

## Pengaruh PGPR Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Benih Kopi Arabika

### *Effect of PGPR Bamboo Roots on the Growth of Arabica Coffee Seeds*

Kasifah Kasifah\*, Anna Mu'awanah, Amanda Patappari Firmansyah, Nurson Petta Pudji

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, South Sulawesi 90221 Indonesia

Received 18 March 2022; Accepted 08 June 2022; Published 30 June 2022

#### ABSTRACT

Coffee beans take a longer time to germinate and need a method to solve it. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) found in plant roots can produce phytohormones that can break the dormancy of the seeds and stimulate the growth of Arabica coffee beans. This study aims to study on the effect of PGPR from the roots of yellow and green bamboo to the growth of arabica coffee seeds. The experiment used a randomized block design with the first factor being the type of bamboo roots, namely yellow bamboo and green bamboo. The second factor was the concentration of PGPR which consisted of 4 (four) levels of PGPR concentration in water that are control (no treatment, 10, 20, and 30 ml.L<sup>-1</sup> water). The results showed that the application of PGPR from bamboo roots had a significant effect on plant height, the number of leaves, fresh weight of crown plants, leaf fresh weight, shoot dry weight, and leaf dry weight of arabica coffee seeds. The application of PGPR from yellow bamboo roots with a concentration of 30 ml.L<sup>-1</sup> gave a significantly effect on the growth of arabica coffee seeds. PGPR with a concentration of 30 ml.L<sup>-1</sup> is suitable due to accelerating the growth of Arabica coffee seeds so that it becomes a solution in Arabica coffee seeds development.

**Keywords:** Coffee beans; Germination; PGPR

**Cite this as (CSE Style):** Kasifah K, Mu'awanah A, Firmansyah AP, Pudji NP. 2022. Pengaruh PGPR perakaran bambu terhadap pertumbuhan benih kopi arabika. *Agrotechnology Res J.* 6(1):61–66. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.60168>.

#### PENDAHULUAN

Kopi arabika (*Coffea arabica* L.) termasuk tanaman tahunan yang memiliki kendala dalam proses peremajaan karena sulitnya proses perkecambahan benih. Benih kopi membutuhkan waktu yang lama untuk berkecambah, yang disebabkan oleh biji kopi yang keras dan impermeabel (Andini dan Sesanti 2018), sehingga air dan udara sulit masuk ke dalam biji. Biji kopi arabika sering mengalami dormansi meskipun ditempatkan pada kondisi yang ideal. Benih kopi yang ditanam di dataran rendah dengan suhu 30°C-35°C memerlukan waktu untuk berkecambah selama 3 hingga 4 minggu, dan 4 sampai 6 minggu pada dataran tinggi (Andini dan Sesanti 2018). Pertumbuhan benih kopi arabika juga sangat lambat. Menurut (Andini dan Sesanti 2018) untuk mencapai stadium serdadu, membutuhkan waktu sekitar 4 sampai 6 minggu, sedangkan untuk mencapai stadium kepelan membutuhkan waktu 8 hingga 10 minggu setelah tanam. Upaya untuk mematahkan dormansi dan

mempercepat perkecambahan benih kopi, diperlukan perlakuan khusus pada benih kopi, yaitu melalui penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

PGPR merupakan kumpulan bakteri yang berkoloni hidup di daerah perakaran (Marom dan Bintoro 2017; Merdia et al. 2020). PGPR memiliki kemampuan sebagai biostimulan (Khalim and Wirya 2020; Guerrieri et. al. 2020; Merdia et. al. 2020), sehingga pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi baik langsung ataupun tidak langsung (Aiman et. al. 2015; Mhlongo et. al. 2020; Merdia et. al. 2020) melalui satu atau lebih mekanisme. PGPR dapat menyintesis fitohormon (Khan et. al. 2018; Tang et. al. 2018; Gholami et. al. 2019; Domenico 2020) antara lain asam indolasetat, gibberellin, etilen, sitokinin. PGPR sebagai penghasil fitohormon mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman khususnya sel-sel pada titik tumbuh. Hormon gibberellin dalam PGPR, mampu mematahkan dormansi pada biji (Polhaupessy dan Sinay 2014; Widyati 2017).

PGPR berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan dan perakaran tanaman *Portulacaria afra* dalam pot (Domenico 2020). PGPR berfungsi sebagai promotor pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan, karena koloni bakteri dari PGPR yang menguasai

\*Corresponding Author:  
E-mail: [kasifah66@gmail.com](mailto:kasifah66@gmail.com)

lingkungan rhizosfer tanaman, berperan sebagai pupuk hayati, sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan hara esensial bagi tanaman (Singh 2018).

Perakaran bambu diketahui mengandung PGPR (Syamsiah dan Royani 2014). Akar bambu mengandung *Pseudomonas flourensens* dan *Bacillus polymixa* sebagai penghasil enzim dan fitohormon asam indolasetat (IAA), sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Mulyawan et al. 2019). Akar bambu mengandung enzim lignoselulase (Syamsiah dan Royani 2014) yang berperan sebagai biokatalisator dalam proses mineralisasi unsur hara dan perombakan bahan organik (Mulyawan et al. 2019). Efek PGPR terhadap pertumbuhan tanaman, tidak terlepas dari fungsi PGPR sebagai biostimulan dan biofertilizer bagi tanaman (Gholami et al. 2019; Khalim dan Wiryana 2020; Basu et al. 2021).

Pengaruh PGPR terhadap pertumbuhan tanaman sudah banyak diketahui, Namun, pengaruh PGPR khususnya yang berasal dari perakaran bambu kuning dan bambu hijau pada pertumbuhan bibit kopi arabika belum banyak diketahui dan masih perlu diteliti. Penelitian penggunaan PGPR perakaran bambu untuk memecahkan dormansi biji kopi arabika, telah dilakukan oleh Muawwana et al. (2022), bahwa penggunaan PGPR dari perakaran bambu, menghasilkan perkecambahan pada biji kopi arabika Sigarar Ateng sebesar 94% dengan laju tercepat pada 6 HST. Penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk mengetahui sejauh mana PGPR bambu kuning dan bambu hijau berpengaruh terhadap pertumbuhan benih kopi arabika. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh PGPR dari perakaran bambu terhadap pertumbuhan benih kopi arabika.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2021 hingga Januari 2022 di Laboratorium dan Green House Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar (5°18'24,7" LS dan 119°44'11,4" BT). Percobaan ini menggunakan bahan yakni benih kopi arabika, akar bambu kuning, akar bambu hijau, aquades, gula pasir, terasi, dedak halus, air kapur dan tanah sebagai media pertumbuhan tanaman. Alat yang digunakan meliputi stiroform, botol plastik, jerigen, beaker glass, baskom, ember, hand sprayer, meteran, timbangan analitis, stopwatch, label, dan alat tulis menulis. Pelaksanaan percobaan dimulai dengan membuat larutan PGPR dari perakaran bambu. Cara pembuatan PGPR dari perakaran bambu dilakukan dengan menimbang masing-masing akar bambu kuning dan bambu hijau sebanyak 100 g ke dalam 1,5 L aquades selama 3 hari. Setelah itu, campurkan 400 g gula pasir, 200 g terasi, 1 kg dedak halus, 5 g kapur ke dalam 10 L air yang sudah direbus selama 20 menit. Saring campuran dan simpan ke dalam jerigen untuk inkubasi. Selama proses inkubasi, campuran dikocok sekali sehari. Inkubasi dilakukan selama 14 hari, dan setelah itu PGPR siap digunakan. Aplikasi PGPR pada benih kopi arabika dilakukan melalui perendaman 24 jam dalam larutan PGPR sesuai dosis yang telah ditetapkan. Benih kopi yang sudah diberi perlakuan, ditanam ke dalam media tanam dengan campuran

tanah:pasir:sekam (1:1:1) yang telah disterilkan (Andini dan Sesanti 2018). Percobaan di Green house, digunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) 4 x 2 faktor, sehingga diperoleh 8 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah jenis bambu yakni B1 (akar bambu kuning) dan B2 (akar bambu hijau), dan faktor kedua yaitu konsentrasi PGPR empat (4) taraf, yaitu P0 (Kontrol), P1 (konsentrasi PGPR 10 ml.L<sup>-1</sup> air), P2 (konsentrasi PGPR 20 ml.L<sup>-1</sup> air) dan P3 (konsentrasi PGPR 30 ml.L<sup>-1</sup> air).



Gambar 1. Bambo kuning dan akar bambo kuning



Gambar 2. Bambo hijau dan akar bambo hijau

Variabel pengamatan meliputi: tinggi bibit kopi arabika (pengukuran dilakukan dengan memakai mistar dari pangkal akar sampai pucuk daun tertinggi); jumlah daun (menghitung daun yang sudah terbuka penuh pada saat akhir pengamatan/90 HST); berat segar tajuk, daun

dan akar (ditimbang berat segar pada akhir pengamatan yaitu 90 HST dengan menggunakan timbangan analitik); panjang akar (diukur dari pangkal akar ke ujung akar paling panjang dalam cm); berat kering tajuk, dan berat kering daun, serta berat kering akar (ditimbang berat kering sesudah dioven dengan suhu 600C selama 2 x 24 jam). Analisis data menggunakan Uji *F* (Uji Anova) dengan taraf kepercayaan 95% (0,05). Jika hasil Anova berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan, maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan jenis bambu (bambu kuning dan bambu hijau), tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika. Namun, perlakuan konsentrasi PGPR dari akar bambu kuning dan bambu hijau, menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar tajuk, berat segar daun, berat kering tajuk, dan berat kering daun bibit kopi arabika. Perlakuan konsentrasi PGPR menghasilkan pengaruh yang tidak nyata pada pertumbuhan bibit kopi arabika di antaranya pada panjang akar, berat segar akar, dan berat kering akar. Interaksi antara jenis bambu dengan dosis PGPR memberikan pengaruh tidak nyata pada variabel pertumbuhan bibit kopi arabika.

Hasil pengamatan panjang akar bibit kopi arabika menunjukkan, bahwa perlakuan PGPR dengan berbagai konsentrasi, panjang akarnya lebih panjang dibanding dengan kontrol ([Gambar 3](#)). Perlakuan B2P2 (PGPR bambu kuning dengan konsentrasi 20 ml.L<sup>-1</sup> air) didapatkan akar paling panjang dibanding dengan perlakuan lainnya. PGPR bambu kuning menghasilkan panjang akar yang lebih panjang dari PGPR bambu hijau. Konsentrasi PGPR sebesar 20 ml.L<sup>-1</sup> air (P2), menghasilkan panjang akar yang lebih panjang dibanding konsentrasi perlakuan lainnya, yaitu 10 air (P1) dan 30 ml.L<sup>-1</sup> air (P3).

PGPR bambu kuning dan bambu hijau dengan berbagai konsentrasi, menghasilkan berat segar akar bibit kopi arabika lebih banyak dibanding kontrol.

Pemberian PGPR bambu kuning dan bambu hijau dengan konsentrasi 30 ml.L<sup>-1</sup>, mendapatkan berat segar akar terbanyak dibanding dengan perlakuan lainnya dan kontrol. Demikian halnya dengan berat kering akar bibit kopi arabika, perlakuan PGPR bambu kuning pada konsentrasi 10 ml.L<sup>-1</sup> dan 30 ml.L<sup>-1</sup>, diperoleh berat kering akar yang lebih baik dibanding dengan kontrol ([Gambar 4](#)).

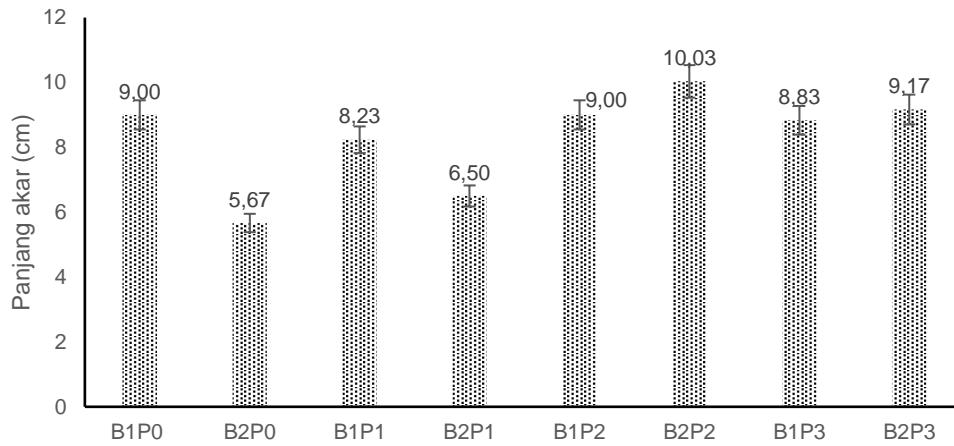
Perlakuan PGPR dengan berbagai konsentrasi setelah dianalisis uji lanjut BNT dengan taraf kepercayaan 95% memperlihatkan, bahwa PGPR menghasilkan pengaruh pada pertumbuhan bibit kopi arabika yang berbeda nyata, antara lain pada tinggi bibit kopi arabika, jumlah daun yang membuka sempurna, berat segar tajuk, berat segar daun, berat kering tajuk dan berat kering daun ([Tabel 1](#)). Hal ini dinyatakan oleh [Guerrieri et al. \(2020\)](#) bahwa PGPR sebagai rhizobakteria mempercepat pertumbuhan tanaman dan berperan sebagai biokontrol bagi tanaman ([Singh et. al. 2017](#); [Merdia et. al. 2020](#)). Jenis bambu (bambu kuning dan bambu hijau) sebagai sumber PGPR tidak menghasilkan pertumbuhan bibit kopi arabika yang berbeda nyata.

Tinggi tanaman bibit kopi arabika yang diberi PGPR dengan konsentrasi 30 ml.L<sup>-1</sup>, menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Tinggi tanaman yang didapatkan pada perlakuan P3 menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata dengan konsentrasi PGPR 20 dan 10 ml.L<sup>-1</sup>, tetapi berbeda nyata dengan kontrol ([Tabel 1](#)). Konsentrasi PGPR yang meningkat, menyebabkan tinggi tanaman juga meningkat ([Murtinah et al. 2020](#)). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi PGPR menyebabkan tinggi bibit kopi arabika meningkat. PGPR menyebabkan serapan unsur hara nitrogen (N) lebih optimal sehingga dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan vegetatif tanaman ([Singh 2018](#); [Khalim dan Wirya 2020](#)). [Sulistyoningtyas et al. \(2017\)](#) menjelaskan bahwa konsentrasi PGPR yang diberikan pada tanaman memberikan hasil yang setara dengan pertumbuhan tanaman.

**Tabel 1. Pengaruh PGPR bambu hijau dan kuning serta dosis terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar tajuk dan daun, serta berat kering tajuk dan daun bibit kopi arabika**

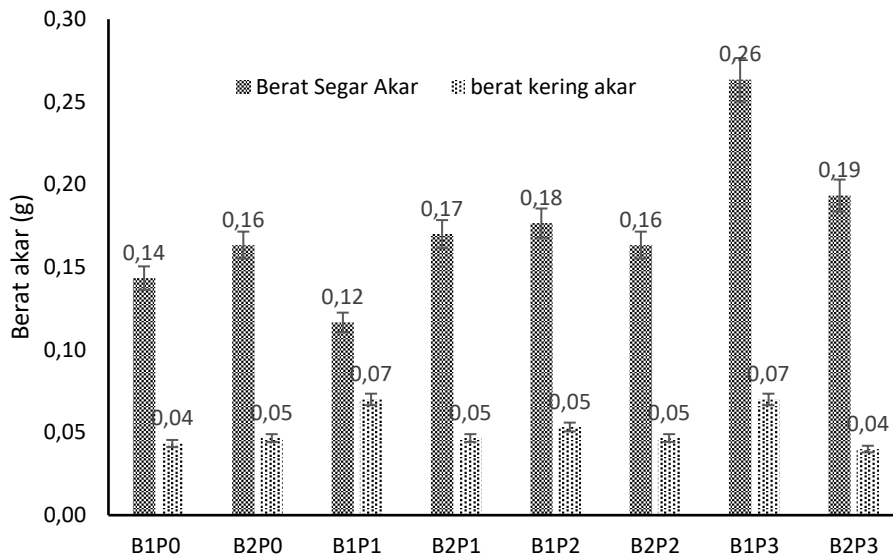
Jenis bambu	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Berat segar tajuk (g)	Berat segar daun (g)	Berat kering tajuk (g)	Berat kering daun (g)
Bambu kuning	11,48±1,31 a	5,00±0,58 a	2,03±0,63 a	1,00±0,43 a	0,54±0,17 a	0,29±0,12 a
Bambu hijau	10,53±0,90 a	4,83±0,29 a	1,67±0,40 a	0,76±0,30 a	0,50±0,11 a	0,20±0,28 a
PGPR (ml.L <sup>-1</sup> )						
0	9,18±1,07 a	4,00±0,00 a	1,41±0,80 a	0,44±0,28 a	0,39±0,13 a	0,11±0,08 a
10	10,33±1,13 b	4,34±0,58 a	1,35±0,37 a	0,53±0,29 a	0,37±0,12 a	0,12±0,09 ab
20	11,67±1,04 b	5,67±0,58 b	2,00±0,37ab	1,06±0,35 b	0,59±0,14 b	0,26±0,15 bc
30	12,83±1,18 b	5,67±0,58 b	2,61±0,51 b	1,50±0,55 b	0,73±0,16 b	0,34±0,48 c

**Keterangan:** Angka-angka yang disertai huruf yang sama di kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 0,05



**Gambar 3.** Pengaruh jenis akar bambu dan konsentrasi PGPR terhadap panjang akar bibit kopi arabika

**Keterangan:** B1P0: Kontrol (bambu kuning); B1P1: PGPR bambu kuning, 10 ml.L<sup>-1</sup> air; B1P2: PGPR bambu kuning, 20 ml.L<sup>-1</sup>; B1P3: PGPR bambu kuning, 30 ml.L<sup>-1</sup>; B2P0: Kontrol (Bambu hijau); B2P1: PGPR bambu hijau; 10 ml.L<sup>-1</sup>; B2P2: PGPR bambu hijau; 20 ml.L<sup>-1</sup>; B2P3: PGPR bambu hijau, 30 ml.L<sup>-1</sup>.



**Gambar 4.** Pengaruh jenis akar bambu dan konsentrasi PGPR terhadap berat segar akar dan berat kering akar bibit kopi arabika

**Keterangan:** B1P0: Kontrol (bambu kuning); B1P1: PGPR bambu kuning, 10 ml.L<sup>-1</sup>; B1P2: PGPR bambu kuning, 20 ml.L<sup>-1</sup>; B1P3: PGPR bambu kuning, 30 ml.L<sup>-1</sup>; B2P0: Kontrol (Bambu hijau); B2P1: PGPR bambu hijau; 10 ml.L<sup>-1</sup>; B2P2: PGPR bambu hijau; 20 ml.L<sup>-1</sup>; B2P3: PGPR bambu hijau, 30 ml.L<sup>-1</sup>.

Jumlah daun tertinggi dihasilkan dengan aplikasi PGPR 20 dan 30 ml.L<sup>-1</sup>, hasilnya berbeda nyata pada aplikasi PGPR 10 ml.L<sup>-1</sup> air, serta kontrol. Aplikasi PGPR dari perakaran jenis bambu kuning dan bambu hijau, sama-sama menunjukkan hasil yang sama karena keduanya mempunyai kandungan PGPR yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman khususnya dalam perbanyakkan daun. Marom dan Bintoro (2017); Pan et al. (2019); dan Tang et al. (2018) menyatakan bahwa PGPR membantu ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor. Hal ini disebabkan, perakaran bambu mengandung bakteri penambat nitrogen sehingga mempengaruhi ketersediaan nitrogen bagi tanaman (Yulistiana et al. 2020; Wilujeng et al. 2022). Perakaran bambu juga banyak mengandung

bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas fluorescens*, yang berperan dalam meningkatkan kelarutan fosfat dari dalam tanah sehingga mudah diserap dan tersedia bagi tanaman (Yulistiana et al. 2020). Sari et al. (2021) menjelaskan bahwa ketersediaan unsur hara dipengaruhi oleh jenis akar bambu yang mempunyai kandungan PGPR yang tinggi. PGPR menyebabkan pertumbuhan tanaman meningkat, karena disebabkan oleh peningkatan penyerapan hara mineral, peningkatan produksi fitohormon, dan penyerapan nitrogen bebas dari udara (Khanna et. al. 2019; Walida et. al. 2018).

Berat segar tajuk tertinggi diperoleh dengan PGPR 30 ml.L<sup>-1</sup> air (P3), yang berbeda tidak nyata pada berat segar tajuk dengan mengaplikasikan PGPR konsentrasi 20 ml.L<sup>-1</sup> air (P2). Perlakuan P1 (PGPR 10 ml.L<sup>-1</sup> air

diperoleh berat segar tajuk yang berbeda tidak nyata dengan kontrol. Demikian halnya pada pengamatan berat kering tajuk, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 30 ml.L<sup>-1</sup> menghasilkan berat kering tajuk tertinggi, yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan PGPR konsentrasi 20 ml.L<sup>-1</sup>, tetapi berbeda nyata pada berat kering tajuk yang dihasilkan dari perlakuan PGPR konsentrasi 10 ml.L<sup>-1</sup> dan kontrol.

Akar bambu sebagai bahan utama, pembuatan PGPR dapat mendukung pertumbuhan tanaman khusus berat segar tajuk dan berat kering tajuk, karena PGPR memiliki nutrisi sehingga membuat perkembangan tanaman menjadi meningkat. Faktor tersebut mempengaruhi proses fotosintesis tanaman dan kadar klorofil berat segar (Srirejeki et al. 2015). Hal ini dinyatakan oleh (Khanna et al. 2019) bahwa PGPR meningkatkan efisiensi fotosintesis dan mempengaruhi peningkatan kandungan pigmen fotosintesis tanaman. Mulyawan et al. (2019) menyatakan, fitohormon dari enzim asam indol asetat (IAA) yang terdapat dalam PGPR, berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman. Selain itu, PGPR juga mengandung fitohormon di antaranya gibberellin, sitokinin, dan etilen yang menstimulir pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (Marom dan Bintoro 2017).

Hasil tertinggi pada pengamatan berat segar maupun berat kering daun, diperoleh pada perlakuan PGPR dosis 30 ml.L<sup>-1</sup> air, yang berbeda tidak nyata dengan PGPR konsentrasi 20 ml.L<sup>-1</sup>, tetapi berbeda nyata dengan berat segar dan berat kering daun pada konsentrasi PGPR 10 ml.L<sup>-1</sup> dan kontrol. Aplikasi PGPR dapat meningkatkan mikroorganisme yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. PGPR sebagai biostimulan dengan cara menyintesis hormon tumbuh seperti gibberellin, AIA, sitokinin, dan etilen, yang mampu merangsang dan memacu pertumbuhan tanaman (Marom dan Bintoro 2017). PGPR mengandung mikroorganisme yang mampu memfiksasi N<sub>2</sub> dari udara dan bakteri pelarut fosfat yang menyebabkan ketersediaan fosfat meningkat dan mempengaruhi berat segar dan berat kering tanaman (Marom dan Bintoro 2017; Khalim dan Wiryana 2020; Yulistiana et al. 2020). Peran PGPR sebagai biofertilizer (Gholami et al. 2019; Basu et al. 2021) dan fitohormon, menyebabkan pertumbuhan maupun produksi tanaman meningkat, demikian pula terhadap peningkatan kesuburan tanah (Arta et al. 2019). PGPR meningkatkan efisiensi pemupukan (Artyszak dan Gozdowski 2020).

Aplikasi dengan berbagai jenis bambu menunjukkan rata-rata tertinggi diperoleh dari jenis akar bambu kuning meskipun rata-rata tidak berbeda jauh dengan perlakuan jenis bambu hijau. Hal ini disebabkan, bambu kuning banyak terkolonisasi bakteri (*Pseudomonas fluorescens*) (Istiqomah et al. 2016). Bakteri ini mampu meningkatkan solubilitas hara fosfor (P) di dalam tanah (Mulyawan et al. 2019; Pan et al. 2019; Sitepu et al. 2019). Enzim lignoselulase dari akar bambu, berperan sebagai biokatalisator sehingga mampu meningkatkan proses mineralisasi unsur hara yang terdapat dalam bahan organik (Syamsiah dan Royani 2014). *Pseudomonas sp* memiliki strain yang dapat melindungi tanaman dari patogen, utamanya fungi dari tanah. Bakteri (*Pseudomonas fluorescens*) mengeksudasi antibiotik

untuk mencegah dan mengurangi aktivitas patogen jamur (berfungsi sebagai anti jamur) (Cynthia 2018; Merdia et al. 2020), sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

## KESIMPULAN

PGPR dari perakaran bambu menghasilkan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan bibit kopi arabika. Aplikasi PGPR dari perakaran bambu kuning pada dosis 30 ml.L<sup>-1</sup> meningkatkan pertumbuhan tanaman bibit kopi arabika, di antaranya tinggi bibit, jumlah daun, berat segar tajuk tanaman, berat segar daun, berat kering tajuk, dan berat kering daun bibit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aiman U, Sriwijaya B, Ramadani G. 2015. Pengaruh saat pemberian PGPRM (*Plant Growth Promoting Rhizospheric Microorganism*) terhadap pertumbuhan dan hasil buncis Perancis. Dalam: The 2nd University Research Colloquium (URECOL) 2015. Prosiding Bidang Pendidikan, Humaniora, dan Agama; 29 Agustus 2015; Semarang, ID. Semarang (ID): LPPM UNIMUS - Konsorsium se Jateng DIY.
- Andini SN, Sesanti RN. 2018. Upaya mempercepat perkecambahan benih kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) dengan Penggunaan Air Kelapa. J Wacana Pertan. 14(1):10–16.
- Arta BP, Noor GMS, Makalew AM. 2019. Respon cabai rawit varietas hiyung (*Capsicum frutescens* L.) terhadap konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada ultisol di Kabupaten Tanah Laut. J Agroekotek View. 2(1):1–8.
- Artyszak A, Gozdowski D. 2020. The effect of growth activators and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the soil properties, root yield, and technological quality of sugar beet. Agronomy. 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091262>.
- Basu A, Prasad P, Das SN, Kalam S, Sayyed RZ, Reddy MS, Enshasy H El. 2021. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: Recent developments, constraints, and prospects. Sustain. 13(3):1–20. <https://doi.org/10.3390/su13031140>.
- Cynthia A. 2018. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap serangan Spodoptera litura Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kedelai [Skripsi]. Medan (ID): Sumatera Utara.
- Domenico P. 2020. Plant growth promoting Rhizobacteria: increase of vegetative and roots biomass in *Portulacaria afra*. GSC Adv Res Rev. 2(2):001–007. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2020.2.2.0005>.
- Gholami A, S. Shahsavani, Nezarat S. 2019. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* L. Moench. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 3(1):9–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012022>.
- Guerrieri MC, Fanfoni E, Fiorini A, Trevisan M, Puglisi E. 2020. Isolation and screening of extracellular PGPR from the rhizosphere of tomato plants after long-term

- reduced tillage and cover crops. *Plants*. 9(5):1-21. <https://doi.org/10.3390/plants9050668>.
- Istiqomah N, Adriani F, Rodina N. 2016. Kandungan unsur hara kompos eceng gondok yang dikomposkan dengan berbagai macam PGPR. 8(1):1-10.
- Khalim K, Wiry GNAS. 2020. Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacteria untuk biosimulants dan bioprotectans. *Ecotroph*. 4(2):131–135.
- Khan N, Bano A, Zandi P. 2018. Effects of exogenously applied plant growth regulators in combination with pgpr on the physiology and root growth of chickpea (*Cicer arietinum*) and their role in drought tolerance. *J Plant Interact*. 13(1):239–247. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1471527>.
- Khanna K, Jamwal VL, Gandhi SG, Ohri P, Bhardwaj R. 2019. Metal resistant PGPR lowered Cd uptake and expression of metal transporter genes with improved growth and photosynthetic pigments in *Lycopersicon esculentum* under metal toxicity. *Sci Rep*. 9(1):1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41899-3>.
- Marom N, Bintoro M. 2017. Uji efektivitas waktu pemberian dan konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap produksi dan mutu benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agriprima, J Appl Agric Sci*. 1(2):174-184. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i2.43>.
- Merdia B, Rokaia BM, Kheira F, Asmaa B. 2020. Biological control by Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Alger J Biosci*. 1(2):30–36.
- Mhlongo MI, Piater LA, Steenkamp PA, Labuschagne N, Dubery IA. 2020. Metabolic profiling of PGPR-treated tomato plants reveal priming-related adaptations of secondary metabolites and aromatic amino acids. *Metabolites*. 10(5). <https://doi.org/10.3390/metabo10050210>.
- Muawwana A, Firmansyah AP, Kasifah. 2022. Perkecambahan biji kopi sigarar ateng setelah aplikasi PGPR dari dua jenis akar bambu. *J Agrotan*. 8(1):2–4.
- Mulyawan R, Tri Indriyati L, Widiastuti H, Sabiham S. 2019. Uji aktivitas lakase dan selulase pada lignoselulosa gambut dengan berbagai kadar air. *J Ilmu Pertan Indones*. 24(1):20–27. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.1.20>.
- Murtinah M, Fuskhah E, Darmawati A. 2020. Pertumbuhan dan produksi kedelai hitam (*Glycine max* L. Merrill) pada berbagai jenis pupuk kandang dan konsentrasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Bul Anat Fisiol*, 5(1):52-59. <https://doi.org/10.14710/baf.5.1.2020.52-59>
- Pan J, Peng F, Xue X, You Q, Zhang W, Wang T, Huang C. 2019. The growth promotion of two salt-tolerant plant groups with PGPR inoculation: A meta-analysis. *Sustainability*. 11(2):378. <https://doi.org/10.3390/su11020378>.
- Polhaupessy S, Sinay H. 2014. Pengaruh konsentrasi giberelin dan lama perendaman terhadap perkecambahan biji sirsak (*Annona muricata* L.). *BIOPENDIX J Biol Pendidik Terap*. 1(1):73–79. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue1page73-79>.
- Sari IJ, Wahyuni I, Khastini RO, Awaliyati E, Susilowati A, Utari E, Aryantha INP. 2021. Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on *Capcissum annum*. *J Biodjati*. 6(2):255–263. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v6i2.13191>.
- Singh H, Jaiswal V, Singh S, Tiwari S, Singh B, Katiyar D. 2017. Antagonistic compounds producing plant growth promoting rhizobacteria: a tool for management of plant disease. *J Adv Microbiol*. 3(4):1–12. <https://doi.org/10.9734/jamb/2017/33368>.
- Singh I. 2018. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their various mechanisms for plant growth enhancement in stressful conditions: a review. *Eur J Biol Res*. 8(4):191–213. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1455995>.
- Sitepu IR, Hashidoko Y, Santoso E, Tahara S. 2019. Growth-promoting properties of bacteria isolated from dipterocarp plants of acidic lowland tropical peat forest in Central Kalimantan, Indonesia. *Indones J Forest Res*. 6(2):96–118.
- Srirejeki DI, Maghfoer MD, Herlina N. 2015. Meningkatkan produktivitas tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) tipe tegak application pgpr and dekamon with shoot pruning increase productivity of french beans-upright type (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Prod Tanam*. 3(4):302–310.
- Sulistyoningtyas ME, Roviq M, Wardiyati T. 2017. Pengaruh Pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada Pertumbuhan Bud Chip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J Prod Tanam*. 5(3):396–403.
- Syamsiah M, Royani. 2014. Respon pertumbuhan dan produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) terhadap pemberian PGPR (*plant growth promoting rhizobakteri*) dari akar bambu dan urine kelinci. *Agroscience*. 4(2):109–114.
- Walida H, Siregar AA, Prawanda A. 2018. Isolasi bakteri dari rendaman akar bambu dan respon pemberiannya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L). *J Agroplasma Labuhanbatu*. 5(1):1–9.
- Widyati E. 2017. Peranan fitohormon pada pertumbuhan tanaman dan implikasinya terhadap pengelolaan hutan. *Fitohormon*. 2(3):11–23.
- Wilujeng S, Susila R, Wangi M, Darliana I, Solihat RF. 2022. Efektifitas PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap pertumbuhan anakan kayu putih (*malaleuca cajuputi* powell). *J Agrotek Indones*. 33(6):29–33.
- Yulistiana E, Widowati H, Sutanto A. 2020. *Plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dari akar bambu apus (*Gigantochola apus*) meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Biolova*. 1(1):1–6. <https://doi.org/10.24127/biolova.v1i1.23>.