

Potential Utilization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Various Growing Media on Soil Fertility in Dry Land

Demy Afiya Restiyah^{1*}, Taufik Fauzi¹, Suwardji¹, A. A. Ketut Sudharmawan¹

¹Program Magister Pertanian Lahan Kering, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : July 22th, 2023

Revised : September 18th, 2023

Accepted : November 04th, 2023

*Corresponding Author:

Demy Afiya Restiyah,

Program Magister Pertanian
Lahan Kering, Pascasarjana,
Universitas Mataram, Mataram,
Nusa Tenggara Barat, Indonesia;
Email: demyafiya08@gmail.com

Abstract: The potential of dry land for agricultural development in Indonesia is very large, one way that can be done to increase soil fertility and productivity of dry land is by using PGPR biological fertilizers and various planting media such as husk charcoal and cocopeat. The purpose of this writing is to determine the effect of giving Plant Growth Promoting Rhizobacteria and various planting media on soil fertility in dry land. This research was conducted using a descriptive method by obtaining data from publication in the form of research journal, review journal published in international and national journals and other related information. Descriptive analysis was carried out by means of 1). Do a search of appropriate literature 2). Screening and selecting relevant articles 3). Conducting qualitative analysis and 4). Compile articles. The application of PGPR and various planting media can increase the physical and chemical fertility of the soil and nutrient absorption for the soil, such as improving soil ph, organic C, P-total and soil N-total. The mechanism of PGPR to increase soil fertility is by fixing nitrogen in the air with the help of the enzyme nitrogenase, as a phosphate solvent, and as a producer of plant hormones.

Keywords: Cocopeat, dry land, husk charcoal, PGPR, soil fertility.

Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi lahan kering yang sangat besar pada pertanian sangatlah besar, sekitar 76 juta hektar berada pada dataran tinggi dengan iklim kering dan basah. Luas lahan kering Indonesia sekitar 144,47 juta dan lahan pertanian sekitar 99,65 juta hektar (68,98%), sedangkan sisanya 44,82 juta hektar tidak memiliki potensi pertanian dan sebagian besar berada di kawasan hutan (Balitbang Pertanian 2015). Salah satu cara untuk meningkatkan produksi tanaman adalah dengan memanfaatkan lahan kering. Sampai saat ini pemanfaatan lahan kering di Indonesia belum optimal sehingga produktivitasnya masih rendah. Ke depan, Indonesia kemungkinan akan semakin bergantung pada pertanian di lahan kering dengan iklim kering. Hal ini dapat terjadi karena telah dikembangkan teknologi di daerah tropis yang disesuaikan dengan perubahan iklim

global, seperti sistem konservasi saat ini. Namun pemanfaatan lahan kering belum dapat dilaksanakan secara optimal karena lahan kering memiliki faktor pembatas yang sangat besar, salah satu faktor pembatas pada lahan kering adalah air dan unsur hara, penambahan unsur hara pada tanah dilakukan dengan pemupukan.

Petani mulai sadar dari efek samping penggunaan pupuk kimia terhadap lingkungan. Kesadaran ini mendorong petani menggunakan pupuk ramah lingkungan. Keunggulan pupuk organik adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga hasil yang diperoleh lebih melimpah. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) salah satu pupuk hayati yang dapat digunakan dan biasanya dibudidayakan dalam media cair (Figueiredo *et al.*, 2010). Penggunaan PGPR sebagai pupuk cair lebih efektif diserap tanaman dibandingkan dengan kompos padat. PGPR secara efektif mengkolonisasi akar tanaman dan berperan

penting dalam meningkatkan produktivitas tumbuhan, pertumbuhan tanaman, dan kesuburan tanah (Raka *et al.*, 2012).

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) adalah kelompok bakteri hidup menetap di sekitar akar tanaman. Kehadiran koloni bakteri ini dapat mendorong pertumbuhan tanaman, agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. PGPR juga berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah karena bakteri PGPR meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme yang dapat mengurai bahan organik di dalam tanah lebih cepat agar tanah menjadi subur sebagai media tanam. Bahan organik dapat diperoleh dari pupuk organik, termasuk pupuk kandang. Selain penambahan bahan organik yang sesuai, media tanam memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap bakteri PGPR. Contoh media tanam adalah arang sekam padi dan cocopeat. Sehingga perlu dikaji mengenai Potensi Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Berbagai Media Tanam Terhadap Kesuburan Tanah di Lahan Kering.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental melalui metode library research (kepustakaan). Strategi ini dilakukan dengan mencari literatur sebagai sumber data, baik dari buku, laporan, atau hasil penelitian terdahulu. Metode pengumpulan informasi dilakukan dengan membedakan pembicaraan dan buku, makalah, artikel majalah, buku harian, web dan data lain yang berhubungan dengan topik pada studi literatur ini.

Hasil dan Pembahasan

PGPR sebagai pemiksasi nitrogen

Tanaman bawang merah diberikan PGPR *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. untuk meningkatkan produktivitas kesuburan tanah. Efek PGPR terlihat pada berat kupas, jumlah daun, berat segar, dan berat kering bawang merah. Tanaman yang menggunakan pupuk hayati juga meningkatkan penyerapan N daripada tanaman yang hanya menggunakan pupuk NPK 100%. Pertumbuhan itu disebabkan oleh peran yang dimainkan oleh dua bakteri

tersebut, yang dapat mengikat nitrogen dari udara dan dari pupuk kandang, memungkinkan mereka untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman akan nitrogen. (Widiyawati *et al.*, 2014). Studi tentang *Azotobacter* sp dan *Azospirillum* sp pada tanaman padi sawah memiliki dampak positif pada pertumbuhan tanaman yang tinggi, berat kering akar, jumlah bulir isi, hijau daun, penyerapan nitrogen, dan konsentrasi nitrogen.

Penggunaan pupuk nitrogen anorganik sebesar 25% dari dosis 100 kg nitrogen per ha-1 dapat dikurangi dengan menggunakan konsorsium *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Hasil penelitian Hindersah *et al.*, (2018), inokulasi bakteri *Azotobacter* bersamaan dengan pengurangan dosis pupuk nitrogen anorganik pada tanaman kacang panjang menunjukkan hasil yang sama dengan perlakuan kontrol dengan dosis pupuk NPK yang disarankan. Inokulasi tanaman pucuk dengan bakteri *Azotobacter* sp, penggunaan pupuk NPK anorganik dapat dikurangi hingga 50% tanpa mengurangi hasil.

Kelebihan *Azotobacter* sp dapat mengikat nitrogen diudara sehingga dapat menurunkan penggunaan pupuk NPK anorganik. PGPR memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen bebas karena mengandung enzim nitrogenase yang mengurangi jumlah N₂ yang tersedia bagi tanaman di udara (Dighte *et al.*, 2010). PGPR *Rhizobium*, bakteri simbiotik, menjajah akar kacang-kacangan untuk memberikan nutrisi pada tanaman. Kelompok bakteri ini bersimbiosis dengan legum, menginfeksi akar tanaman dan membuat bintil akar. *Rhizobium* hanya dapat memfiksasi nitrogen bebas saat berada dalam bintil akar legum. Serta, bertanggung jawab atas ketersediaan nitrogen tanaman inangnya (Sari & Prayudyaningsih, 2015).

Uji ekskresi ammonium dilakukan dan ditemukan, isolat bakteri PGPR dapat menambat N pada rizosfer jagung dan padi. 16 isolat bakteri ditemukan di rizosfer tanaman padi, dan 4 isolat tambahan ditemukan di rizosfer tanaman jagung. Keanekaragaman bakteri di rizosfer tanaman padi lebih besar daripada di rizosfer tanaman jagung. Faktor lingkungan, fisik, dan kimia tanah memengaruhi keragaman bakteri ini (Hartono dan Jumadi, 2014; Marista *et al.*, 2013). Karena tanah menjadi lebih subur, pupuk

organik dan media tanam yang dicampur dengan arang sekam atau cocopeat dapat meningkatkan keragaman bakteri di lahan. 28 isolat ditemukan pada kawasan pertanian bawang merah yang mampu memfiksasi N dan berasal dari berbagai genus (Amalia *et al.*, 2020)

Tanaman diinokulasi dengan PGPR penambat nitrogen, tanaman dapat meningkatkan konsentrasi nitrogen, yang berdampak pada pertumbuhan tanaman. Studi (Hindersah *et al.*, 2017) menemukan penyerapan nitrogen dan pupuk dapat ditingkatkan dengan inokulasi ganda *Azotobacter* sp dan *Bradhyrhizobium japonicum* dengan kombinasi belerang (30 kg/ha-1) sehingga penyerapan nitrogen tanaman dapat meningkat. Selain itu, dapat meningkatkan serapan karbon karena mengkolonisasi *Bradhyrhizobium* sp dan rizosfer pada bintil akar kedelai (Hindersah *et al.*, 2017). Proses awal yang sangat penting untuk mendorong pertumbuhan tanaman adalah kolonisasi akar oleh bakteri yang menguntungkan.

Kemampuan bakteri untuk mengkolonisasi rizosfer tanaman ditunjukkan kadar bakteri pada rizosfer. Keberhasilan bakteri bergantung pada kemampuan isolat yang ditransplantasikan untuk bertahan hidup. Bakteri yang diperlukan harus berasal dari bahan inokulum mewah yang diisolasi hidup dan berkembang biak untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Widiyawati *et al.*, 2014). Proses awal sangat penting untuk mendorong pertumbuhan tanaman adalah kolonisasi akar oleh bakteri yang menguntungkan. Kemampuan bakteri untuk mengkolonisasi rizosfer tanaman ditunjukkan oleh kadar bakteri pada rizosfer. Keberhasilan bakteri bergantung pada kemampuan isolat yang ditransplantasikan dapat bertahan hidup dan berkembang biak untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan berasal dari bahan inokulum mewah yang diisolasi (Widiyawati *et al.*, 2014).

PGPR sebagai pelarut fosfat.

Fosfor pada tanah sebagian berada dalam bentuk yang tidak larut, pemberian dosis pemupukan yang tinggi tidak sesuai dengan jumlah fosfor yang tersedia dalam tanah (Puspitawati *et al.*, 2014). Tanaman cabai rawit yang diberikan pupuk hayati dengan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. berdampak nyata pada

luas daun, jumlah daun, buah, cabang, dan tanaman segar dan kering. Kombinasi pupuk hayati dan pupuk NPK 50% mencapai hasil yang sangat bagus dibandingkan tanaman yang dirawat hanya dengan pupuk NPK 100%. Hasil ini menunjukkan pupuk ini dapat digunakan secara efektif dengan aplikasi bakteri golongan PGPR.

Studi penelitian Puspitawati *et al.*, (2014) memperlihatkan penggunaan PGPR pada tanaman padi sawah dapat meningkatkan tingkat fosfat. Isolat *Pseudomonas aeruginosa* ditambahkan 50% pupuk P anorganik pada sistem intensifikasi padi (SRI). Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman padi yang dipupuk dengan pupuk P anorganik 100% tidak mengalami perubahan yang signifikan dalam hal jumlah biji, panjang sayap, jumlah bulir isi, dan tinggi tanaman. Penggunaan isolat *Pseudomonas aeruginosa* dikombinasikan dengan pupuk P anorganik 50% pada sistem budidaya padi intensif (SRI), peningkatan kandungan fosfat pada padi belanda menunjukkan hasil yang sama dengan tanaman padi.

Penggunaan pupuk yang efektif dengan penyerapan fosfat dan hara P ke jaringan tanaman dapat ditingkatkan dengan menambahkan *Pseudomonas fluorescens* (Lestari *et al.*, 2019). Hasilnya ditemukan bakteri larut fosfat dapat menggantikan hingga 50% pemupukan fosfor anorganik. Hal ini disebabkan kemampuan bakteri untuk meningkatkan serapan hara fosfor oleh tanaman. Penggunaan *Pseudomonas fluorescens* bersama dengan pupuk fosfat alam (50% dari dosis pupuk fosfat yang dianjurkan) pada tanaman tomat mengubah kandungan hara fosfat jaringan, kandungan klorofil, dan kandungan tanaman secara signifikan. Tanaman yang hanya dipupuk dengan pupuk fosfat alam 100% memiliki berat buah tomat rendah daripada tanaman yang hanya dipupuk dengan pupuk fosfat alam 100%.

Penggunaan PGPR pada tanaman tomat mampu melarutkan fosfat dan menghasilkan pertumbuhan dan berat tomat yang baik. Tanaman tomat yang diberi perlakuan dengan mikroorganisme pelarut fosfat berkembang paling baik dibandingkan dengan kontrol dan 3 perlakuan lain yang menggunakan pupuk NPK, kotoran ayam, dan kompos. Hasil ini

menunjukkan bahwa rhizobakteri yang larut dalam fosfat dapat menghasilkan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman tomat dengan lebih cepat. Bakteri ini juga mampu membuat tomat yang paling berat.

Hasil penelitian menunjukkan inokulan PGPR yang mampu melarutkan fosfat meningkatkan pertumbuhan dan berat buah tomat yang dihasilkan. Tanaman tomat tinggi yang diinkulasikan fosfat memberikan hasil yang paling signifikan, dibandingkan dengan kontrol dan tiga obat lain yang menggunakan pupuk NPK, kotoran ayam dan kotoran sekam, serta pupuk kompos. Hasil ini menunjukkan bahwa rhizobakteri pelarut fosfat dapat memperkuat suplemen untuk mempercepat pertumbuhan tanaman tomat. Hasil penelitian pada tomat menunjukkan mikroorganisme menghasilkan peningkatan bobot buah tomat paling tinggi sebesar 88,2% dibandingkan dengan tanaman tomat kontrol.

Ketersediaan unsur hara akan meningkat jika diberikan bakteri PGPR pelarut fosfat dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik dan berpengaruh pada produksi tanaman dan pertumbuhan tanaman (Suliasih *et al.*, 2010). Sebuah tinjauan menunjukkan bahwa inokulan PGPR yang dapat memecah fosfat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan bobot tomat yang dihasilkan. Tanaman tomat yang diinokulasikan bakteri pelarut fosfat memberikan hasil yang paling signifikan, dibandingkan dengan kontrol dan 3 perlakuan lainnya menggunakan pupuk NPK, kotoran ayam dan kotoran sekam, serta pupuk kompos. Hasil ini menunjukkan rhizobakteri pelarut fosfat dapat memperkuat suplemen untuk mempercepat pertumbuhan tanaman tomat. Mikroorganisme ini menghasilkan bobot buah tomat paling tinggi 88,2% dibandingkan dengan tanaman tomat kontrol. Pemanfaatan mikroba PGPR terlarut fosfat meningkatkan aksesibilitas lebih cepat dibandingkan penggunaan pupuk anorganik. Selain itu, dapat meningkatkan produksi tanaman dan pertumbuhan (Suliasih *et al.*, 2010).

PGPR sebagai penghasil hormon tanaman

Hormon pertumbuhan yang dihasilkan seperti gibberellin (Gac) dan indole-3-acetic acid (IAA), berasal dari golongan auksin yang membantu meningkatkan pertumbuhan. PGPR

secara langsung meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan kambium ditingkatkan, pertumbuhan ketiak dihentikan, gugur daun dihentikan, dan pertumbuhan sel batang ditingkatkan oleh auksin (Tjondronegoro *et al.*, 1989). Hasil penelitian Masnilah *et al.*, (2009), Kemampuan PGPR dalam menghasilkan fitohormon, tanaman dapat memperluas luas permukaan akar halus dan jumlah nutrisi yang tersedia di tanah. Efek pemberian PGPR memperluas pertumbuhan akar tanaman jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Dengan demikian, tanaman menjadi lebih baik dalam menyerap nutrisi dan air. Tanaman yang lebih baik lebih tahan terhadap tekanan. Tekanan abiotik, seperti suhu dan kelembapan, dan biotik.

Hasil penelitian menunjukkan total berat basah tanaman adalah 124,84 gram dengan tingkat PGPR 100 gram/liter. Hal ini disebabkan kebutuhan unsur hara tanaman selada air dapat dipenuhi oleh PGPR (Gandanegara, 2007). PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan bahan-bahan kimia dan campuran pertumbuhan yang dapat membunuh mikroorganisme tanaman, sehingga memaksimalkan produksinya. IAA adalah hormon pertumbuhan yang sangat penting pada tanaman. IAA termasuk kimia auksin dinamis yang ada dalam tanaman dan selanjutnya mengembangkan kualitas dan hasil tanaman. Unsur kimia IAA pada tumbuhan antara lain merangsang pertumbuhan sel, merangsang pertumbuhan akar baru, merangsang pertumbuhan, merangsang pertumbuhan, dan meningkatkan aktivitas protein (Arshad & Frankenberger, 1993).

Hasil pengamatan pada semua umur pengamatan, lebar daun tertinggi dicapai dengan konsentrasi PGPR 100 gram/liter. Hal ini disebabkan dosis tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan unsur hara mikro dan makro tanaman untuk pertumbuhan vegetatif. Kemampuan tumbuhan untuk menghasilkan auksin dan sitokinin meningkatkan pertumbuhannya (Timmusk dan Wagner, 2004). Akar menyediakan air, mineral dan bahan-bahan lain yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu, mereka memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dan melarutkan fosfat. Kemampuan dan pertumbuhan tajuk tanaman, biasanya

diperlukan pertumbuhan akar yang kuat. Adanya gangguan biologis, fisik atau mekanis menyebabkan kerusakan akar yang mengurangi fungsinya, pertumbuhan juga akan terganggu.

Tanaman melakukan lima fungsi akar yaitu penambatan (anchorage), penyimpanan, penyerapan, transportasi, dan perbanyakan. Hasil penelitian Pelczar dan Chan (1998) yaitu akar menjadi sumber utama penyerapan air dan mineral, meskipun lebih tua, bagian akar yang lebih tebal juga menyerap sebagian. Bahan dikirim dan disimpan oleh akar yang lebih berpengalaman, seperti bagaimana bahan dipindahkan ke dan dari daun melalui batang dan kipas. Seringkali, akar dikotil berperan sebagai penyimpan makanan utama. Jadi bahan sintesis yang dibutuhkan tanaman dipenuhi dengan bantuan organisme mikroskopis di PGPR.

Pengaruh pemberian PGPR dan media tanam terhadap pH tanah

Hasil penelitian Christy *et al.*, (2018), perlakuan dan penanaman PGPR meningkatkan pH tanah menjadi 5,5 hingga 6,5, dengan rentang pH yang sedang hingga agak masam. Konsentrasi H⁺ yang tinggi menyebabkan pH rendah pada tanah masam. Tingginya ion H⁺ disebabkan terjadinya proses dekomposisi anaerob mikroba tanah yaitu bakteri penghasil asam humat, tetapi penurunan pH masih harus memenuhi kriteria yang sama (Irfan, 2014). Hal ini karena adanya penambahan bahan organik dari kotoran hewan sehingga menghasilkan asam organik dan ion H⁺, tetapi tidak mengubah pH tanah, yang tetap sedang atau sedikit asam. Sabut kelapa yang ditambahkan kedalam media tanam akan menyebabkan pH lebih asam. Pernyataan ini didukung Irawan *et al.*, (2016), dimana penggunaan bahan organik dapat meningkatkan atau menurunkan pH tanah tergantung pada jenis bahan alami yang ditambahkan. Selain itu, penyiraman dapat menurunkan pH tanah, air hujan, dan sumur.

Pengaruh pemberian PGPR dan media tanam terhadap C-Organik

Penelitian Christy *et al.*, (2018) menemukan jumlah karbon organik pada waktu pengamatan 0 dan 3 BST dapat ditingkatkan dengan pemberian PGPR dan media tanam. Karbon organik tertinggi ditemukan pada

perlakuan M1 (arang sekam + cocopeat) sebesar 9,23 % pada analisis 0 BST dan 13,8 % pada waktu pengamatan 3 BST dan terendah pada perlakuan M4 (tanah) sebesar 6,32 % pada waktu pengamatan 3 BST. Arang sekam dan cocopeat adalah limbah pertanian yang ringan, murah, dan mudah diakses. Arang sekam dapat digunakan sebagai media tanam untuk meningkatkan jumlah C-organik karena kandungan karbonnya yang tinggi. Kandungan C-organik arang sekam adalah 31% (Baharuddin *et al.*, 2012). Tingginya kandungan C-organik pada arang sekam karena telah melalui proses pembakaran, kadar karbonnya tinggi dan mudah terurai (Agustin *et al.*, 2014).

Bahan organik yang ada dapat ditingkatkan dengan media cocopeat dan arang sekam. Dengan kandungan C-organik sebesar 5,18%, cocopeat adalah serat sabut kelapa (Sukarman, 2012). Sejalan dengan Irawan *et al.*, (2016), menyatakan menggunakan bahan organik sebagai media tanam memiliki keuntungan karena memiliki struktur yang dapat menjaga keseimbangan aerasi. Media tanam sebagai sumber utama bahan organik dan kandungan karbon organik meningkat. Bahan organik remah memungkinkan udara, air, dan akar masuk dengan mudah ke dalam fraksi tanah dan mengikat air. Bahan organik bersumber dari sisa-sisa hewan atau tanaman yang ditambahkan ke permukaan tanah untuk meningkatkan kandungan karbon organik dan unsur hara dalam tanah (Hasibuan, 2015). Jumlah karbon dalam sekam dan cocopeat berkorelasi positif dengan jumlah karbon yang ada di dalam tanah.

Pengaruh pemberian PGPR dan media tanam terhadap P-total tanah

Fraksi amorf P teradsorpsi kuat, unsur hara P sering tidak tersedia bagi tanaman. Unsur P terikat, yang membuatnya tersedia bagi tanaman dengan memecah fosfat dan menghasilkan asam-asam organik, bahan organik dapat memengaruhi ketersediaan fosfat. Ini berdampak langsung pada peningkatan P total dalam tanah. Fosfat pada tanaman masam bergabung sebagai Al-P dan Fe-P (Ginting *et al.*, 2006). Sementara itu, pada tanah basa fosfat bergabung dengan kalsium (Ca) untuk membentuk Ca-P, yang merupakan senyawa kompleks yang sulit larut. Semakin banyak

PGPR yang cocok dengan P total, makan akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena PGPR digunakan untuk membunuh bakteri pelarut fosfat seperti *Aspergillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk melarutkan unsur hara fosfor yang terikat di dalam tanah, yang membuat unsur hara fosfor tersedia dan dapat digunakan oleh tanaman. Ini sejalan dengan temuan penelitian. Bakteri yang larut dalam fosfat dapat mensekresikan asam organik, sehingga fosfor terikat menjadi larut dan dapat diakses (Permatasari dan Nurhidayati, 2014). Fosfat berperan penting pada pematangan, pembungaan, dan pembentukan biji.

Pengaruh pemberian PGPR dan media tanam terhadap N-total tanah

Nitrogen disebut sebagai unsur makro primer karena merupakan komponen terpenting dalam siklus hidup tanaman. Tanaman yang mendapatkan jumlah nitrogen yang cukup akan mengembangkan daun yang lebih panjang dan mengandung lebih banyak klorofil (Gustia, 2013). Ini memungkinkan tanaman menghasilkan atau menyerap banyak karbohidrat untuk mendukung pertumbuhan vegetatif. Kandungan nitrogen tanah secara keseluruhan dapat ditingkatkan pada media tanam tanah dan arang dengan menambah unsur hara nitrogen yang mendukung pertumbuhan bakteri. Sejalan dengan Sukarman (2012), kandungan nitrogen sekam padi adalah 0,18%, sedangkan kandungan nitrogen media tanam adalah 0,17%. Selain itu, ada kandungan C organik yang tinggi di sekam dan sekam. Kandungan nitrogen dalam tanah bergantung pada ketersediaan C organik sebagai sumber energi (Baharudin *et al.*, 2012). Ketersediaan energi dapat ditingkatkan dengan penambahan C organik yang tinggi sehingga mendorong pertumbuhan populasi bakteri pengikat nitrogen.

Populasi bakteri penambat nitrogen dapat ditingkatkan dengan mengendalikan PGPR sehingga menyediakan hara nitrogen pada tanaman. *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. adalah bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang mengandung PGPR yang dapat mengikat N₂ di udara, meskipun ada banyak N₂ di udara, tanaman tidak dapat menggunakan nitrogen kecuali jika ada. Bakteri pengikat nitrogen dapat menyediakan nitrogen melalui pemulihan bahan

organik yang mengandung nitrogen. Oleh karena itu, jumlah nitrogen total dalam tanah dapat meningkat dengan perlakuan yang ditambah dengan PGPR. Nilai nitrogen total dapat ditingkatkan dengan memberi pupuk kandang kambing pada awal penanaman. Nilai nitrogen total tanah pada 3 BST lebih rendah daripada 0 BST, dan konsentrasi unsur nitrogen pada kotoran kambing adalah 2,07%. Hal ini karena tanaman kentang menyerap unsur hara N. Tanaman dapat menyerap nitrat (NO₃⁻) dan amonium (NH₄⁺).

Unsur N merangsang pertumbuhan vegetatif, membantu pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, dan terlibat dalam pembentukan asam amino dan protein pada tanaman (Permatasari dan Nurhidayati, 2014). Hasil penelitian pada tanaman yang berumur 3 BST pengamatan, perlakuan PGPR dan media tanam menurun. Hal ini disebabkan tanaman kentang menyerap unsur hara N, sehingga mengurangi total nitrogen tanah pada 3 BST. Sejalan dengan gagasan Patti *et al.*, (2013) ditemukan tiga faktor yang menyebabkan hilangnya nitrogen dari tanah yaitu penguapan, pelindian, dan serapan tanaman.

Kesimpulan

Pengaplikasian PGPR dan berbagai media tanam dapat meningkatkan kesuburan fisik maupun kimia tanah serta serapan hara bagi tanah, seperti dapat memperbaiki pH tanah, C organik, P-total serta N-total tanah. Mekanisme PGPR untuk meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan cara memfiksasi nitrogen di udara dengan bantuan enzim nitrogenase, sebagai pelarut fosfat, dan sebagai penghasil hormon tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kami sampaikan kepada bapak Prof. Ir. Mohamad Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D. dan Dr. Ir. A. A Ketut Sudarmawan, M.P dan Prof. Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D. yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan artikel re-view jurnal ini.

Referensi

- Amalia, R. (2007). Pengaruh Perlakuan Benih Menggunakan Rizobakteri Pemacu pertumbuhan Tanaman (RPPT) dan Pemupukan P terhadap Pengendalian Penyakit Antraknosa, serta Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor*.
- Baharuddin, T.K dan Lamba, S.E. (2012). Percepatan Ketersediaan Benih Kentang Unggulan Lokal melalui Introduksi Paket Bioteknologi Ramah Lingkungan di Kabupaten Toraja Utara.
- Figueiredo, M. D. V. B., Seldin, L., de Araujo, F. F., & Mariano, R. D. L. R. (2011). Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. *Plant growth and health promoting bacteria*, 21-43. DOI: 10.1007/978-3-642-13612-2_2
- Ginting, R.C., Saraswati, B.R. dan Husen, E. (2006). *Mikroorganisme Pelarut Fosfat. Dalam: Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Tanah. Hlm. 265-271.
- Gustia, H. (2014). Pengaruh penambahan sekam bakar pada media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi. *E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan* 1(1): 12-17. URL: <https://www.neliti.com/id/publications/36807/pengaruhpenambahan-sekam-bakar-pada-media-tanam-terhadap-pertumbuhan-dan-produks>
- Hasibuan, A. S. Z. (2015). Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat tanah pasir pantai selatan Kulon Progo. *Planta Tropika*, 3(1), 31-40. DOI: <https://doi.org/10.18196/pt.2015.037.31-40>
- Irawan, A., Jufri, Y., & Zuraida, Z. (2016). Pengaruh pemberian bahan organik terhadap perubahan sifat kimia Andisol, pertumbuhan dan produksi gandum (*Triticum eastivum* L.). *Jurnal Kawista Agroteknologi*, 1(1), 1-9. URL: <https://jurnal.usk.ac.id/agrotek/article/view/3183>
- Irfan, M. (2014). Isolasi dan enumerasi bakteri tanah gambut di perkebunan kelapa sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v5i1.1141>
- Marista, E., Khotimah, S., & Linda, R. (2013). Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dari tiga jenis tanah rizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*, 2(2): 93–101. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v2i2.2749>
- Masnilah, R., Mihardja, P. A., & Arwiyanto, T. (2007). Efektivitas Isolat *Bacillus* spp. untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Batang Berlubang *Erwiniacarotovora* pada Tembakau di Rumah Kaca. *Jurnal Mapeta*, 9(3), 154-165.
- Patti, P.S., Kaya, E. dan Silahooy, Ch. (2013). Analisis Status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram bagian Barat. *Agrologia* 2(1): 51-58. DOI: 10.30598/a.v2i1.278
- Puspitawati, M. D., & Anas, I. (2013). Pemanfaatan mikrob pelarut fosfat untuk mengurangi dosis pupuk P anorganik pada padi sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 41(3), 188–195. DOI: <https://doi.org/10.24831/jai.v41i3.8095>
- Raka, I. G. N., Khalimi, K. H. A. M. D. A. N., Nyana, I. D. N., & Siadi, I. K. (2012). Aplikasi rizobakteri *Pantoea agglomerans* untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays*, L.) varietas hibrida Bisi-2. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 2(1), 1-9. URL: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/agrotrop/article/view/6263>
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. *Jurnal Bonorowo*, 1(1), 30-43. DOI: <https://doi.org/10.36563/bonorowo.v1i1.5>
- Sari, R., & Prayudyaningsih, R. (2015). Rhizobium: Pemanfaatannya Sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. *Info Teknis EBONI*, 12(1), 51–64
- Sukarman, Kainde, R., Rombang, J. dan Thomas, A. (2012). Pertumbuhan bibit

- sengon pada berbagai media tumbuh. *Eugenia*, 18(3): 215-220. DOI: <https://doi.org/10.35791/eug.18.3.2012.4103>
- Suliasih, Widawati, S., & Muharam, A. (2010). Aplikasi Pupuk Organik Dan Bakteri Pelarut Fosfat Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat Dan Aktivitas Mikroba Tanah. *Jurnal Hortikultura*, 20(3), 241–246. DOI: [10.21082/jhort.v20n3.2010.p%p](https://doi.org/10.21082/jhort.v20n3.2010.p%p)
- Timmusk, S. and Wagner, E.G. (2004) The plantgrowth-promoting rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* induces changes in *Arabidopsis thaliana* gene expression: a possible connection between biotic and abiotic stress responses. *Mol Plant Microbe Interact*, 12, 951–959. DOI: <https://doi.org/10.1094/MPMI.1999.12.11.951>
- Tjondronegoro, P. D., M. Natasaputra, A. W. Gunawan, M. Djaelani, dan A. Suwanto. (1989). *Botani Umum. Bogor: PAU Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.*
- Widiyawati, I., Junaedi, A., & Widyastuti, R. (2014). Peran bakteri penambat nitrogen untuk mengurangi dosis pupuk nitrogen anorganik pada padi sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 42(2), 96–102. DOI: <https://doi.org/10.24831/jai.v42i2.8424>