



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
 pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
 Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Pengaruh aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) terhadap *cherelle wilt* dan kualitas hasil kakao

Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) application on Cherelle wilt and cocoa yield quality

Yohana Theresia Maria Astuti^{1*}

¹ Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

*Email korespondensi: astutimaria2000@gmail.com

ABSTRACT

Article history

Received : March 22, 2022

Accepted : September 15, 2022

Published : September 30, 2022

Keyword

Cherelle wilt, cocoa, PGPR

Introduction: This study aims to reduce *cherelle wilt* with *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) application. The study was conducted in July – December 2021. **Methods:** The study used an experimental method with a completely randomized design. Factor I PGPR applications consist of 3 kinds namely control, EM4 and PGPR. Factor II varieties consist of 2 kinds namely Sul 01 and MCC 01. **Results:** The results showed that there was no significant interaction between the application of biofertilizer and cocoa varieties. The number of *cherelle wilt* in the application of PGPR and EM4 was lower than that of the control, on the other hand the number of new pods/plant calculated the beginning until 4 months after application of PGPR and EM4 was higher than the control. The weight of 100 cocoa fermented beans in PGPR application was better than EM4 and control. The content of N and P available in the soil in the application of biofertilizer was higher than the control. The number of *cherelle wilt* and new pods were the same in the different varieties. **Conclusion:** The conclusion was the application of PGPR decreased the number of *cherelle wilt* of cocoa, increased the number of new pod, and increased the weight of 100 cocoa fermented bean. The application of PGPR and EM4 increased the available N dan P content in the soil. The difference of variety did not affect on *cherelle wilt*, but the quality of cocoa beans in MCC 01 was greater than Sul 01.

ABSTRAK

Riwayat artikel

Dikirim : 22 Maret, 2022

Disetujui : 15 September, 2022

Diterbitkan: 30 September, 2022

Kata kunci

Cherelle wilt, kakao, PGPR

Pendahuluan: Penelitian bertujuan untuk melakukan upaya menurunkan *cherelle wilt* (layu buah muda) dan meningkatkan kualitas hasil kakao dengan aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Desember 2021. **Metode:** Metode yang digunakan adalah metode percobaan dengan rancangan acak lengkap. Faktor I aplikasi *biofertilizer* terdiri dari 3 macam, yaitu kontrol, aplikasi EM4, aplikasi PGPR. Faktor II varietas kakao terdiri dari 2 macam yaitu Sul 01 dan MCC 01. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi nyata antara aplikasi *biofertilizer* dan varietas kakao. Jumlah *cherelle wilt* pada aplikasi PGPR dan EM4 lebih rendah dibandingkan kontrol, sebaliknya jumlah buah baru/tanaman sejak awal penelitian sampai 4 bulan aplikasi PGPR dan EM4 lebih banyak dibandingkan kontrol. Berat 100 biji *fermented* kakao pada aplikasi PGPR lebih baik dibandingkan EM4 dan kontrol. Kandungan N dan P tersedia di dalam tanah pada aplikasi *biofertilizer* lebih tinggi dibandingkan kontrol. Jumlah *cherelle wilt* dan jumlah buah baru sama besar pada perbedaan varietas. **Kesimpulan:** Kesimpulan penelitian ini bahwa aplikasi PGPR menurunkan *cherelle wilt*, meningkatkan jumlah buah baru, serta meningkatkan berat 100 biji *fermented* kakao. Aplikasi PGPR dan EM4 sebagai *biofertilizer* meningkatkan kandungan N dan P tersedia di dalam tanah. Perbedaan varietas tidak mempengaruhi *cherelle wilt*, namun kualitas biji kakao pada varietas MCC 01 lebih besar dibandingkan Sul 01.

Sitasi: Astuti, Y. T. M. (2022). Pengaruh aplikasi *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) terhadap *cherelle wilt* dan kualitas hasil kakao. *Agromix*, 13(2), 227-234. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.2998>

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*, L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting dalam perekonomian Indonesia, yang menempati posisi sebagai produsen kakao nomor tiga terbanyak di dunia dengan share 15% setelah Ghana sebesar 16% dan Pantai Gading 40% (Ortiz, 2016; Nurhadi dkk., 2019). Luas areal tanaman kakao di Indonesia pada tahun 2019 sekitar 1.592.562 ha dengan produksi biji kakao 774.195 ton. Dengan demikian tingkat produktivitas nasional sekitar 486,13 kg ha⁻¹ th⁻¹ (Subdit Statistik Tanaman Perkebunan, 2020). Dari uraian di atas terlihat produktivitas perkebunan kakao di Indonesia masih di bawah potensi produktivitas tanaman kakao yang dapat mencapai rata-rata 2000 kg ha⁻¹ th⁻¹ (Rubiyo & Siswanto, 2012). Faktor pembatas produktivitas kakao setelah ditanam dalam skala perkebunan cukup banyak, satu di antaranya adalah gangguan fisiologis yang disebut layu buah muda (*cherelle wilt*). Tingkat *Cherelle wilt* dapat mencapai 7 – 92,5% dari seluruh buah hasil polinasi bunga kakao. Penyebab *cherelle wilt* secara fisiologis diduga akibat kompetisi fotosintat, air, unsur hara, *pollen incompatibility* dan fitohormon (Astuti dkk., 2011a; Dewi dkk., 2020; Melnick, 2016; Melnick et al., 2013). Peran fitohormon dalam perkembangan buah kakao dinyatakan dalam penelitian yang menunjukkan adanya ekspresi gen TcPIN I yang mengatur sintesis auksin dan ekspresi gen TcGA20 ox yang mengatur sintesis giberelin di dalam buah kakao (Astuti dkk, 2010; Astuti dkk, 2013). Penelitian yang dilakukan pada arus fotosintesis kakao menggunakan perunut boron diketahui bahwa bunga, buah, tunas, batang dan akar merupakan *sink* dalam sistem *source – sink* tanaman kakao. *Sink strength* tunas lebih kuat dibandingkan *sink strength* buah, sehingga mendorong buah muda (*cherelle*) mengalami *cherelle wilt* oleh sebab kekurangan fotosintat (Astuti dkk., 2007). Di dalam buah, ditemukan berbagai hormon yang saling berinteraksi dalam menentukan perkembangan buah, antara lain auksin, sitokinin, giberelin serta asam absisat. Diduga auksin dan giberelin merupakan hormon yang penting dalam perkembangan buah (Astuti dkk., 2013). Oleh karena itu, beberapa penelitian memperlihatkan penurunan *cherelle wilt* kakao dengan aplikasi bahan organik antara lain air kelapa, aplikasi unsur hara antara lain B dan Zn, aplikasi hormon, antara lain NAA dan GA serta aplikasi retardan (Astuti dkk, 2011b; Walingkas & Rantung, 2012; Tutiliana, 2014; Ahmad dkk., 2015). Produksi fitohormon oleh tanaman dapat dipacu oleh lingkungannya, antara lain adanya sekelompok mikroorganisme di daerah rhizosfer.

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) merupakan mikrobia menguntungkan yang hidup bebas di rhizosfer, yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini terjadi karena adanya sekresi senyawa organik di rhizosfer (Bhattacharyya & Jha, 2012; Ahemad & Kibret, 2014; Basu dkk, 2021). Rhizosfer merupakan zona di dalam tanah di sekitar perakaran tanaman yang merupakan daerah yang penting bagi tanaman dengan kehadiran populasi mikrobia. Sejumlah mikroorganisme hidup berdampingan di rhizosfer. Hal ini dapat terjadi karena zona rizosfer kaya akan nutrisi dari sekresi perakaran, seperti asam amino dan gula yang merupakan sumber nutrisi dan energi bagi mikrobia (Beneduzi dkk., 2012; Sivasakthi dkk., 2014). Bakteri yang telah diidentifikasi sebagai PGPR antara lain bakteri pengikat nitrogen (N₂) yang bersimbiosis dengan Leguminosae maupun yang hidup bebas (non symbiont). Bakteri yang termasuk kelompok ini adalah Rhizobium yang bersimbiosis dengan Leguminosae, Frankia yang bersimbiosis dengan tanaman non Leguminosa dan Cyanobacteria. Sedangkan bakteri penambat N₂ non symbiont antara lain Azotobacter sp., Acetobacter, Bacillus dan Azospirillum (Sivasakthi dkk., 2014; Kenneth, 2017; Singh, 2018). Peran PGPR selanjutnya adalah kemampuan mengendalikan fitopatogen. Hal ini karena adanya produksi senyawa antagonis atau adanya induksi resistensi terhadap patogen oleh rhizobacteria. Selain itu PGPR mempunyai potensi bioremediasi dan detoksifikasi logam berat dan pestisida (Bhattacharyya & Jha, 2012; Beneduzi dkk., 2012; Ahemad & Kibret, 2014; Gupta dkk, 2015). PGPR mampu meningkatkan kesuburan tanah melalui peningkatan ketersediaan hara di dalam tanah, fiksasi nitrogen simbiosis dan non simbiosis serta peningkatan solubilitas fosfat (Bhattacharyya & Jha, 2012; Gupta dkk, 2015; Singh, 2018; Kenneth dkk., 2019). PGPR juga dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti kitinase, glucanase, proteinase dan lipase yang dapat melisis jamur patogen (Beneduzi dkk., 2012; Basu dkk, 2021). Beberapa rhizobacteria mampu menghasilkan senyawa mirip hormon auksin, sitokinin dan giberelin, misalnya *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* dan *Pseudomonas fluorescens* (Bhattacharyya & Jha, 2012; Das dkk, 2013; Gupta dkk, 2015; Kenneth, 2017; Munir dkk, 2017; Singh, 2018). Oleh karena perannya tersebut, PGPR dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida. Aplikasi PGPR mendukung pengembangan pertanian berbasis biosafety menuju pengembangan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan (Bhattacharyya & Jha, 2012; Beneduzi dkk., 2012; Ahemad & Kibret, 2014; Gupta dkk, 2015; Kenneth dkk., 2019; Pereira dkk., 2020; Basu dkk, 2021). Oleh karena peran PGPR yang mampu meningkatkan kesuburan tanah, maka PGPR dapat diklasifikasikan sebagai pupuk hayati, biostimulan dan biopestisida yang berkontribusi mengatasi kerawanan pangan, meningkatkan kelestarian lingkungan dan mengurangi resiko kesehatan masyarakat oleh penggunaan senyawa kimia (Bhattacharyya & Jha, 2012; Gupta dkk, 2015; Kenneth, 2017). Penelitian aplikasi PGPR yang mengandung *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* mampu meningkatkan pertumbuhan bud chip tebu PS 881. Aplikasi PGPR 20 ml dengan kombinasi 10 ton ha⁻¹ kotoran kelinci dapat meningkatkan hasil jagung, sedangkan aplikasi PGPR 20 ml dengan kombinasi 30 ton ha⁻¹ pupuk hijau mampu meningkatkan hasil jagung (Ningrum dkk., 2017; Sulistyoningtyas, 2017; Annisa & Sudiarso, 2019). Penelitian dengan menggunakan PGPR dari rhizosfer bambu meningkatkan perkecambah biji kakao (Hardiansyah dkk., 2020). Penelitian pada cabai merah yang diaplikasikan dengan PGPR yang mengandung *Pseudomonas fluorescens*,

Trichoderma sp., *Aspergillus niger*, *Azotobacter sp.* mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil cabai merah berturut – turut sebesar 7,37% - 31,24% dan 33,87% -115,97% (Ichwan dkk., 2021). Penelitian mengenai rizosfer pada perakaran kakao di Pandeglang menunjukkan adanya mikrobia beneficial yang bermanfaat untuk produktivitas tanaman (Nurmayulis dkk., 2021). Penelitian menggunakan PGPR dari rhizosfer akar kakao menunjukkan peningkatan pertumbuhan bibit kakao (Irawan dkk., 2022). Penelitian mengenai kandungan PGPR dari rhizosfer jagung, kakao dan lamtoro ditemukan adanya bakteri pelarut fosfat serta bakteri pengikat nitrogen (Sukmawati, 2020). Penelitian terhadap PGPR dari rhizosfer *Manihot esculenta* ditemukan adanya bakteri *Neisseria sp* yang mampu berperan sebagai pelarut kalium dan fosfat (Safriani dkk., 2020). Penelitian dengan menggunakan kombinasi asam humat dan *biofertilizer* pada kakao mampu meningkatkan produksi biji kakao sebesar 39,7% (Rohman dkk., 2019). Penelitian mengenai kombinasi antara *Trichoderma harzianum* dan PGPR *Bacillus megaterium* TSB16 mampu berinteraksi secara positif sehingga diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menekan pertumbuhan patogen (Rajeela dkk., 2018). Penelitian pada PGPR dari rhizosfer kelapa dan kakao menunjukkan adanya bakteri pelarut fosfat serta bakteri penambat nitrogen non simbiosis sehingga dapat digunakan dalam pertanian untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik (Rajeela dkk., 2017). Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan upaya menurunkan *cherelle wilt* kakao serta meningkatkan kualitas hasil kakao.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Desember 2021 di kebun kakao rakyat di Dusun Gumawang, Desa Putat, Kecamatan Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta. Tanaman yang digunakan adalah kakao tahun tanam 1997 varietas MCC01 dan SUL 01. PGPR dari bahan akar rumput gajah, akar kacang tanah, akar bambu. serta EM4.

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap pola faktorial. Faktor I adalah aplikasi PGPR terdiri dari 3 macam, tanpa aplikasi sebagai kontrol, aplikasi PGPR dan aplikasi EM4. Faktor II adalah varietas kakao yang terdiri dari 2 macam yaitu MCC 01 dan Sul 01. Masing-masing kombinasi perlakuan mempunyai 15 ulangan. Buah yang diamati adalah buah yang berukuran kurang dari 10 cm pada awal aplikasi, dan selanjutnya buah tersebut diamati pertumbuhannya selama kurun waktu 4 bulan. PGPR dibuat dari campuran akar bambu, akar kacang tanah dan akar rumput gajah.

Parameter yang diamati adalah jumlah *cherelle wilt*/pohon, jumlah buah baru/ pohon selama periode penelitian, jumlah total buah/ pohon, Panjang buah, diameter buah, berat 100 biji fermented. Berat 100 biji fermented merupakan parameter kualitas biji kakao. Data dianalisis menggunakan ANOVA, dilanjutkan Duncan Multiple Range Test pada jenjang nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa jumlah *cherelle wilt*, jumlah buah muda, jumlah buah total selama 4 bulan, berat 100 biji fermented, Panjang buah muda serta diameter buah muda dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut menggunakan DMRT. Adapun hasil analisis sebagai berikut.

Tabel 1. Jumlah *cherelle wilt*/tanaman setelah 4 bulan aplikasi biofertilizer di Gumawang, Patuk, Gunungkidul

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	1,86	0,73	1,6	1,39 p
MCC 01	1,73	0,53	1,4	1,22 p
Rerata	1,79 b	0,63 a	1,50 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 2. Jumlah buah baru/pohon setelah 4 bulan aplikasi biofertilizer di Gumawang, Patuk, Gunungkidul

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	3,2	5,26	4,46	4,31 p
MCC 01	2,73	5,13	4,13	4,00 p
Rerata	2,96 b	5,2 a	4,3 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 3. Jumlah buah total/pohon kakao setelah 4 bulan aplikasi biofertilizer di Gumawang, Patuk, Gunungkidul

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	7,8	10,53	9,73	9,35 p
MCC 01	7,8	9,66	9,46	8,97 p
Rerata	7,8 b	10,1 a	9,6 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi PGPR serta EM4 menurunkan *cherelle wilt* kakao. Varietas Sul 01 dan MCC 01 mempunyai jumlah *cherelle wilt* yang sama. Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi PGPR serta EM4 meningkatkan jumlah buah baru kakao. Varietas Sul 01 dan MCC 01 mempunyai jumlah buah baru yang sama. Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi PGPR serta EM4 mempunyai jumlah total buah kakao lebih banyak dibandingkan dengan kontrol. Varietas Sul 01 dan MCC 01 mempunyai jumlah buah total yang sama. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pemberian PGPR mampu menurunkan jumlah *cherelle wilt* kakao serta meningkatkan jumlah buah baru/pohon. Hal ini karena PGPR mengandung mikrobia penambat N dan mikrobia pelarut P serta perombak bahan organik (Tabel 7). Mikrobia N mempunyai kemampuan menambat N_2 udara yang diubah menjadi nitrat maupun ammonium. Tanaman tidak mampu menambat N_2 udara dan menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat dan ammonium. Oleh karena itu, keberadaan mikrobia penambat N mampu meningkatkan penyerapan nitrogen oleh tanaman sehingga memenuhi kebutuhan nitrogen. Kecukupan nitrogen dalam tanaman dapat meningkatkan sintesis protein dan enzim. Keberadaan enzim yang mencukupi akan meningkatkan metabolisme. Nitrogen merupakan unsur hara penting penyusun asam amino, dan asam amino merupakan komponen penyusun protein. Protein dalam tubuh tanaman berperan sebagai bagian dari struktur tubuh tanaman (protein struktural) dan berperan sebagai enzim (protein fungsional). Protein struktural yang meningkat berarti juga menjadi bagian dari bahan pembentuk sel-sel baru atau pembesaran sel, sehingga buah kakao mampu bertambah besar. Protein fungsional akan meningkatkan ketersediaan enzim. Hal ini mempercepat proses metabolisme serta metabolisme dapat berlangsung secara lengkap karena seluruh enzim yang dibutuhkan tersedia (Hopkins & Huner, 2008). Peningkatan metabolisme di dalam buah muda dapat meningkatkan *sink strength* untuk memperoleh fotosintat (Hopkins & Huner, 2008). PGPR mengandung pelarut fosfat. Hal ini meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah. Fosfat tersedia dapat diserap tanaman dan meningkatkan penyerapan fosfat oleh tanaman serta memenuhi kebutuhan fosfor dalam tanaman. Fosfor merupakan unsur hara penyusun berbagai senyawa penting yang terlibat dalam berbagai proses metabolisme, antara lain dalam fotosintesis dan respirasi serta bagian dari molekul materi genetik DNA dan RNA. Fosfor menjadi bagian dari struktur ADP, ATP, NADP, NADPH. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut akan meningkatkan proses metabolisme bersamaan dengan peningkatan jumlah enzim, seperti yang telah disebutkan di atas. Peningkatan metabolisme di dalam buah muda dapat meningkatkan *sink strength* untuk memperoleh fotosintat (Hopkins & Huner, 2008). PGPR juga mengandung perombak bahan organik (dekomposer). Hal ini berarti PGPR mengandung mikrobia yang mensintesis enzim pelisis dinding sel, mikrobia selulitik dan mikrobia lignolitik (Tabel 7). Bahan organik yang terdekomposisi akan terurai menjadi komponen-komponennya, yang selain terdiri dari unsur nitrogen, fosfor, juga unsur hara lainnya. Bahan organik yang ada di kebun kakao tempat penelitian merupakan serasah daun kakao. Bahan organik dari serasah daun mengandung unsur hara lengkap sesuai dengan unsur hara yang diserap oleh tumbuhan, yaitu N, P, K, Mg, Ca, S, Mo, Cu, Mn, Fe, Cl, Bo, Zn. Pemberian PGPR mampu mempercepat proses dekomposisi yang menyediakan unsur hara lengkap dalam tanah. Ketersediaan unsur hara dalam tanah menjamin tanaman memperoleh semua kebutuhan unsur haranya. Kelengkapan hara di dalam tubuh tanaman meningkatkan metabolisme tanaman (Hopkins & Huner, 2008). Peningkatan metabolisme di dalam buah muda dapat meningkatkan pembentukan, pertumbuhan dan perkembangan buah muda serta meningkatkan *sink strength* untuk memperoleh fotosintat (Schobert & Lucas, 2000). Peningkatan *sink strength* akan meningkatkan kecepatan pertumbuhan buah muda, sehingga buah muda terhindar dari *cherelle wilt*. Hal inilah yang menyebabkan pemberian PGPR dapat menurunkan *cherelle wilt* (Tabel 1) disertai peningkatan jumlah buah muda baru (*cherelle*) serta jumlah total buah (Tabel 2 dan Tabel 3).

Tabel 4. Berat 100 biji fermented kakao setelah 4 bulan aplikasi biofertilizer di Dusun Gumawang, Patuk, Gunungkidul

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	114,29	143,49	131,64	129,81 q
MCC 01	130,72	152,78	141,79	141,76 p
Rerata	122,51 c	148,13 a	136,71 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 5. Panjang buah kakao setelah 4 bulan aplikasi di Dusun Gumawang, Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	134,05	141,92	155,68	143,88 p
MCC 01	132,71	138,58	152,35	141,21 p
Rerata	133,38 b	140,25 b	154,02 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 6. Diameter kakao setelah 4 bulan aplikasi biofertilizer di Dusun Gumawang, Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta

Varietas	Macam biofertilizer			Rerata
	Kontrol	PGPR	EM 4	
Sul 01	57,43	64,66	69,34	63,81 p
MCC 01	60,76	67,32	70,68	66,25 p
Rerata	59,10 b	65,99 ab	70,01 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom atau baris menunjukkan ada beda nyata menurut DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa aplikasi PGPR serta EM4 meningkatkan berat 100 biji *fermented* kakao. Varietas MCC 01 mempunyai berat 100 biji *fermented* yang lebih tinggi dibandingkan varietas Sul 01. Berat 100 biji *fermented* digunakan sebagai parameter kualitas biji kakao. Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa aplikasi EM4 mempunyai panjang dan diameter buah kakao lebih besar dibandingkan dengan PGPR dan kontrol. Varietas Sul 01 dan MCC 01 mempunyai ukuran buah yang sama. Peningkatan panjang, diameter serta berat 100 biji *fermented* merupakan indikasi meningkatnya kualitas biji kakao. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan biomassa dalam buah kakao. Biomassa terbentuk dari hasil fotosintesis dan respirasi, yang merupakan sumber kerangka karbon penyusun senyawa organik. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kapasitas fotosintesis dan respirasi yang efektif, sehingga diperoleh peningkatan sintesis senyawa organik. Peningkatan kapasitas fotosintesis dapat terjadi oleh karena adanya bakteri penambat N₂ dan bakteri pelarut fosfat (Tabel 7) yang meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfat terlarut dalam tanah (Tabel 8). Peningkatan ketersediaan nitrogen dan fosfat terlarut di dalam tanah penting bagi tanaman. Nitrogen berperan sebagai penyusun asam amino yang merupakan senyawa penyusun protein struktural maupun fungsional, penyusun klorofil, asam nukleat, koenzim dan senyawa organik lainnya (Barker & Bryson, 2007; Daubresse dkk., 2010; Toores-Olivar dkk., 2014). Fosfor mempunyai peran sebagai penyusun ATP, SADP, DNA, RNA, dan membran sel (Shen, 2011). Kondisi optimal pada aplikasi *biofertilizer* ini dapat meningkatkan biomassa kakao yang akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan buah muda kakao serta kualitas biji kakao.

Tabel 7. Kandungan mikrobia PGPR

No.	Fungsi mikrobia	Hasil	Metode yang digunakan
1	Penambat N	Positif	N-free Malat Agar
2	Pelarut fosfat	Positif	Pikovskaya Agar
3	Perombak bahan organik selulotik	Positif	Cellulose Agar
4	Perombak bahan organik lignolitik	Positif	Indulin Agar

Tabel 8. Kandungan N dan P tanah dan Jaringan

Bahan	N total(%)	P2O5 (tersedia) (%)	P2O5 (Total) (ppm)	C/N
Tanah (sebelum aplikasi PGPR dan EM4)	0,138	5,073		25,073
Tanah (sesudah aplikasi PGRP)	0,152	55,28		17,134
Tanah (sesudah aplikasi EM4)	0,148	40,10		18,031
Daun kakao	1,453		0,619	

Tabel 7 memperlihatkan bahwa PGPR serta EM4 memiliki mikrobia penambat N, pelarut fosfat serta perombak bahan organik selulolitik maupun lignolitik. Hal ini memberikan petunjuk bahwa PGPR dan EM4 mampu meningkatkan kandungan N dan P tersedia di rhizosfer, serta meningkatkan kecepatan proses dekomposisi bahan organik. Tabel 8 memperlihatkan bahwa kandungan N dan P tanah kebun kakao setelah aplikasi PGPR dan EM4 terjadi peningkatan kandungan N dan P tersedia lebih baik dibandingkan sebelum aplikasi PGPR dan EM4. Selain itu, C/N rasio sesudah aplikasi PGPR dan EM4 lebih rendah dibandingkan dengan sebelum aplikasi PGPR dan EM4. Hal ini memperlihatkan bahwa PGPR dan EM4 mengandung mikroba penambat N dan pelarut fosfat yang mampu meningkatkan kesuburan tanah dan dekomposisi bahan organik.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian PGPR dan EM4 mampu menurunkan *cherelle wilt* kakao, meningkatkan jumlah buah baru yang terbentuk serta meningkatkan kualitas biji kakao. Pemberian PGPR dan EM4 mampu meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfor tersedia di dalam tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Instiper yang telah memfasilitasi penelitian berupa dana penelitian internal Institut Pertanian Stiper. Terimakasih kepada Bp Eddy Suparjono sebagai Ketua kelompok Tani Sidodadi Dusun Gumawang yang telah memberikan bantuan dan fasilitas kebun kakao rakyat. Terimakasih kepada mahasiswa Agroteknologi kelas Sinar Mas Angkatan 2020: Ade Nur Sofyan, Aldi Novriansyah, Ahmad Fadhil Alkhairi, Andi Syahputra, Bagus Sumantri, Binendra Deva Pratama, Bobby Mahendra Malik, Dedi Irawan, Daniel Jordan Bangun, Farhad Ardiansyah Harahap, Ilham Hafiani, Ilham Khadafi, Mhd Ari Febrian Lubis, Muhammad Fauzi Aldimas, Rizki Akbar, Salvador Danuarta Simarmata, Sebastian Prayitno, Steven Saputra Jaya Sirait, Trisma Dian Saputra, Yudha van Heidel Sihite, Zefanya Timothy Silaen yang telah membantu dalam pengamatan dan pengukuran data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University - Science*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>
- Ahmad, F., Anom, K., & Syamsunihar, A. (2015). Aplikasi air kelapa dan unsur hara zn untuk mengatasi layu pentil (Cherelle wilt) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan teknik penyemprotan buah [Tugas Akhir]. Universitas Jember.
- Anisa, K., & Sudiarso, S. (2019). Pengaruh plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) dan pupuk hijau (*C. juncea*) pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(10), 1893-1901.
- Astuti, Y. Th. M., Santoso, Dewi, K., & Prawoto, A.A. (2007). *Alokasi fotosintat pada kakao dengan perunut boron*. Buletin Instiper Yog.
- Astuti, Y. T., Dewi, K., Santosa, S., & Prawoto, A. A. (2010). Kajian molekuler layu buah muda kakao (*Theobroma cacao* L.): ekspresi TcPIN1 like gene. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 15(3), 363-368.
- Astuti, Y.Th.M., Dewi, K., Prawoto, A.A., Santoso, & Hartati, R.M. (2011a). Hormone content in the developing cocoa pods. In *Proceeding International Conference on Biological Science*. Fakultas on Biology Universitas Gadjah Mada 2011, Yogyakarta, (pp. 339-343).
- Astuti, Y. Th. M., Prawoto, A A., & Dewi, K. (2011b). Effect of flush existence, NAA and GA application on cocoa pod development. *Pelita Perkebunan*, 27(1), 11–23.
- Astuti, Y.Th.M., Dewi, K., Santoso, & Prawoto, A.A. (2013). Gibberellic acid synthesis on the developing seeds of cocoa. In *Proceeding International Conference Green Agro Industry Investment for Our Future*. Universitas Pembangunan Nasional Yogyakarta 2013, (pp 153-159).
- Barker, A.V. & Bryson, G.M. (2007). *Nitrogen*. In *Handbook of Plant Nutrition* (A.V. Barker & D.J. Pilbeam, eds.). CRC Press. Taylor & Francis group. New York.
- Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., & Enshasy, H. El. (2021). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants : recent developments , constraints , and prospects. *Sustainability*, 13, 1–20.
- Beneduzi, A., Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 35(4), 1044–1051.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327-1350.

- Masclaux-Daubresse, C., Daniel-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., & Suzuki, A. (2010). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of botany*, *105*(7), 1141-1157.
- Das, A. J., Kumar, M., & Kumar, R. (2013). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): an alternative of chemical fertilizer for sustainable, environment friendly agriculture. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* *1*(4), 2320-6063.
- Dewi, E. S. H., Yudono, P., P., & E.T.S., Purwanto, B. H. (2020). Physiological and biochemical activities of cherelle wilt on three cocoa clones (*Theobroma cacao*) under two levels of soil fertilities. *Biodiversitas*, *21*(1), 187-194.
- Gupta, G., Parihar, S. S., Ahirwar, N. K., Snehi, S. K., & Singh, V. (2015). Microbial & Biochemical Technology Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture. *J Microb Biochem Technol*, *7*(2), 96-102. <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000188>
- Hardiansyah, M.Y., Musa, Y. & Jaya, A.M. (2020). Bio-priming seeds with PGPR of bamboo rhizosphere in cocoa (*Theobroma cacao* L.) seeds germination. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences* *7*(3), 11-18 (2020).
- Hopkins, W. G., & Huner, N. P. A. (2008). *Introduction to plant physiology* (fourth). New York: John Wiley & Sons.
- Ichwan, B., Novita, T., Eliyanti, & Masita, E.(2021). Aplikasi berbagai jenis plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Media Perkebunan* *6*(1), 1-7.
- Irawan, T.B., Soelaksini, L.D., & Nuraisyah, A. (2022). Respon pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan pemberian berbagai konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) akar kakao. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, *7*(1), 7-17.
- Kenneth, C. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): a bioprotectant bioinoculant for sustainable agrobiolgy: a review. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, *4*(5), 123-142.
- Kenneth, O. C., Nwadike, E. C., Kalu, A. U., & Unah, U. V. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): a novel agent for sustainable food production. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *14*, 35-54.
- Melnick, R. L. (2016). Cherelle wilt of cacao: a physiological condition. In L. W. Bailey, Bryan A., Meinhardt (Ed.), *Cacao diseases: A History of Old Enemies and New Encounters* (pp. 483-499). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2>
- Melnick, R. L., Strem, M. D., Crozier, J., Sicher, R. C., & Bailey, B. A. (2013). Physiological and Molecular Plant Pathology Molecular and metabolic changes of cherelle wilt of cacao and its effect on *Moniliophthora roreri*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, *84*, 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2013.09.004>
- Munir, M., & Swasono, M. A. H. (2017). Potensi pupuk hijau organik (daun trembesi, daun paitan, daun lamtoro) sebagai unsur kestabilan kesuburan tanah. *AGROMIX*, *3*(2). <https://doi.org/10.35891/agx.v3i2.750>
- Ningrum, W.A., Wicaksono, K.P., & Tyasmoro, S.Y. (2017). Pengaruh plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) dan pupuk kandang kelinci terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*, *5*(3), 433-440.
- Nurhadi, E., Hidayat, S. I., Indah, P. N., Widayanti, S., & Harya, G. I. (2019). Keberlanjutan komoditas kakao sebagai produk unggulan agroindustri dalam meningkatkan kesejahteraan petani. *Agriekonomika*, *8*(1), 51-61.
- Eris, F. R., Hastusi, D., Sodiq, A. H., Denny, Y. R., & Susilowati, D. N. (2021). Microbial exploration of the origin of the pandeglang cocoa plant (*Theobroma cacao* L.) rhizosphere as potential biofertilizer. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, *8*(2), 2611-2616.
- Ortiz, F. (2016). *Theobroma cacao* L Monograph. Colegio Bolivar.
- Pereira, S. I. A., Abreu, D., Moreira, H., Vega, A., & Castro, P. M. L. (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) improve the growth and nutrient use efficiency in maize (*Zea mays* L.) under water deficit conditions. *Heliyon*, *6*(10), e05106.
- Rajeela, T. K., Gopal, M., Gupta, A., Bhat, R., & Thomas, G. V. (2017). Cross-compatibility evaluation of plant growth promoting rhizobacteria of coconut and cocoa on yield and rhizosphere properties of vegetable crops. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *9*, 67-73.
- Rajeela, T.H.K. Gupta, A., Gopal, M., Hedge, V., & Thomas, G.V. (2018). Evaluation of combinatorial capacity of coconut and cocoa plant growth rhizobacteria (PGPR) with biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Current Investigations in Agriculture and Current Research*, *3*(4), 404-409.
- Rohman, F., Wachyar, A., Santosa, E. & Abdoellah, S. (2019). Humic acid and biofertilizer applications enhanced pod and cocoa bean production during the dry season at Kaliwining Plantation, Jember, East Java, Indonesia. *Journal of tropical Crop Science*, *6*(3), 153-163.
- Rubiyo & Siswanto. (2012). Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin Ristri*, *3*(1), 33-48.
- Safriani, S. R., Fitri, L., & Ismail, Y. S. (2020). Isolation of potential plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from cassava (*Manihot esculenta*) rhizosphere soil. *Biosaintifika*, *12*(3), 459-468.
- Schobert, C., & Lucas, W. J. (2000). Intercellular transport and phloem loading of sucrose, oligosaccharides and amino

- acids. In R. C. Leegood, T. D. Sharkey, & S. von Caemmerer (Eds.), *Advances in Photosynthesis volume 9: Physiology And Metabolism* (1st ed., pp. 249–274). Kluwer Academic Publisher. https://doi.org/10.1007/0-306-48137-5_23
- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., ... & Zhang, F. (2011). Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant physiology*, *156*(3), 997-1005.
- Singh, I. (2018). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their various mechanisms for plant growth enhancement in stressful conditions : a review. *European Journal of Biological Research*, *8*(4), 191–213.
- Sivasakthi, S., Usharani, G., & Saranraj, P. (2014). Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR) - Pseudomonas fluorescens and Bacillus subtilis: A review. *African Journal of Agricultural Research*, *9*(16), 1265–1277. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7914>
- Subdit Statistik Tanaman Perkebunan. (2020). *Statistik kakao Indonesia 2019* (S. S. T. Perkebunan (ed.); 1st ed.). BPS-Statistics Indonesia.
- Sukmawati, Ala, A., Patandjengi, B., & Gusli, S. (2020). Exploring promising bacteria from the rhizosphere of maize, cocoa and lamtoro. *Biodiversitas* *21*(12), 5665-5673.
- Sulistyoningtyas, M. E., Roviq, M., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh pemberian pgpr (plant growth promoting rhizobacteria) pada pertumbuhan bud chip tebu (*Saccharum officinarum* L) the effect of pgpr (plant growth promoting rhizobacteria) on sugarcane bud chip growth (*Saccharum officinarum* L). *Jurnal Produksi Tanaman*, *5*(3), 396–403.
- Torres-Olivera, V., Villegas-Torres, O. G., Domínguez-Patiño, M. L., Sotelo-Nava, H., Rodríguez-Martínez, A., Melgoza-Alemán, R. M., ... & Alía-Tejaca, I. (2014). Role of nitrogen and nutrients in crop nutrition. *Journal of Agricultural Science and Technology. B*, *4*(1B), 29-37.
- Tutiliana. (2014) Aplikasi ZPT auksin, seng dan boron untuk mengendalikan layu pentil (Cherelle wilt) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Edukasi dan Sains Biologi*, *3*(1), 1-8.
- Walingkas, S. A. F., & Rantung, M. (2012). Response naphthalene acetic acid dan unsur mikro mikombi super terhadap cherelle wilt pada tanaman kakao. *Eugenia*, *21*(3). <https://doi.org/10.35791/eug.18.2.2012.3953>