasi dengannya. Mikroba endofit dan mikroba pada rizosfir yang berasosiasi dengan gulma memegang peranan penting pada kemampuan gulma untuk hidup pada kondisi sub-optimal dan meningkatkan ketahanan gulma terhadap stres lingkungan (Perez-jaramillo *et al.* 2015).

Produksi pupuk hayati menggunakan isolat mikroba asosiatif gulma memiliki peluang besar untuk dikembangkan dalam skala besar. Akan tetapi terdapat kemungkinan adanya inkompatibilitas antara isolat konsorsium mikroba yang digunakan dengan tanaman sasaran. Ketidaksesuaian antara isolat mikroba dengan tanaman sasaran dapat dipengaruhi oleh asal tanaman inang, habitat asal mikroba tersebut, tanaman sasaran, serta interaksi antara mikroba pada pupuk hayati dengan mikroba indigenus pada lahan (Nufus *et al.*, 2022). Untuk itu, perlu dipertimbangkan formulasi pupuk hayati yang memanfaatkan mikroba indigenus, dalam hal ini dari lahan kering Lombok Utara.

## METODE PENELITIAN

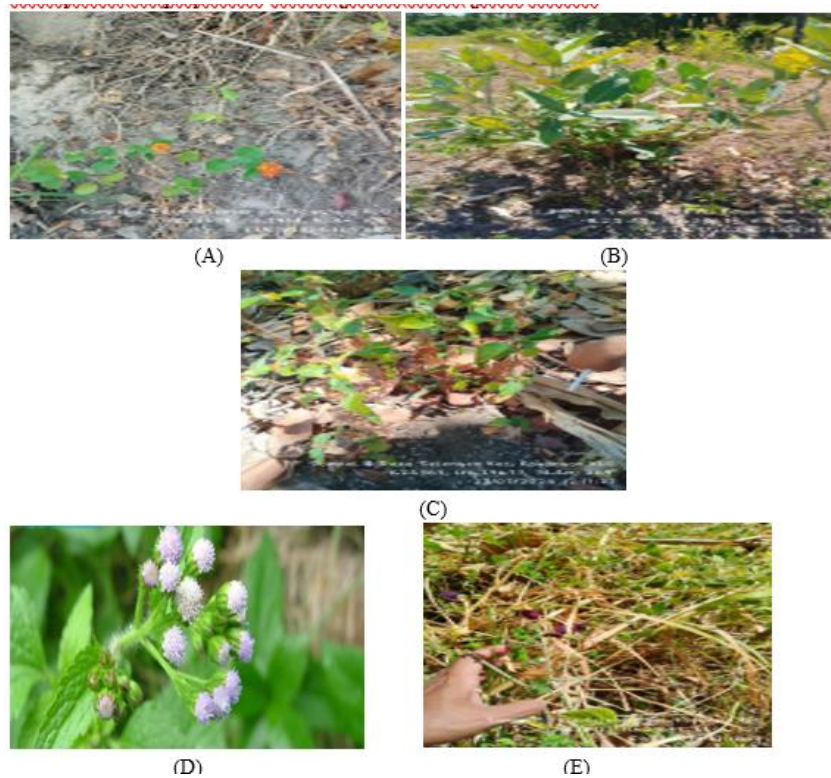
Penelitian yang dilaksanakan merupakan penelitian deskriptif yang terdiri atas 2 tahapan umum yaitu pengambilan sampel dan analisis sampel. Pengambilan sampel tanah rizosfir gulma dilakukan pada lahan kering di dataran rendah dan dataran tinggi, desa Selengen Kabupaten Lombok Utara. Pada masing-masing wilayah ditetapkan 5 (lima) titik sampling yang distribusinya ditentukan secara proporsive sampling berdasarkan luas hamparan lahan dengan jarak lintasan 1 – 2 km. Isolasi bakteri dan analisis potensi bakteri dalam pengikatan nitrogen dan pelarutan posfat dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi, Fakultas Pertanian Unram.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain; alat gelas, laminar air flow, autoclave, mikroskop, colony counter, plastik klip, pinset, scalpel, pipet mikro, neraca analitik, neraca digital, inkubator, oven, haemocytometer, alat ukur pH tanah ( Digital soil analyzer), tanah rizosfir, media Nutrient Agar (NA), media Pikovskaya, Media Jensen, Paket larutan pengecatan gram, akuades, Red Kongo, alcohol 70%, akuades, dan larutan NaCl fisiologis.

Pengambilan sampel dilakukan dengan modifikasi metode Hang et al. (2023). Sampel tanah dan butiran tanah dari tiap lokasi sampling diambil dengan cara menggali tanah pada jarak 10-20cm di sekitar tanaman sedalam 25 cm. Sampel rizosfir (0 -1 cm dari permukaan akar) dan butiran tanah yang menempel pada akar gulma diambil dengan menggunakan sendok makan. Isolasi dilakukan dengan memasukkan 10 g tanah rizosfir kedalam tabung erlenmeyer yang berisi 90 mL NaCl fisiologis kemudian dikocok menggunakan shaker selama 15 menit. Selanjutnya, suspensi yang diperoleh diambil sebanyak 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam 9 mL NaCl fisiologis kemudian diencerkan hingga tingkat pengenceran  $10^{-7}$ . Suspensi bakteri pada pengenceran  $10^{-6}$  dan  $10^{-7}$  kemudian ditumbuhkan pada media NA. Pengujian kemampuan bakteri dalam memfikasi N menggunakan media *Jensen Free Malat Bromthymol Blue* (JNFB). Isolat murni umur 48 jam, ditumbuhkan pada media tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama 10 hari (Komova et al., 2022). Uji pelarutan posfat dilakukan dengan menumbuhkan isolat di media pikovskaya. Adanya zona bening di sekitar rhizobakteri mengindikasikan kemampuan isolat dalam melarutkan fosfat untuk dibawakan dianalisis dilaboratorium.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Pengambilan sampel rizosfir gulma dilakukan di wilayah desa Kayangan, pada dua Lokasi yang berjarak 2 km. Lokasi pertama berada di daerah pesisir ( $-8,23673; 116.2964; 106^0$ ) dan lokasi kedua berada di daerah yang lebih tinggi ( $-824142; 116,29639; 13^0$ ) Sampel rizosfir diambil dari 5 jenis gulma, yaitu 1) *Lantana camara* L., 2) *Calotropis gigantea* L., 3) *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn., 4) *Ageratum conyzoides* L., dan 5) *Macroptilium atropurpureum*. Berikut gambar kelima gulma tersebut:

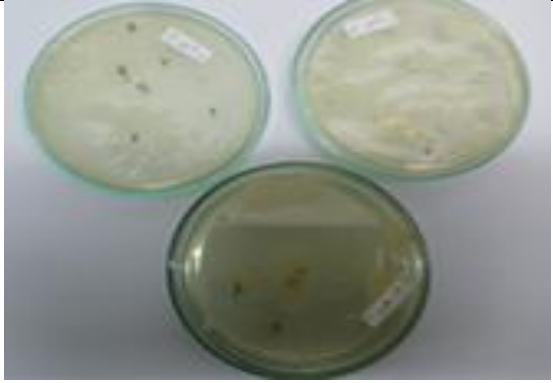
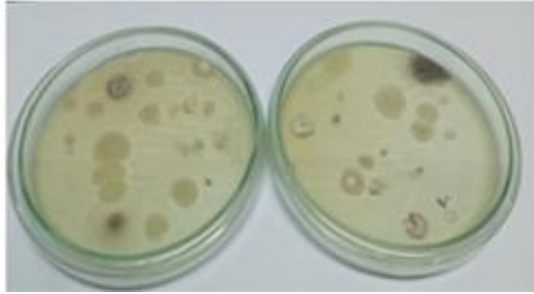



**Gambar 1.** Gulma di Lombok Utara sebagai sumber isolat bakteri pelarut fosfat  
 Keterangan: A) *Lantana camara* L, B) *Calotropis gigantea* L., C) *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn., D) *Ageratum conyzoides* L., dan E) *Macroptilium atropurpureum*

Isolasi mikroba rizosfir dari 5 tanaman gulma lahan kering Lombok Utara total menghasilkan 59 isolat, seperti dituliskan pada tabel berikut:

Tabel 1. Isolat mikroba rizosfir 5 gulma lahan kering Lombok Utara

No.	Tanaman	Jumlah Isolat	Gambar
1	<i>Lantana camara</i> L	7	
2	<i>Calotropis gigantea</i> L	12	
3	<i>Synedrella nodiflora</i> L.	11	

			
4	<i>Ageratum conyzoides</i> L	10	
5	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	10	

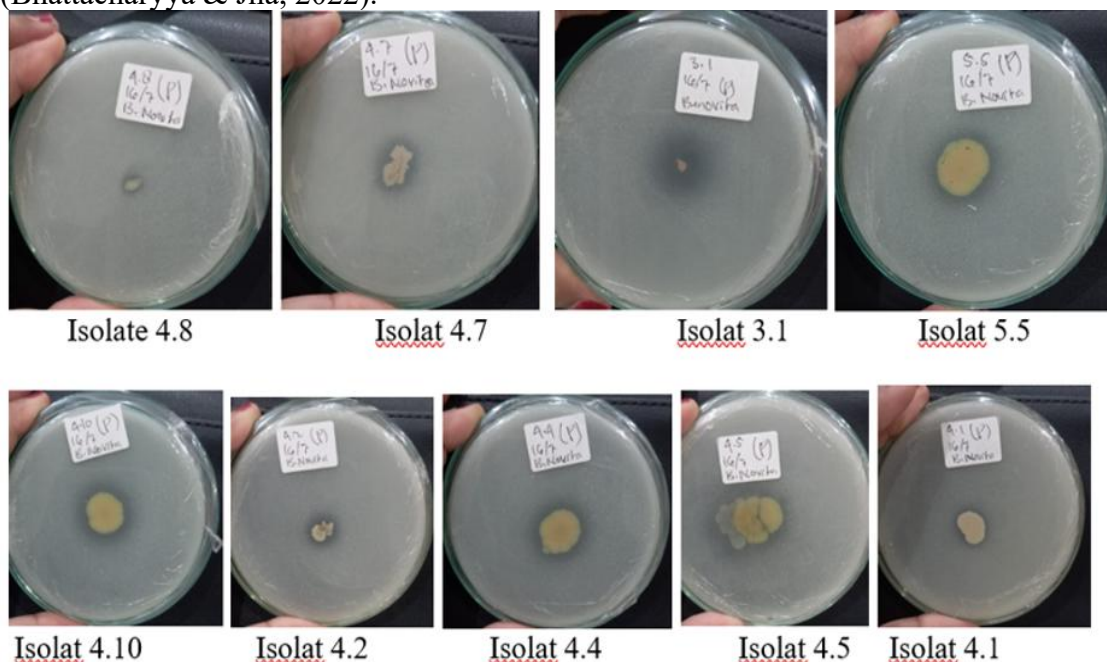
Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan pada kelimpahan populasi mikroba rizosfer di antara kelima spesies gulma, yang mencerminkan spesifisitas interaksi antara gulma dan mikrobiota tanah melalui sekresi eksudat akar yang dihasilkan gulma. Hubungan ini menyebabkan tiap jenis tanaman, khususnya gulma, mampu memilih komunitas mikroba rizosfer tertentu yang bervariasi dalam komposisi, kelimpahan, dan aktivitasnya (Morner *et al.*, 2016; Hortal *et al.*, 2017). Kelimpahan bakteri tertinggi terdeteksi pada zona rizosfer *Macroptilium atropurpureum*, yang merupakan legum yang kaya akan senyawa nitrogen dan karbon organik. Kelompok gulma perdu seperti *Lantana camara* dan *Calotropis gigantea* menunjukkan struktur komunitas yang lebih didominasi oleh kelompok mikroba toleran stres kimia, mengingat adanya kandungan senyawa alelokimia sekunder pada jaringan akarnya. Di sisi lain, gulma semusim seperti *Synedrella nodiflora* dan *Ageratum conyzoides* menampilkan kelimpahan mikroba yang moderat (Bhattacharyya & Jha, 2022; Chen *et al.*, 2020; Mndzebele *et al.*, 2020).

Isolat yang berhasil diperoleh kemudian diuji kemampuannya dalam melarutkan posfat dan memfiksasi nitrogen. Uji pelarutan posfat dilakukan dengan menumbuhkan isolat pada media Pikovskaya. Berdasarkan uji kelarutan posfat yang dilakukan, diketahui bahwa sebanyak 9 isolat mampu tumbuh dan membetnuk zona bening pada permukaan

media Pikovskaya yang mengindikasikan kemampuan pelarutan posfat. Isolat tersebut Adalah isolate 4.8, isolat 4.7, isolat 3.1, isolat 5.5, isolat 4.10, isolat 4.2, isolat 4.4, isolat 4.5 dan isolat 4.1 (gambar 2). Tiap isolat bakteri dari rizosfir lima jenis gulma tersebut dimurnikan dengan cara subkultur pada media NA yang baru kemudian dilakukan seleksi dan uji pelarutan posfat. Seleksi isolat bakteri pelarut posfat dilakukan dengan menumbuhkan seluruh isolat ke dalam media Pikovskaya. Kemampuan pelarutan posfatisolat terlihat dari terbentuknya zona bening di sekitar isolat.

#### **Bakteri Pelarut Posfat dari Rizosfer 5 Gulma Lahan Kering**

Hasil uji pelarutan posfat pada media pikovskaya menunjukkan terbentuknya zona bening pada 9 isolat, yang mengindikasikan kemampuan isolat dalam melarutkan posfat. Distribusi isolat BPF ini menunjukkan dominasi yang signifikan pada rizosfer *Ageratum conyzoides* (dengan 7 isolat BPF), diikuti oleh *Synedrella nodiflora* dan *Macroptillium atropurpureum* yang masing-masing hanya menghasilkan 1 isolat (gambar 2). Tingginya frekuensi penemuan BPF pada *A. conyzoides* sejalan dengan karakteristik ekofisiologis gulma Asteraceae yang dikenal mampu memodifikasi pH lingkungan rizosfer melalui sekresi asam organik guna meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (Saini & Aggarwal, 2018). Kelimpahan BPF yang lebih rendah pada *M. atropurpureum* meskipun merupakan tanaman legum, serta pada *S. nodiflora*, diduga berkaitan dengan perbedaan komposisi eksudat akar yang lebih selektif atau adanya kompetisi relung ekologis yang lebih ketat di antara konsorsium mikroba tanah. Dominasi BPF pada spesies tertentu seperti *A. conyzoides* menegaskan peran strategis bakteri tersebut dalam mendukung daya adaptasi dan invasi gulma di lahan yang ketersediaan fosfatnya terbatas (Bhattacharyya & Jha, 2022).



**Gambar 2.** Pertumbuhan 9 isolat bakteri pelarut posfat (BPF) pada media pikovskaya

Hasil uji pelarutan posfat pada media pikovskaya menunjukkan terbentuknya zona bening pada 9 isolat, yang mengindikasikan kemampuan isolat dalam melarutkan posfat. Distribusi isolat BPF ini menunjukkan dominasi yang signifikan pada rizosfer *Ageratum conyzoides* (dengan 7 isolat BPF), diikuti oleh *Synedrella nodiflora* dan *Macroptillium atropurpureum* yang masing-masing hanya menghasilkan 1 isolat. Tingginya frekuensi penemuan BPF pada *A. conyzoides* sejalan dengan karakteristik ekofisiologis gulma

Asteraceae yang dikenal mampu memodifikasi pH lingkungan rizosfer melalui sekresi asam organik guna meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (Saini & Aggarwal, 2018). Kelimpahan BPF yang lebih rendah pada *M. atropurpureum* meskipun merupakan tanaman legum, serta pada *S. nodiflora*, diduga berkaitan dengan perbedaan komposisi eksudat akar yang lebih selektif atau adanya kompetisi relung ekologis yang lebih ketat di antara konsorsium mikroba tanah. Dominasi BPF pada spesies tertentu seperti *A. conyzoides* menegaskan peran strategis bakteri tersebut dalam mendukung daya adaptasi dan invasi gulma di lahan yang ketersediaan fosfatnya terbatas (Bhattacharyya & Jha, 2022).

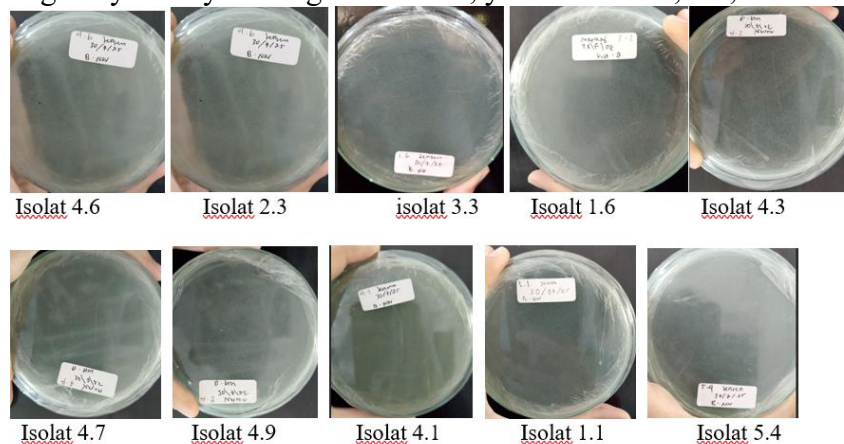
Dominasi isolat Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) pada rizosfer *Ageratum conyzoides* dibandingkan dengan *Synedrella nodiflora* dan *Macroptilium atropurpureum* juga berkaitan erat dengan strategi adaptasi mikrobial pada lahan kering di Kabupaten Lombok Utara. Karakteristik lahan di wilayah ini umumnya didominasi oleh tanah dengan kadar bahan organik rendah serta ketersediaan fosfor (P) yang terikat kuat oleh mineral liat atau kalsium, sehingga menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Kelimpahan BPF yang tinggi pada *A. conyzoides* menunjukkan bahwa perakaran gulma yang kaya akan karbon untuk mendukung populasi bakteri fungsional yang dapat menyintesis asam organik (seperti sitrat dan malat) dalam melepaskan ikatan P-kompleks di tanah semiarid (Saini & Aggarwal, 2018). Sebaliknya, rendahnya temuan BPF pada *M. atropurpureum* dan *S. nodiflora*, dan tidak ditemukannya BPF pada *Lantana camara* dan *Calotropis gigantea* di lokasi yang sama kemungkinan disebabkan oleh stress air yang menekan aktivitas metabolik bakteri tertentu, atau kecenderungan tanaman tersebut untuk lebih bergantung pada simbiosis mikoriza daripada bakteri pelarut fosfat bebas dalam menghadapi cekaman hara di lahan kering (Bhattacharyya dan Jha, 2022; Vidal *et al.*, 2022).

Tingginya kelimpahan BPF pada rizosfer *A. conyzoides* diduga berkaitan dengan karakteristik biologis tanaman ini sebagai gulma invasif yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan marginal. Spesies invasif umumnya mampu mempertahankan aktivitas fisiologis dan pertumbuhan akar pada kondisi stres sehingga tetap menghasilkan eksudat akar dalam jumlah yang cukup untuk menopang komunitas mikroba rizosfer. Eksudat akar berfungsi sebagai sumber karbon dan sinyal kimia yang mengatur proses rekrutmen mikroorganisme tanah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa eksudat akar tersusun atas gula sederhana, asam amino, asam organik, fenol, flavonoid, dan terpenoid yang secara selektif membentuk struktur komunitas mikroba di sekitar akar (Peng dan Xu, 2022; Sarmah dan Sarma, 2022). Selain menghasilkan metabolit primer, *A. conyzoides* diketahui kaya akan senyawa fenolik, flavonoid, dan berbagai metabolit sekunder alelopatik. Keragaman senyawa tersebut berpotensi meningkatkan ketersediaan substrat bagi mikroorganisme heterotrof, termasuk BPF. Asam organik yang dilepaskan ke rizosfer juga dapat berperan langsung dalam meningkatkan kelarutan fosfat yang terikat oleh kation Ca, Fe, dan Al, sehingga menciptakan kondisi yang lebih menguntungkan bagi bakteri pelarut fosfat. Oleh karena itu, tingginya jumlah isolat yang diperoleh dari rizosfer *A. conyzoides* kemungkinan merupakan hasil sinergi antara kemampuan tanaman memodifikasi lingkungan rizosfer dan kemampuan mikroba memanfaatkan sumber karbon yang tersedia (Chen *et al.*, 2022; Upadhyay *et al.*, 2022).

### **Bakteri Pemfiksasi Nitrogen dari Rizosfer 5 Gulma Lahan Kering**

Kemampuan isolat dalam fiksasi nitrogen diuji dengan menumbuhkan isolat pada media Jensen. Hasil pengujian fiksasi nitrogen pada media Jensen menghasilkan 10 isolat yang mampu tumbuh dengan warna kebiruan yang mengindikasikan kemampuan

isolat tersebut dalam memfiksasi Nitrogen. *Ageratum conyzoides* menunjukkan dominasi penghasil bakteri pemfiksasi nitrogen (BPN) dengan menghasilkan 5 isolat (isolat 4.1, 4.3, 4.6, 4.7, dan 4.9), diikuti oleh *Lantana camara* dengan 2 isolat (isolat 1.1 dan 1.6), sementara *Calotropis gigantea*, *Synedrella nodiflora*, dan *Macroptillium atropurpureum* masing-masing hanya menyumbangkan 1 isolat, yaitu isolat 2.3, 3.3, dan 5.4 (gambar 3).



**Gambar 3.** Pertumbuhan bakteri pemfiksasi nitrogen pada media Jensen

Kelimpahan isolat BPN pada *A. conyzoides* dan *L. camara* mengindikasikan adanya mekanisme rekrutmen mikroba yang lebih efisien melalui eksudasi senyawa karbon spesifik yang memicu kolonisasi bakteri penambat N bebas (non-simbiotik) di zona perakaran. Secara teoritis, keberadaan BPN non-simbiotik ini berperan krusial dalam menyediakan suplai nitrogen tambahan bagi inang, yang memperkuat daya kompetisi gulma tersebut di lingkungan yang miskin hara (Thijs *et al.*, 2023). Kelimpahan BPN dalam asosiasi non-simbiotik sangat dipengaruhi oleh arsitektur akar dan volume rizosfer, yang menjelaskan mengapa spesies dengan sistem perakaran serabut yang luas seperti *A. conyzoides* cenderung memiliki keberagaman isolat fungsional yang lebih tinggi (Bhattacharyya & Jha, 2022).

Interaksi antara isolat BPN dengan akar gulma ini mencerminkan hubungan asosiatif yang saling menguntungkan (associative symbiosis), di mana tanaman menyediakan sumber energi berupa karbohidrat bagi bakteri, dan sebagai imbalannya, bakteri mengubah  $N_2$  atmosfer menjadi bentuk amonia  $NH_3$  yang tersedia bagi tanaman. Meskipun *M. atropurpureum* dikenal sebagai tanaman legum yang biasanya bersimbiosis dengan *Rhizobium*, rendahnya jumlah isolat BPN yang ditemukan dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh spesifisitas media Jensen yang lebih ditujukan untuk bakteri penambat N bebas seperti *Azotobacter* atau *Beijerinckia*, bukan bakteri bintil akar spesifik.

Rendahnya perolehan isolat bakteri pemfiksasi nitrogen (BPN) dan pelarut fosfat (BPF) pada *Macroptillium atropurpureum*, yang masing-masing hanya menghasilkan 1 isolat, menghadirkan temuan menarik mengingat statusnya sebagai tanaman legum. Secara teoritis, legum memiliki kemampuan untuk membentuk simbiosis mutualisme yang kuat dengan bakteri bintil akar (*Rhizobia*). Namun, rendahnya jumlah isolat fungsional yang terdeteksi pada media Jensen (untuk N) dan Pikovskaya (untuk P) kemungkinan besar disebabkan oleh spesifisitas inang dan media tumbuh. Media Jensen dirancang untuk mengisolasi bakteri penambat nitrogen bebas (non-simbiotik) seperti *Azotobacter* spp., sedangkan bakteri simbiotik yang berasosiasi dengan *M. atropurpureum* umumnya bersifat obligat atau memerlukan lingkungan mikro spesifik di dalam nodul akar (Saini & Aggarwal, 2018). Oleh karena itu, populasi bakteri fungsional

bebas di rizosfer luar (*outer rhizosphere*) tanaman ini mungkin kalah berkompetisi dengan spesies gulma Asteraceae yang lebih generalis dalam mengeksudasi senyawa penarik mikroba bebas.

Temuan ini memberikan gambaran strategis mengenai mekanisme adaptasi gulma terhadap karakteristik ekosistem semiarid di Desa Selengen, Kabupaten Lombok Utara. Wilayah ini diidentifikasi memiliki laju evapotranspirasi yang tinggi serta defisiensi nitrogen tanah yang signifikan sebagai konsekuensi dari rendahnya akumulasi bahan organik. Dalam kondisi cekaman abiotik yang ekstrem tersebut, keberadaan BPN menjadi determinan krusial bagi resiliensi gulma; isolat fungsional yang terasosiasi dengan *Lantana camara* dan *Ageratum conyzoides* diindikasikan memiliki toleransi termal dan stabilitas metabolik terhadap fluktuasi kelembapan tanah (Saini & Aggarwal, 2018). Dengan demikian, rekrutmen BPN oleh perakaran gulma di Desa Selengen merupakan manifestasi strategi ekofisiologis untuk memitigasi keterbatasan unsur hara, yang secara simultan menjelaskan dominansi dan sifat invasif spesies-spesies tersebut pada lahan marginal di Lombok Utara (Musa *et al.*, 2020).

Pada lahan kering yang ekstrem, tanaman legum seperti *M. atropurpureum* sering kali mengalami kegagalan dalam pembentukan bintil akar atau penurunan aktivitas eksudasi akibat cekaman air (*water stress*). Keterbatasan air membatasi difusi eksudat akar di dalam tanah, sehingga zona pengaruh rizosfer menjadi lebih sempit dibandingkan dengan gulma penutup tanah seperti *Ageratum conyzoides* (Musa *et al.*, 2020). Akibatnya, rekrutmen bakteri fungsional di area perakaran menjadi tidak optimal. Studi literatur juga menyebutkan bahwa pada kondisi tanah marginal, legum cenderung mengalokasikan energi yang terbatas untuk pertahanan kelangsungan hidup tanaman itu sendiri daripada mendukung populasi mikroba rizosfer yang besar (Bhattacharyya & Jha, 2022). Selain meningkatkan ketersediaan hara, bakteri rizosfer yang teradaptasi pada kondisi kering sering memiliki kemampuan menghasilkan eksopolisakarida (EPS), membentuk biofilm, serta memproduksi fitohormon seperti *indole acetic acid* (IAA). Karakteristik tersebut membantu meningkatkan retensi air di sekitar akar dan memperbaiki toleransi tanaman terhadap kekeringan. Oleh karena itu, dominasi BPN pada rizosfer *A. conyzoides* dapat dipandang sebagai salah satu strategi adaptasi ekologis yang berkontribusi terhadap sifat invasif dan daya saing gulma tersebut di lahan kering Kabupaten Lombok Utara.

Keberadaan isolat BPF dan BPN yang berasal dari lingkungan kering memiliki nilai strategis dalam pengembangan pupuk hayati berbasis mikroba lokal. Salah satu kendala utama aplikasi pupuk hayati di lapangan adalah rendahnya kemampuan mikroba introduksi untuk bertahan pada kondisi lingkungan yang berbeda dengan habitat asalnya. Oleh karena itu, isolat yang berasal dari lahan kering berpotensi memiliki tingkat adaptasi yang lebih baik terhadap cekaman suhu tinggi, defisit air, dan rendahnya ketersediaan hara. Isolat BPF yang diperoleh berpotensi dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan fosfor. Demikian pula, isolat BPN memiliki prospek sebagai biofertilizer untuk meningkatkan suplai nitrogen secara biologis. Menariknya, beberapa isolat mungkin memiliki kemampuan ganda sebagai BPF dan BPN, sebagaimana karakteristik pada isolat 4.7 yang memberikan hasil positif sebagai BPF dan BPN. Keberadaan BPF dan BPN di rizosfer *A. conyzoides* menunjukkan bahwa tanaman ini kemungkinan memperoleh keuntungan ekologis melalui mekanisme "microbial-assisted nutrient acquisition" (Feng *et al.*, 2024). Dengan demikian peluang pengembangannya sebagai pupuk hayati menjadi semakin besar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Isolasi bakteri rizosfir dari 5 jenis gulma dari lahan kering Lombok Utara (*Lantana camara* L, *Calotropis gigantea*, *Synedrella nodiflora*, *Ageratum conyzoides*, dan *Macroptilium atropurpureum*) menghasilkan 59 isolat bakteri yang selanjutnya diuji kemampuan pelarutan posfat dan fiksasi nitrogennya. Hasil uji pelarutan posfat menghasilkan 9 isolat bakteri pelarut posfat, dimana *Ageratum conyzoides* menghasilkan 7 isolat, serta *Synedrella nodiflora* dan *Macroptilium atropurpureum* menghasilkan 1 isolat BPF. Hasil pengujian fiksasi nitrogen menghasilkan 10 isolat bakteri pemfiksasi nitrogen, dimana *Ageratum conyzoides* menghasilkan 5 isolat, *Lantana camara* 2 isolat, serta *Calotropis gigantea*, *Synedrella nodiflora*, dan *Macroptilium atropurpureum* menghasilkan 1 isolat BPN.

Untuk menegakkan hasil karakterisasi dan identifikasi isolat, perlu dilakukan analisis lanjutan berupa analisis aktivitas biokimia dan analisis molekuler untuk mengetahui dengan pasti jenis isolat yang ditemukan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Mataram yang telah mendanai penelitian ini melalui melalui skim Penelitian Peningkatan Kapasitas Pendanaan 2026.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2022). Rhizosphere microbial diversity and its role in plant growth promotion of invasive weeds: A review. *Journal of Applied Microbiology*, 132(4), 2510–2528. <https://doi.org/10.1111/jam.15421>
- Chen, L., Wang, X., & Zhang, Y. (2020). Allelopathic effects of *Lantana camara* on soil microbial community structure and nutrient cycling. *Plant and Soil*, 448(1-2), 125–139.
- Chen, Y., Yao, Z., Sun, Y., Wang, E., & Tian, C. (2022). Current studies of the effects of drought stress on root exudates and rhizosphere microbiomes of crop plant species. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 2374.
- Ernawati, N.M.L. & Ngawit, I.K. (2015). Eksplorasi dan identifikasi gulma hijauan pakan dan limbah pertanian yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak di wilayah lahan kering Lombok Utara. *Buletin Peternakan (Bulletin of Animal Science)*, 39 (2) : 92-102.
- Feng, Z., Liang, Q., Yao, Q., Bai, Y., Zhu, H., et al. (2024). The role of the rhizobiome recruited by root exudates in plant disease resistance: Current status and future directions. *Environmental Microbiome*, 19, 91. <https://doi.org/10.1186/s40793-024-00638-6>
- Gu, Z., Hu, C., Gan, Y., Zhou, J., Tian, G., & Gao, L. (2024). Role of microbes in alleviating crop drought stress: A review. *Plants*, 13(3), 384. <https://doi.org/10.3390/plants13030384>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2019). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson Education.
- Hortal, S., Y.M. Lozano, F. Bastida. 2017. Plant-plant competition outcomes are modulated by plant effects on the soil bacterial community. *Sci. Rep.* 7: 17756. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18103-5>.
- Kang, J., Peng, Y., & Xu, W. (2022). Crop Root Responses to Drought Stress: Molecular Mechanisms, Nutrient Regulations, and Interactions with Microorganisms in the Rhizosphere. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 9310.
- Kaur, A., Kaur, S., Singh, H. P., Datta, A., Chauhan, B. S., Ullah, H., Kohli, R. K., & Batish, D. R. (2023). Ecology, biology, environmental impacts, and management of an agro-

- environmental weed *Ageratum conyzoides*. *Plants*, 12(12), 2329. <https://doi.org/10.3390/plants12122329>
- Maulidan, K. & Putra, B.k. (2024). Pentingnya unsur hara fosfor untuk pertumbuhan tanaman padi. *Journal of Biopesticide and Agriculture Technology JBIOGRITech* 1(2): 47–54. DOI: <https://doi.org/10.61511/jbiogrittech.v1i2.2024.1163>.
- Mndzebele, B., Maboko, M. M., & Soundy, P. (2020). Rhizosphere microbial abundance in leguminous forage crops: A case study on *Macroptilium atropurpureum*. *African Journal of Agricultural Research*, 16(8), 1145–1152.
- Mommer L., J. Kirkegaard, J. Ruijven. 2016. Root-root interactions: towards a rhizosphere framework. *Trends Plant Sci*, 21:209–217, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.01.009>.
- Musa, N., Arifin, Z., & Kusnarta, I. G. M. (2020). Karakteristik kimia tanah dan status kesuburan hara pada lahan kering di Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 85–92.
- Saini, R., & Aggarwal, A. (2018). Mycorrhizal and rhizospheric microbial association in *Calotropis gigantea* and *Ageratum conyzoides* across different soil types. *International Journal of Phytoremediation*, 20(11), 1089–1097.
- Sarmah, R., & Sarma, A.K. (2022). Phosphate Solubilizing Microorganisms: A Review. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54(10), 1306–1315.
- Satu Data Lombok Utara. 2025. Luas Tanah Kering Menurut Penggunaan. Diakses dari: <https://satudata.lombokutarakab.go.id/dataset/resource/luas-tanah-kering-menurut-jenis-penggunaan-per-kecamatan>.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2022). *Plant physiology and development* (7th ed.). Oxford University Press.
- Thijs, S., Sillen, W., & Vangronsveld, J. 2023. The rhizosphere microbiome of invasive Asteraceae: Insights from *Synedrella nodiflora* and *Ageratum conyzoides*. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1102456.
- Upadhyay, S. K., Srivastava, A. K., Rajput, V. D., Chauhan, P. K., Bhojiya, A. A., Jain, D., Chaubey, G., Dwivedi, P., Sharma, B., & Minkina, T. (2022). Root exudates: Mechanistic insight of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable crop production. *Frontiers in Microbiology*, 13, 916488. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.916488>
- Vidal, C., Santander, C., Aroca, R., Ruiz-Lozano, J. M., & Borie, F. (2022). Management of rhizosphere microbiota and plant production under drought stress: A comprehensive review. *Plants*, 11(18), 2437. <https://doi.org/10.3390/plants1118243>.