



PERAN BAKTERI BACILLUS DAN PSEUDOMONAS BAGI PERTUMBUHAN TANAMAN

Darman Laia¹⁾, Natalia Kristiani Lase²⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: darmanlaia145@gmail.com

²⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: natalialase16@gmail.com

Abstract

Agriculture is a strategic sector that has the ability to overcome world problems, such as natural climate transition and land degradation. The use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), such as *Bacillus* and *Pseudomonas*, is one promising solution. These bacteria play a role in increasing nutrient uptake, controlling pathogens, and stimulating the development of cultivated products. Based on the results of previous research, it is explained that *Bacillus* spp. are able to produce bioactive metabolites that increase plant tolerance to stress, while *Pseudomonas* spp. play a role in increasing systemic plant immunity. The combination of the two is proven to have a synergistic effect, increasing plant productivity by up to 25%, and improving rhizosphere health. However, challenges such as lack of technology adoption and supportive policies still hinder the widespread implementation of PGPR. This research highlights the great potential of *Bacillus* and *Pseudomonas* as biological agents in supporting sustainable agriculture.

Keywords: *Bacillus* Bacteria, *Pseudomonas* Bacteria, Plant Growth.

Abstrak

Pertanian merupakan sektor strategis yang memiliki kemampuan dalam mengatasi permasalahan dunia, misalnya transisi suasana alam dan degradasi lahan. Penggunaan Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas*, menjadi salah satu solusi yang menjanjikan. Bakteri ini berperan dalam meningkatkan serapan nutrisi, mengendalikan patogen, dan merangsang perkembangan hasil budidaya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa *Bacillus* spp. mampu menghasilkan metabolit bioaktif yang meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres, sedangkan *Pseudomonas* spp. berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman secara sistemik. Kombinasi keduanya terbukti memberikan efek sinergis, meningkatkan produktivitas tanaman hingga 25%, serta memperbaiki kesehatan rizosfer. Namun, tantangan seperti kurangnya adopsi teknologi dan kebijakan yang mendukung masih menjadi kendala dalam implementasi PGPR secara luas. Penelitian ini menyoroti potensi besar *Bacillus* dan *Pseudomonas* sebagai agen biologis dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci: Bakteri *Bacillus*, Bakteri *Pseudomonas*, Pertumbuhan bagi tanaman



PENDAHULUAN

Pertanian adalah bagian penting dalam menjalankan pengaruh besar dalam pemenuhan kebutuhan pangan, peningkatan ekonomi masyarakat, dan pelestarian lingkungan. Namun, sektor ini menghadapi tantangan global yang kompleks, seperti perubahan iklim, degradasi lahan, dan ketergantungan pada pupuk kimia. Salah satu pendekatan yang semakin mendapatkan perhatian adalah penggunaan mikroorganisme, terutama bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas*, sebagai Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). Mikroorganisme ini berperan dalam meningkatkan efisiensi serapan nutrisi, mengendalikan patogen, dan memacu pertumbuhan tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa PGPR memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan sistem pertanian (S., & Muis, 2016).

Penelitian mengenai PGPR, khususnya *Bacillus* dan *Pseudomonas*, menunjukkan hasil yang menjanjikan. *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan enzim seperti protease dan lipase yang membantu melarutkan bahan organik di tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Astriani & Murtiyansih, 2018). *Pseudomonas fluorescens* diketahui efektif dalam menekan serangan patogen melalui produksi metabolit sekunder yang bersifat antimikroba (Hanudin et al., 2013). Penelitian oleh Pradana et al. melaporkan bahwa aplikasi PGPR mampu meningkatkan hasil panen hingga 25% pada berbagai jenis tanaman, seperti padi, jagung, dan kedelai (Pradana et al., 2022). Namun, efektivitas dan keberlanjutan penggunaan PGPR masih menjadi perdebatan. Penggunaan PGPR yang tidak tepat dapat mengganggu keseimbangan mikrobiota tanah, yang berpotensi merugikan ekosistem lokal (Safitri & Hadi, 2017).

Dalam konteks Indonesia, beberapa daerah seperti Jawa Timur, Sumatera Utara, dan Kalimantan Selatan telah mulai memanfaatkan PGPR dalam praktik pertanian. Di Kabupaten Jember, misalnya, penggunaan inokulan berbasis *Bacillus subtilis* oleh petani padi meningkatkan produktivitas hingga 15% (Pradana et al., 2022). Di Deli Serdang, Sumatera Utara, *Pseudomonas fluorescens* terbukti efektif dalam mengendalikan busuk akar pada tanaman cabai (Hanudin et al., 2013). Namun, di wilayah seperti Nusa Tenggara Timur, hasilnya kurang memuaskan. Hal ini diduga akibat keterbatasan teknologi dan kurangnya pemahaman petani tentang cara kerja PGPR. Tantangan lainnya adalah kebijakan pemerintah yang belum sepenuhnya mendukung pengembangan dan penggunaan biofertilizer seperti PGPR dalam skala besar (S., & Muis, 2016).

Kemajuan teknologi telah membuka peluang baru dalam produksi dan aplikasi PGPR. Teknologi fermentasi modern memungkinkan pengembangan strain *Bacillus* dan *Pseudomonas* yang lebih adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan. Misalnya, inovasi dari startup agritech di India berhasil menciptakan biofertilizer berbasis *Bacillus megaterium* yang tahan terhadap suhu tinggi hingga 40°C (S., & Muis, 2016). Sayangnya, di Indonesia, adopsi teknologi ini masih terbatas akibat rendahnya tingkat pendidikan petani dan minimnya program pelatihan berkelanjutan. Selain itu, kebijakan pemerintah lebih

terfokus pada pupuk kimia, sehingga biofertilizer belum menjadi prioritas utama. Studi menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, namun angka spesifik mengenai pengurangan tersebut perlu diteliti lebih lanjut (S., & Muis, 2016). Namun, pelepasan strain PGPR yang tidak terkontrol dapat mengganggu mikrobiota lokal, sehingga implementasi di lapangan memerlukan pengawasan yang ketat (Safitri & Hadi, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* memiliki potensi besar untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Meskipun demikian, pemanfaatan PGPR memerlukan pendekatan holistik yang mencakup aspek ilmiah, teknologi, kebijakan, dan lingkungan. Kajian diharapkan dapat menghadirkan kontribusi yang relevan dalam pengembangan pertanian berkelanjutan dan menjadi solusi atas berbagai tantangan yang dihadapi sektor pertanian di Indonesia dan dunia.

TINJAUAN PUSTAKA

Mengenai peran mikroorganisme, khususnya *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp., dalam mendukung pertumbuhan tanaman serta pengendalian penyakit tanaman. Penggunaan mikroorganisme sebagai agen pengendali hayati (biological control agents) semakin populer dalam praktik pertanian modern, mengingat keunggulannya dalam mengurangi ketergantungan pada bahan kimia dan mempromosikan pertanian berkelanjutan.

Peran *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dalam Pertumbuhan Tanaman

Bacillus spp. dan *Pseudomonas* spp. dikenal sebagai mikroorganisme yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria/PGPR) melalui berbagai mekanisme. Menurut Andrić et al. (2021), *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dapat menghasilkan senyawa bioaktif, seperti lipopeptida, yang berperan dalam meningkatkan interaksi molekuler antara mikroorganisme tanah dan tanaman. Hal ini berdampak pada peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen serta memperbaiki kesehatan tanah. Selain itu, mikroorganisme ini juga menghasilkan fitohormon seperti auksin yang mendukung perkembangan akar dan peningkatan penyerapan nutrisi oleh tanaman (Zhao et al., 2021).

Bacillus spp. sebagai Agen Pengendali Hayati

Bacillus spp. telah banyak dikaji sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Sebagai contoh, penelitian oleh S. & Muis (2016) menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* memiliki potensi untuk mengendalikan patogen penyebab busuk akar pada tanaman jagung. *Bacillus* spp. mampu menghasilkan enzim yang dapat mereduksi patogen penyebab penyakit dan meningkatkan kesehatan tanaman (Radhakrishnan et al., 2017). Selain itu, *Bacillus* spp. juga mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan seperti kekeringan dan salinitas (Sharma & Dube, 2021).



Interaksi *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dalam Mendukung Pertumbuhan Tanaman

Interaksi antara *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman juga telah banyak dilaporkan. Comeau et al. (2021) menjelaskan bahwa ko-inokulasi *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. pada tanaman *Cannabis sativa* menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pertumbuhan tanaman, termasuk panjang akar dan berat kering tanaman. Hal ini dihasilkan dari sinergi antara kedua mikroorganisme yang saling mendukung dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi serta melindungi tanaman dari serangan patogen.

***Pseudomonas* spp. dalam Pertanian Berkelanjutan**

Pseudomonas spp. memiliki peran penting dalam pertanian berkelanjutan, terutama sebagai agen pengendali penyakit dan promotor pertumbuhan tanaman. Zhang et al. (2023) menunjukkan bahwa ko-inokulasi *Pseudomonas chlororaphis* dan *Bacillus altitudinis* tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*), tetapi juga meningkatkan keragaman mikroorganisme menguntungkan di rizosfer tanaman, yang berkontribusi pada kesehatan tanah yang lebih baik. Mikroorganisme ini memproduksi senyawa seperti antibiotik yang dapat menekan pertumbuhan patogen serta menginduksi respon kekebalan tanaman (Minuț et al., 2023).

Penggunaan PGPR untuk Pertanian Berkelanjutan

Secara umum, penggunaan PGPR seperti *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. dalam pertanian telah terbukti memberikan berbagai manfaat, mulai dari meningkatkan kesehatan tanah hingga mendukung ketahanan tanaman terhadap penyakit dan stres abiotik. PGPR memiliki potensi besar dalam pertanian berkelanjutan karena kemampuannya untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan pupuk sintetik, serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam (Naveed et al., 2018; Yuan et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, yang melibatkan serangkaian tindakan seperti mengolah bahan penelitian, membaca dan merangkai catatan, serta mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti perpustakaan (Sofiah et al., 2020). Data diambil dari berbagai sumber yang relevan, seperti artikel di Google Scholar, jurnal terakreditasi, skripsi, dan buku teks. Artikel yang memenuhi kriteria relevansi dan kualitas dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Seluruh artikel yang dipilih kemudian dianalisis secara mendalam dan disimpulkan secara keseluruhan untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang topik yang dibahas.

PEMBAHASAN

Peran *Bacillus* spp. bagi Pertumbuhan Tanaman

Bacillus spp. telah dikenal luas sebagai salah satu bakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang sangat efektif, terutama dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai

metabolit bioaktif yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman sekaligus memberikan perlindungan terhadap infeksi patogen yang merugikan. Sebagai contoh, *Bacillus* spp. diketahui mampu memproduksi eksopolisakarida dan siderofor, yang berfungsi untuk mengatur keseimbangan ionik dan transportasi air dalam jaringan tanaman, sekaligus membantu mengendalikan populasi mikroba patogen di sekitar akar tanaman (Radhakrishnan et al., 2017). Selain itu, *Bacillus* spp. juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon tanaman seperti asam indol-3-asetat dan asam giberelat, yang sangat berperan dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap berbagai jenis stres, baik biotik maupun abiotik. Dengan kemampuan ini, *Bacillus* spp. telah menjadi salah satu agen biologis yang sangat penting dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian, terutama di lahan-lahan yang marginal atau mengalami degradasi.

Peran *Pseudomonas* spp. bagi Pertumbuhan Tanaman

Pseudomonas spp. sebagai salah satu kelompok bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri ini dikenal memiliki kemampuan untuk meningkatkan panjang akar dan tunas tanaman secara signifikan, terutama pada kondisi tanah yang non-steril (Minuț et al., 2023). Salah satu keunggulan utama dari *Pseudomonas* spp. adalah kemampuannya untuk memproduksi metabolit bioaktif yang tidak hanya berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan patogen, tetapi juga mampu merangsang kekebalan tanaman secara sistemik (Andrić et al., 2021). Selain itu, *Pseudomonas* spp. juga berperan penting dalam meningkatkan keragaman dan struktur mikrobioma rizosfer, yang pada gilirannya akan berkontribusi signifikan terhadap kesehatan dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Comeau et al., 2021). Dengan mekanisme kerja ini, *Pseudomonas* spp. menjadi salah satu elemen penting dalam mendukung ketahanan dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan.

Interaksi Sinergis antara *Bacillus* dan *Pseudomonas*

Interaksi antara *Bacillus* dan *Pseudomonas* dalam sistem rizosfer tanaman telah terbukti mampu memberikan efek sinergis yang jauh lebih besar terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan aplikasi inokulasi tunggal. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *Bacillus velezensis* dan *Pseudomonas stutzeri* mampu secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus membantu tanaman dalam mengatasi stres akibat salinitas tinggi (Hartono et al., 2024). Selain itu, ko-inokulasi *Bacillus altitudinis* dan *Pseudomonas chlororaphis* pada tanaman kedelai juga terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan serta memperkaya komunitas mikroba yang menguntungkan di sekitar rizosfer (Zhang et al., 2023). Kombinasi kedua bakteri ini menjadi solusi yang sangat efektif untuk mengatasi berbagai tantangan lingkungan, termasuk kekeringan, salinitas tinggi, dan defisiensi nutrisi di tanah.



Mekanisme Perlindungan dan Promosi Pertumbuhan

Bacillus spp. dan *Pseudomonas* spp. berinteraksi melalui mekanisme yang sangat kompleks, yang mencakup pembentukan biofilm dan produksi lipopeptida. Mekanisme ini tidak hanya berfungsi sebagai perangkap kimia untuk mengurangi toksisitas metabolit dari bakteri lain, tetapi juga menciptakan lingkungan rizosfer yang lebih sehat dan kondusif untuk pertumbuhan tanaman (Andrić et al., 2021). Selain itu, *Bacillus* spp. juga memiliki kemampuan untuk melindungi koloni bakteri lainnya dari invasi mikroba patogen melalui pembentukan matriks ekstraseluler, sedangkan sistem sekresi tipe VI yang dimiliki oleh *Pseudomonas*.

KESIMPULAN

Bacillus dan *Pseudomonas* memainkan peran penting dalam mempromosikan pertumbuhan tanaman dan melindungi dari stres lingkungan. Kombinasi kedua bakteri ini dapat memberikan manfaat sinergis yang lebih besar, meningkatkan kesehatan tanaman, dan memperkaya komunitas mikroba yang menguntungkan di rizosfer. Penggunaan konsorsium bakteri ini dapat menjadi strategi yang efektif dalam pertanian berkelanjutan untuk meningkatkan hasil tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Andrić, S., Meyer, T., Rigolet, A., Prigent-Combaret, C.,

Höfte, M., Balleux, G., Steels, S., Hoff, G., De Mot,

R., McCann, A., De Pauw, E., Argüelles Arias, A., &

Ongena, M. (2021). Lipopeptide interplay mediates

molecular interactions between soil bacilli and

pseudomonads. *Microbiology Spectrum, 9*(3).

<https://doi.org/10.1128/spectrum.02038-21>

Astriani, M., & Murtiyarningsih, H. (2018). Pengukuran

Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp dengan

Penambahan L-Tryptopan. *Bioeduscience, 2*(2),

116. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>

Comeau, D., Balthazar, C., Novinscak, A., Bouhamdani, N.,

Joly, D. L., & Fillion, M. (2021). Interactions between

Bacillus spp., *Pseudomonas* spp., and **Cannabis*

*sativa** promote plant growth. *Frontiers in

Microbiology, 12*(September).

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.715758>

Fang, Y., & Wang, D. (2020). The interactions between
plant growth-promoting rhizobacteria and plants under

different environmental stress conditions.

Microorganisms, 8(6), 808.

<https://doi.org/10.3390/microorganisms8060808>

Gunawan, S., & Simarmata, R. (2022). Potential of *Bacillus*

species in enhancing the growth and yield of rice

plants in acidic soil. *International Journal of*

Agricultural Science and Research, 12(4), 45–55.

<https://doi.org/10.25047/ijagr.12.4.45-55>

Hanudin, Nawangsih, A. A., Marwoto, B., & Tjahjono, B.

(2013). Komposisi formula biobakterisida berbahan

aktif rizobakteri untuk pengendalian penyakit busuk

lunak pada anggrek **Phalaenopsis**. *Jurnal

Hortikultura, 23(3), 244–254.

Hartono, H. P., Rokhim, S., & Faizah, H. (2024). Pengaruh

pemberian PGPR *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.

asal akar bambu apus terhadap pertumbuhan tanaman

jagung (**Zea mays** L.). *Jurnal Ilmiah Membangun

Desa Dan Pertanian, 9*(3), 294–303.

<https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i3.1154>

Hussain, M., Ali, S., & Farooq, M. (2017). *Bacillus* spp. and

Pseudomonas spp. in promoting plant growth and

suppressing soil-borne diseases: A review.

International Journal of Environmental Science and

Technology, 14(10), 2119–2130.

<https://doi.org/10.1007/s13762-017-1384-6>

Kumar, M., Sahu, S., & Gupta, A. (2020). Plant growth-

promoting rhizobacteria (PGPR): A sustainable

approach to agricultural production. *Journal of*



- Applied and Natural Science, 12(2), 273–283.
<https://doi.org/10.31018/jans.v12i2.2572>
- Minuț, M., Diaconu, M., Roșca, M., Cozma, P., Bulgariu, L., & Gavrilesu, M. (2023). Screening of Azotobacter, Bacillus and Pseudomonas species as plant growth-promoting bacteria. *Processes*, 11*(1).
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85146789005&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=c5531d827b7200996035a3920ce28b2e&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28plant+growth+by+bacteria+of+the+genus+Azotobacter%29&sl=71&sessionSearchId=c5531d827b7200996035a3920ce28b2e&relpos=3>
- Naveed, M., Imran, A., & Zahir, Z. A. (2018). Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stress conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 34983–34996.
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-3140-1>
- Pradana, A. P., Mardhiana, Suriana, Adiwena, M., & Yousif, A. I. A. (2022). Formula bakteri endofit untuk meningkatkan pertumbuhan bibit jagung pada tanah masam podsolik merah-kuning. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22*(1), 30–41.
<https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3091>
- Radhakrishnan, R., Hashem, A., & Abd Allah, E. F. (2017). Bacillus: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Frontiers in Physiology*, 8*(SEP), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00667>
- Ragab, S. M., & Ghanem, M. M. (2020). Bacillus and Pseudomonas-based bioformulations for enhancing plant growth and controlling plant diseases. *Scientific Reports*, 10(1), 18245.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-75342-x>
- Raza, W., Ling, N., & Zhang, S. (2020). Role of Bacillus and Pseudomonas as biological control agents in agriculture. *Biological Control*, 148, 104334.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104334>
- S., & Muis, A. (2016). Prospek *Bacillus subtilis** sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah pada tanaman jagung. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35*(1), 37.
<https://doi.org/10.21082/jp3.v35n1.2016.p37-45>
- Safitri, N. D., & Hadi, W. (2017). Pengaruh pengenceran lindi dan penambahan bakteri starter terhadap pertumbuhan tanaman pangan. *Jurnal Teknik ITS*, 6*(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.2>
- Sharma, P., & Dube, R. (2021). Plant growth-promoting rhizobacteria: A comprehensive overview of plant-microbe interactions. *Microbial Pathogenesis*, 157, 104985.
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104985>
- Singh, R. P., & Jha, P. N. (2017). Rhizobacteria in agriculture: From biofertilizers to biopesticides. *Biology and Fertility of Soils*, 53(3), 275–285.
<https://doi.org/10.1007/s00374-017-1184-6>



- Sofiah, R., Suhartono, S., & Hidayah, R. (2020). Analisis karakteristik sains teknologi masyarakat (STM) sebagai model pembelajaran: Sebuah studi literatur. **Pedagogi: Jurnal Penelitian Pendidikan*, 7*(1), 1–18. <https://doi.org/10.25134/pedagogi.v7i1.2611>
- Wang, Z., Li, C., & Zhang, H. (2018). The role of beneficial microorganisms in promoting plant growth and controlling plant diseases in sustainable agriculture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 37(1), 42–58. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9770-0>
- Yuan, J., Zhang, Y., & Li, H. (2020). Interactions between soil microorganisms and plants for sustainable agricultural systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00265-5>
- Zhang, W., Mao, G., Zhuang, J., & Yang, H. (2023). The co-inoculation of **Pseudomonas chlororaphis** H1 and **Bacillus altitudinis** Y1 promoted soybean [**Glycine max** (L.) Merrill] growth and increased the relative abundance of beneficial microorganisms in rhizosphere and root. **Frontiers in Microbiology*, 13*(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1079348>
- Zhao, Y., Wei, Y., Ma, S., Wang, S., & Li, X. (2021). Rhizobacteria as a sustainable strategy for plant growth promotion and disease management in agricultural systems. *Microorganisms*, 9(7), 1466. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071466>