

Artikel Penelitian

# Teknologi Formulasi Rhizobakteria Berbasis Bahan Lokal dalam Menunjang Bioindustri Pertanian Berkelanjutan

Ashifa Cahyani T.<sup>1</sup>, Muh. Ichsan Putrayani<sup>1</sup>, Hasrullah<sup>2</sup>, Muh. Ersyan<sup>3</sup>, Tita Aulia S.<sup>1</sup>, Abdul Mollah Jaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin;

<sup>2</sup> Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin

<sup>3</sup> Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin

\* Alamat kontak korespondensi: [ashifacahyani@gmail.com](mailto:ashifacahyani@gmail.com)

**Abstract:** Food as the main of human needs. So, all the sectors that could support the advance of plant productivity should be concerned, such as by using the right applied methods. Plant productivity could be increased by fixing their physiology responses to spur plant growth. The using of chemical substances to spur the plant growth have to be switched by using biofertilizer as an alternative through formulation technology of Rhizobacteria based on local materials to support agricultural bioindustry. In the root there are beneficials bacteria which are involved in Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) that could increase the ability of root to absorb soil nutrient and plant hormones synthesis naturally. Endophytic bacteria are founded in the certain of plants root could be isolated and manipulated into biofertilizer product. Generally there are 3 steps in the making process of PGPR : *starter* making, nutrient making, and fermentation. In this reasearch the endophytic bacteria are isolated from *leguminosae* root which has a symbiotic with *Rhizobium* sp., maize (*Zea mays* sp.) root and bamboo (*Bambusa* sp.) root which has a symbiotic with *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. PGPR utilizes microbacteria as a biological agents that could keep the availability of soil nutrients and increase quality and healthy of soil (*soil remediator*). In addition of the microbacteria function are : to produce antibiotics, patogen competitor, and to produce plant growth hormone which support plant physiological process.

**Keywords:** Endophytic Bacteria, Biofertilizer, Food, PGPR, Rhizobacteria

---

## 1. Pendahuluan

Pertanian modern sangat bergantung pada penggunaan bahan – bahan kimia sebagai pupuk dan pestisida yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Secara alami akar tanaman – tanaman tertentu bersimbiosis dengan strain bakteri menguntungkan yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Beberapa bakteri tanah berasosiasi dengan akar tanaman budidaya dan memberikan pengaruh yang bermanfaat pada tanaman inangnya (Bashan, 1998). Rizosfer adalah bagian tanah di mana lebih banyak terdapat bakteri di sekitar akar tanaman daripada tanah yang jauh dari akar tanaman (Wood, 1989). Daerah sekitar perakaran (rizosfer) relatif kaya akan nutrisi atau unsur hara dimana fotosintat tanaman hilang sebanyak 40% dari akar. Pentingnya populasi mikrobial di sekitar rizosfer adalah untuk memelihara kesehatan akar, pengambilan nutrisi atau unsur hara, dan toleran terhadap stress atau cekaman lingkungan yang pada saat ini telah dikenal. Mikroorganisme menguntungkan ini dapat menjadi komponen yang signifikan dalam manajemen pengelolaan untuk dapat mencapai hasil, yang ditegaskan bahwa faktor yang memengaruhi hasil tanaman budidaya dibatasi hanya oleh lingkungan fisik alamiah tanaman dan potensial genetik bawaan (Nelson, 2004).

Berbagai manfaat positif dari bakteri dalam rizosfer telah menjadikannya sumber potensial bagi ketersediaan nutrisi dalam tanah serta mendorong pertumbuhan tanaman, sehingga menjadi lebih baik. Strain bakteri tersebut dikelompokkan dalam *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau Rhizobakteria Pemicu Pertumbuhan Tanaman (RPPT) yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk bioteknologi sebagai pupuk biologi yang dapat memacu pertumbuhan pada tanaman (Sorensen, dkk., 2001). Mikroorganisme rizosfer menghasilkan senyawaan seperti *growth hormone* dan *phytoxin* yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman (Gandanegara, 2007). PGPR meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara langsung dan tidak langsung, tetapi mekanisme spesifiknya tidak hanya melibatkan karakter yang baik (Glick, 1995).

Pengaruh PGPR secara langsung dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi melalui berbagai macam mekanisme, di antaranya fiksasi nitrogen bebas yang ditransfer ke dalam tanaman, produksi siderophore yang meng-khelat besi (Fe) dan membuatnya tersedia bagi akar tanaman, melarutkan mineral seperti fosfor dan sintesis fitohormon. Peningkatan langsung dari pengambilan mineral melalui peningkatan dalam spesifik flux ion di permukaan tanaman karena keberadaan PGPR ini telah juga dilaporkan. Strains PGPR menggunakan satu atau lebih mekanisme ini dalam rizosfer. Telah diketahui bahwa PGPR mensintesis auksin dan sitokinin atau terlibat dalam sintesis etilen tanaman (Sorensen, dkk., 2001).

Pengaruh PGPR secara tidak langsung dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi melalui penekanan fitopatogen yang dilakukan melalui mekanisme yang berbeda. Ini termasuk kemampuan dalam memproduksi siderofor yang mengkhelat Fe, menjadikannya tidak tersedia bagi patogen; kemampuan dalam mensintesis metabolit anti fungal seperti antibiotik, dinding sel fungal – lysing enzim atau hidrogen sianida, yang menekan pertumbuhan patogen jamur; kemampuan untuk bersaing secara sukses dengan patogen untuk nutrisi atau unsur hara atau tempat khusus dalam perakaran tanaman; dan kemampuannya dalam menimbulkan resistensi sistemik (Sorensen, dkk., 2001).

Indikasi adanya mekanisme kerja yang mendukung pertumbuhan oleh PGPR adalah pada saat strain bakteri meningkatkan pertumbuhan secara tidak langsung dengan cara mengubah keseimbangan mikrobial dalam rizosfer. Siderofor pengkhelat Fe, antibiotik, dan HCN diproduksi oleh beberapa PGPR dan telah dikaitkan dengan kemampuannya mereduksi patogen tanaman serta rizobakteria yang bersifat toksik. Kaitan HCN dalam mendukung pertumbuhan secara langsung melalui penemuan bahwa beberapa rizobakteria yang bersifat toksik menghasilkan HCN, yang menghambat pertumbuhan tanaman dan bahwa rizobakteria yang merugikan ini dapat dihambat oleh beberapa strain PGPR (Kloepper dkk., 1985).

PGPR yang diisolasi dari akar dapat dimanipulasi untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa bakteri kelompok *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Rhizobium* sp. dapat dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman sekaligus berperan untuk mengendalikan penyakit tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengisolasi bakteri endofit dari perakaran jagung (*Zea mays* sp.), bambu (*Bambusa* sp.), dan *leguminosae* untuk mendapatkan isolat – isolat bakteri endofit akar seperti *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Rhizobium* sp., yang berpotensi sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman, sehingga hasil yang diperoleh, yaitu sebuah produk *biofertilizer* MIKA (Mikroorganisme Akar) yang dapat dipelajari dan dikembangkan sebagai produk komersial.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan September hingga Desember 2016 di Laboratorium Benih Jurusan Agronomi dan rumah kaca *Teaching Farm*, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.

## 2.2. Pembuatan starter

Proses pembuatan PGPR pada dasarnya terdiri atas 3 tahap, yaitu pembuatan biang, pembuatan nutrisi, dan fermentasi. Pembuatan biang dimulai dengan merendam akar tanaman dan rizosfer yang berasal dari akar jagung, bambu, atau kacang-kacangan. Setiap 100 gr akar tanaman direndam pada 1 liter air yang telah dimasak selama 3-4 hari. Larutan akar tanaman tersebut akan dijadikan sebagai biang yang akan dikembangkan setelah penambahan nutrisi.

## 2.3. Pembuatan Larutan Nutrisi

Pembuatan larutan nutrisi untuk biang dilakukan dengan mencampurkan 2 larutan nutrisi dengan komposisi larutan nutrisi pertama, yaitu gula pasir (40gr), terasi (20gr), dan dedak (100gr) per 1 liter air dan komposisi larutan nutrisi kedua, yaitu kacang hijau (100gr) dan gula merah (10gr) per 1 liter air. Kemudian, kedua larutan nutrisi akan dicampur dengan larutan akar dengan perbandingan 1:1 dan difermentasikan selama 3-4 hari. PGPR yang berhasil ditandai dengan adanya gelembung dan aroma khas hasil fermentasi.

## 2.4. Pelaksanaan Penelitian

Pengujian produk yang dihasilkan dilakukan dengan mengaplikasikan produk pada benih dan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*). Pengujian pada benih dilaksanakan dalam bentuk percobaan sederhana, dengan merendam benih dalam larutan berbeda selama 6-8 jam. Benih akan dikecambahkan di atas cawan petri pada media keras merang sebanyak 3 lapis dengan menggunakan metode UDK (Uji Diatas Kertas) di dalam *seed germinator*. Setiap cawan petri berisi 100 benih dengan 7 perlakuan, yaitu perendaman benih pada air (kontrol) dan 6 jenis larutan MIKA yang diulang sebanyak 2 kali dan diamati selama 5 hari.

Pengujian pada tanaman kangkung dilakukan dengan merendam benih dalam larutan selama 6-8 jam sebelum ditanam pada media tanam dalam *polybag* ukuran 30 x 40 berupa campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 2:1. Setiap *polybag* berisi 15 benih dengan 8 perlakuan, yaitu tanaman tanpa pupuk (kontrol), penggunaan pupuk NPK, dan pengaplikasian 6 jenis MIKA yang diulang sebanyak 2 kali dan diamati pada 10HST dan 20HST. Pengaplikasian MIKA berikutnya dilakukan dengan penyemprotan pada 10HST dan 20HST. Tanaman kangkung dipanen pada 24 hari setelah tanam.

Parameter pengamatan meliputi viabilitas benih (daya kecambah) dan laju pertumbuhan tanaman, yaitu mengamati dan mencatat waktu yang diperlukan benih untuk berkecambah serta menghitung tinggi batang, jumlah helai daun, dan panjang akar tanaman. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini bersifat deskriptif. Hasil akan dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung viabilitas benih dan menganalisis laju pertumbuhan tanaman dengan membandingkan beberapa parameter sebagai perbandingan terhadap tanaman kontrol. Apabila terdapat perbedaan signifikan pada tanaman uji sebelum dan setelah pengaplikasian MIKA, maka bakteri rhizobakter berhasil diisolasi dan dikembangkan, sehingga MIKA dapat dijadikan sebagai *biofertilizer*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

MIKA (Mikroorganisme akar) dihasilkan melalui proses fermentasi larutan akar tanaman dengan penambahan larutan nutrisi untuk mengembangkan bakteri endofit yang berada pada jaringan akar tanaman dan bakteri yang berada pada rizosfer, sehingga pengaplikasian MIKA dapat meningkatkan populasi dan keragaman bakteri tanah khususnya bagi akar tanaman yang tidak bersimbiosis dengan bakteri tersebut. Dalam penelitian ini dihasilkan 8-10L MIKA untuk setiap akar tanaman jagung (*Zea mays* sp.), bambu (*Bambusa* sp.), dan kacang-kacangan (*leguminosae*). Pengujian MIKA dilakukan dengan pengaplikasian pada tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*).

Hasil pengujian aplikasi MIKA pada benih kangkung menunjukkan bahwa perlakuan terbaik, yaitu pada MIKA akar kacang dengan persentase daya kecambah 68%, sedangkan persentase terendah 49% terdapat pada perlakuan kontrol (Tabel 1). Daya kecambah yang tinggi dapat

disebabkan oleh pengaruh perendaman benih pada MIKA yang terbuat dari hasil fermentasi akar tanaman yang bersimbiosis dengan rhizobakteri seperti *Rhizobium sp.* dan *Azotobacter sp.* yang diisolasi dari perakaran tanaman kacang, *Pseudomonas sp.* dan *Bacillus sp.* yang diisolasi dari perakaran tanaman bambu dan jagung. Bakteri-bakteri tersebut dapat menghasilkan hormon pertumbuhan yang memberi rangsangan dan membuat proses perkecambahan benih lebih cepat.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa isolat *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Serratia sp.* umumnya mempunyai kemampuan memproduksi auksin<sup>9</sup>. Diantara isolat rizo-bakteri yang dievaluasi, isolat *P. fluorescens* mampu memproduksi IAA lebih banyak dibandingkan isolat *Bacillus sp.* atau *Serratia sp.*, sedangkan bakteri *Rhizobium sp.* dapat menghasilkan beberapa hormon pertumbuhan yang terseleksi mampu menstimulasi pertumbuhan dan mampu memproduksi fitohormon yaitu sitokinin dan auksin. Asam indole asetat (IAA) adalah suatu auksin yang diproduksi dari triptofan. Enzim ini terdapat dalam rambut akar yang menggulung pada akar legum yang disebabkan adanya rizobia tertentu, dan juga dimetabolisir oleh bakteri tanah sehingga keberadaannya dalam tanah akan bergantung pada tingkat akumulasinya. Pada kondisi anaerob, etilen dapat terbentuk pada konsentrasi yang cukup dapat menghambat perpanjangan akar sereal. Selain juga diproduksi dari metionin, IAA juga dimetabolisir oleh mikroorganisme (Khairini, 2010)

Setelah pengaplikasian MIKA pada kangkung 24 HST (hari setelah tanam) sebanyak 2 kali maka diperoleh data rata-rata hasil pengukuran (tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pengaplikasian MIKA tidak memberikan perbedaan nyata terhadap rataan tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah daun terhadap perlakuan kontrol. Bahkan, MIKA yang terbuat dari akar tanaman beserta rizosfer memiliki pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan kontrol.

Respon negatif yang ditunjukkan tanaman setelah pengaplikasian MIKA akar beserta rizosfer tanaman dapat dijelaskan sebagai berikut: daerah rizosfer tanaman yang tidak disterilasi pada saat pengambilan akar dalam proses pembuatan MIKA, sehingga terdapat kemungkinan adanya mikroba tanah yang bersifat patogen. Hal tersebut dapat menyebabkan kondisi *hyperauxiny* (akumulasi auksin atau IAA berlebihan dalam tanaman). Hal tersebut dapat terjadi bila tanaman terserang patogen dan patogen ini ikut serta memproduksi IAA (Thakuria, dkk, 2004)

Beberapa strain Rhizobakteri mampu mensintesis IAA dari prekursor (bahan dasar) yang terdapat dalam eksudat akar maupun dari bahan organik. Eksudat akar merupakan sumber alami L-triptofan untuk mikroorganisme rizosfer yang dapat meningkatkan produksi IAA di daerah rizosfer. Tergantung konsentrasinya, senyawa aktif ini dapat meningkatkan maupun menghambat pertumbuhan tanaman. Sintesis IAA yang berlebihan oleh Rhizobacteria dapat terjadi dalam kondisi tertentu, sehingga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui strain bakteri yang terkandung dalam MIKA secara spesifik (Beyeler, dkk, 1997).

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap morfologi akar tanaman (Gambar 1.), pemberian MIKA dapat merangsang pertumbuhan bulu akar, sehingga terdapat perbedaan signifikan pada morfologi akar tanaman antara perlakuan kontrol, pupuk NPK Urea, dan MIKA. Pengaruh pengaplikasian MIKA tersebut antara lain memacu inisiasi akar dengan meningkatkan laju pembelahan dan pemanjangan sel. Inisiasi, pembelahan, dan pemanjangan sel pada akar sangat dipengaruhi oleh hormon IAA yang dapat dihasilkan oleh beberapa mikroba seperti yang terdapat dalam MIKA. Pertumbuhan dan pemanjangan akar berdampak pada peningkatan luas permukaan akar, sehingga dapat meningkatkan penyerapan hara mineral. MIKA yang terbuat dari hasil fermentasi akar tanaman kacang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium sp.* dan tanaman jagung dan bambu bersimbiosis dengan bakteri endofit menguntungkan dari kelompok *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* yang dapat dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan sekaligus berperan untuk mengendalikan penyakit tanaman.

Hasil penelitian juga membuktikan bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari perakaran jagung dapat merangsang pertumbuhan akar lateral, akar adventif, akar primer dan menghasilkan hormon pertumbuhan, sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Diduga bakteri endofit yang diaplikasikan mengeluarkan hormon pertumbuhan yang berpengaruh terhadap akar dan

pertumbuhan tanaman kangkung. Bakteri endofit yang diisolasi dari akar tanaman jagung dapat menghasilkan hormon IAA (*indole-3-acetic acid*) (Thakuria, dkk, 2004).

Keberhasilan dalam pembuatan MIKA adalah kemampuan mengisolasi bakteri rhizobakteri yang berasal dari wilayah rizosfer dan akar tanaman untuk dikembangkan dengan pemberian nutrisi, sehingga meningkatkan ketahanan dan daya kompetisi dari mikroba tersebut. Kualitas nutrisi yang dibuat sebagai persediaan bahan makanan bagi mikroba menentukan masa hidup mikroba tersebut yang dapat memengaruhi lama penyimpanan MIKA. Produksi PGPR sebagai salah satu wujud pengembangan industri pupuk hayati dapat mendukung pertanian organik dengan menjaga keberlanjutan penggunaan lahan pertanian memanfaatkan bantuan mikroba sebagai agens hayati yang dapat menjaga ketersediaan hara dalam tanah serta meningkatkan kualitas dan kesehatan tanah (*soil remediator*). Selain itu, fungsi lain dari mikroba, yaitu: memproduksi antibiotik, kompetitor pesaing patogen, dan merangsang pembentukan hormon pertumbuhan tanaman, sehingga dapat mendukung proses fisiologis tanaman.

#### 4. Kesimpulan

Pengaplikasian produk *biofertilizer* MIKA memberikan berbagai respon terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*). Pengaplikasian MIKA pada benih terbukti dapat meningkatkan daya kecambah (viabilitas) dengan persentase bervariasi, sedangkan pengaplikasian MIKA pada tanaman merangsang pertumbuhan akar lateral, akar adventif, akar primer dan diduga menghasilkan hormon IAA, sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Kualitas pupuk MIKA sangat dipengaruhi oleh unsur hara dan bakteri hasil fermentasi yang terkandung didalamnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai formulasi rhizobakteri MIKA menggunakan PCR untuk mengidentifikasi strain bakteri yang terkandung, sehingga memberikan informasi akurat mengenai jenis dan jumlah populasi mikroba.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilaksanakan atas dukungan dana dari Tanoto Foundation kerja sama dengan Unhas, melalui "Program Tanoto Student Research Award" tahun 2016. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih.

#### Daftar Pustaka

- Bashan, Y. 1998. *Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. Biotechnol. Adv.*
- Beyeler, M., P. Michaux, C. Keel, and D. Haas. 1997. *Effect of enhanced production of indole-3-acetic acid by the biological control agent Pseudomonas fluorescens CHAO on plant growth.* p. 310-311. In A. Ogoshi et al. (Eds.). *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, Present status and Future Prospects.* Proceedings of the Fourth International Workshop on PGPR. Japan-OECD Joint Workshop. Sapporo, Japan. October 5-10, 1997.
- Gandanegara, S. 2007. Azora pupuk hayati untuk tanaman jagung dan sayur. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi. BATAN.
- Glick, B. R. 1995. *The enhancement of plant growth by free-living bacteria.* *Can. J. Microbiol*
- Khairini, G. Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Endofit Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari Akar Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) 2010
- Kloepper, J.W., R.M. Zablotowocz, E.M. Tipping and R. Liftshitz. 1985. *Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers.* In *The Rhizosphere and Plant Growth*, 315 – 326. *Beltsville Symposia in Agricultural Research.* 1991. Kluwer Academic Publ. Printed in Netherlands.
- Nelson, L.M. 2004. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Prospects for New Inoculants.* <http://www.plantmanagementnetwork.org>. Diakses tanggal 18 Juni 2016.

- Sorensen, J., Jensen, L. E., and Nybroe, O. 2001. *Soil and rhizosphere as habitats for Pseudomonas inoculants: New knowledge on distribution, activity and physiological state derived from micro-scale and single-cell studies. Plant Soil.*
- Thakuria, D., Talukdar, N. C., Goswarni, C., Hazarika and Boro, R. C. 2004. *Characterization and Screening of Bacteria from Rhizosphere of Rice Grown in Acidic Soils of Assam. Current Science* 86: 978-985.
- Wood, M. 1989. *Soil biology*. Blackie and Son Ltd. New York.