



PEMBERIAN PUPUK KOTORAN SAPI DAN PGPR AKAR BAMBU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG PANJANG (*Vigna sinensis* L.)

Alifia Surya Damayanti dan Suwardi*

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN Veteran Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283

Corresponding Author: suwardi.herbasari@gmail.com

ABSTRAK

Setiap tahun, permintaan pasar terhadap komoditas kacang panjang semakin meningkat, sehingga diperlukan upaya untuk memenuhi permintaan tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk kotoran sapi dan PGPR akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang. Penelitian dilaksanakan di Sorogenen, Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta mulai April - Juni 2023. Percobaan lapangan dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor dan 1 kontrol. Faktor pertama dosis pupuk kotoran sapi 3 taraf yaitu (20, 30, dan 40 ton/ha). Faktor kedua konsentrasi PGPR akar bambu 3 taraf yaitu 5, 10, dan 15 mL/liter. Bobot brangkas basah per unit percobaan dan panjang polong per tanaman saling berinteraksi. Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi 30 dan 40 ton/ha memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman 35 dan 49 HST, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong per tanaman, berat polong segar per tanaman, berat polong segar per unit percobaan, dan berat polong segar per hektar. Parameter jumlah cabang, jumlah polong per tanaman, berat polong segar per tanaman, berat polong segar per unit percobaan, dan berat polong segar per hektar menunjukkan perlakuan konsentrasi PGPR 15 mL/liter memberikan hasil yang terbaik. Dalam hal panjang polong per tanaman, berat polong segar per tanaman, berat polong segar per hektar, berat polong segar per unit percobaan, dan berat brangkas basah per unit percobaan, kombinasi perlakuan lebih baik dari tanaman kontrol.

Kata kunci: *Kacang panjang, PGPR, pupuk kotoran sapi*

ABSTRACT

PROVISION OF COW MANURE FERTILIZER AND PGPR FROM BAMBOO ROOTS TO THE GROWTH AND YIELD OF LONG BEAN PLANTS (*Vigna sinensis* L.) Every year, the market demand for long bean commodities grows, necessitating efforts. The study's objective was to determine the effects of PGPR bamboo root and cow manure fertilizer on the development and yield of long bean plants. The investigation was carried out in Sorogenen, Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta between April and June of 2023. A factorial Completely Randomized Group Design (CRBD) including two components and one control was employed in the field experiment. The dosage of cow manure, which comes at three levels (20, 30, and 40 tons/ha), as the first consideration. The second part is the bamboo roots' PGPR concentration, which comes at three different levels: 5, 10, and 15 mL/liter. It was found that there was interaction

between the moist weight of the stover per experimental unit and the pod length per plant. The best results in terms of plant height (35 and 49 DAP), number of leaves, number of branches, number of pods per plant, weight of fresh pods per plant, weight of fresh pods per experimental unit, and weight of fresh pods per hectare were obtained by applying fertilizer doses of 30 and 40 tons/ha made from cow manure. For each of the following criteria number of branches, number of pods per plant, fresh pod weight per plant, fresh pod weight per experimental unit, and fresh pod weight per hectare the treatment with PGPR bamboo root concentration of 15 mL/liter produced the greatest results. In terms of pod length per plant, fresh pod weight per plant, fresh pod weight per hectare, fresh pod weight per experimental unit, and wet weight of stover per experimental unit, the treatment combination outperformed the control group by a significant margin.

Keywords: *Cow manure fertilizer, long bean, PGPR*

PENDAHULUAN

Kacang panjang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan berperan dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, terutama terhadap kebutuhan protein nabati. Sayuran ini kaya akan gizi sehingga sering dikonsumsi. Selain itu, keberadaannya di pasar membantu menjaga stabilitas harga pangan menjadikannya tanaman strategis dalam sektor pertanian. Produksi kacang panjang masih perlu ditingkatkan karena banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Salah satu penyebab penurunan produksi dan hasil tanaman di Indonesia yaitu penggunaan pupuk anorganik/kimia, petani lebih sering menggunakan pupuk kimia secara rutin dan dalam jangka waktu yang panjang untuk meningkatkan hasil pertanian, sedangkan penggunaan pupuk kimia yang terlalu berlebihan dapat merugikan tanah. Maka dari itu diperlukan bahan organik untuk memperbaiki kondisi tanah diantaranya menggunakan pupuk organik dari kotoran hewan. Pupuk yang berasal dari kotoran sapi menyediakan berbagai nutrisi penting bagi tanaman melalui unsur hara yang terkandung di dalamnya. Dengan adanya unsur-unsur hara ini, pertumbuhan tanaman dapat berlangsung lebih optimal, mendukung perkembangan akar, batang, dan daun secara maksimal. Selain itu, penggunaan pupuk ini juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Novitasari & Jenny (2021). Seekor sapi dapat menghasilkan sekitar 10 – 15 kg kotoran setiap harinya. Jika kotoran sapi tidak dimanfaatkan dan ditangani dengan baik, hal tersebut dapat menjadi masalah. Kotoran sapi membantu meningkatkan kesuburan tanah, dan pertumbuhan tanaman, dengan menambah bahan organik tanah (Rakhmawati dkk., 2019).

Pupuk hayati merupakan alternatif bahan organik yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk ini umumnya berasal dari inokulan mikroorganisme yang berfungsi untuk meningkatkan jumlah unsur hara dalam tanah atau mempermudah aksesibilitas hara tersebut. Mikroorganisme ini bekerja dengan cara memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas biologis, dan melarutkan unsur hara yang terikat, sehingga membuatnya lebih tersedia bagi tanaman. Dengan demikian, penggunaan pupuk hayati tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan

tanah. *Plant Growth Promoting Rhizobacter* adalah kelompok bakteri rizosfer yang bermanfaat yang secara aktif bersimbiosis dengan tanah di sekitar perakaran tanaman. PGPR berfungsi sebagai pengendali patogen yang ada di dalam tanah, dengan cara mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh dan fitohormon. Melalui mekanisme ini, PGPR mendorong pertumbuhan tanaman secara efektif. Dengan mengendalikan patogen dan memfasilitasi keseimbangan hormon, PGPR membantu menciptakan kondisi yang lebih baik untuk perkembangan tanaman yang sehat dan produktif. Selain itu, PGPR juga berperan dalam meningkatkan produksi fitohormon, seperti auksin dan sitokinin, yang berkontribusi pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan demikian, keberadaan PGPR tidak hanya melindungi tanaman dari ancaman penyakit, tetapi juga mendukung pertumbuhan yang lebih baik melalui pengaturan hormon-hormon penting (Jannah dkk., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan di Sorogenen, Kelurahan Sorosutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, DIY mulai bulan April – Juni 2023. Adapun alat yang diperlukan meliputi cangkul, cetok, ember, ajir, meteran, tali rafia, gunting, panci, kompor, pengaduk, saringan, corong, jerigen, sendok, timbangan, gembor, penggaris, gelas ukur, kamera, kalkulator, serta pulpen dan kertas. Bahan yang dipakai yaitu benih kacang panjang varietas Kanton Tavi, pupuk kotoran sapi, akar bambu, gula merah, terasi, dedak, kapur sirih, pupuk NPK Mutiara 16:16:16, media tanam (campuran tanah dan sekam bakar), serta polybag ukuran 40 cm x 40 cm serta insektisida DuPont Lannate® 25 WP.

Penelitian berupa percobaan lapangan yang disusun dalam percobaan faktorial, berupa Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktor dan 1 kontrol. Faktor pertama dosis pupuk kotoran sapi 3 taraf yaitu 20, 30, dan 40 ton/ha. Faktor kedua konsentrasi PGPR akar bambu 3 taraf yaitu 5, 10, dan 15 mL/liter. Data dianalisis keragamannya dengan Sidik Ragam (ANOVA) dengan taraf 5%, kemudian untuk uji beda antar perlakuan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan dengan 5%. Selanjutnya dilakukan uji Kontras Ortogonal untuk mengetahui adanya beda nyata antara kombinasi perlakuan dengan kontrol.

Penelitian ini dilakukan dengan menyiapkan media tanam dan mencampurkan tanah dengan sekam bakar dengan perbandingan 3:1. Selanjutnya, isi polybag ukuran 40 cm x 40 cm dengan media tanam hingga $\frac{3}{4}$ bagian. Pemberian pupuk kotoran sapi sebanyak 20 ton/ha setiap *polybag* mendapat pupuk 1,28 kg, dosis 30 ton/ha mendapat pupuk 1,92 kg, dan dosis 40 ton/ha mendapat pupuk 2,56 kg. Untuk penanaman, lubang dibuat pada polybag sedalam 3 cm. Pengaplikasian PGPR akar bambu dilakukan dengan mengencerkan PGPR ke dalam air dengan volume 1 liter dengan menambahkan 5 ml, 10 ml, dan 15 ml, tergantung pada perlakuan. Aplikasi PGPR pada 14 HST 50 mL/tanaman, 28 HST 70 mL/tanaman, dan 42 HST 80 mL/tanaman untuk setiap perlakuan. Untuk pemberian pupuk NPK, dilakukan dengan membuat lingkaran berdiameter 5 cm dari lubang tanam, kemudian memasukkan pupuk NPK ke dalam lingkaran tersebut dan menutupnya kembali menggunakan tanah. Penyiraman, pengajiran, penyiangan, pemangkasan, dan

pengendalian hama dan penyakit dengan insektisida DuPont Lannate® 25 WP dosis 15 gram/7 liter merupakan cara-cara pengelolaan tanaman. Panen tanaman dilakukan sebanyak delapan kali selama satu musim tanam, dengan interval pemetikan 3 - 5 hari, dimulai pada saat tanaman berumur 48 sampai 50 HST. Parameter yang diamati diantaranya tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah cabang (cabang), umur mulai berbunga (HST), jumlah polong per tanaman (buah), panjang polong per tanaman (cm), berat polong segar per tanaman (gram), berat polong segar per unit percobaan (kg), berat polong segar per hektar (ton/ha), dan berat basah brangkasian tiap unit percobaan (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman (cm) dan Jumlah Daun Umur 21, 35, dan 49 HST(helai)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun (helai)		
	21 HST	35 HST	49 HST	21 HST	35 HST	49 HST
Pupuk Kotoran Sapi (P)						
20 ton/ha (P1)	107,03 a	215,34 b	253,32 b	15,58 b	48,91 b	58,71 b
30 ton/ha (P2)	108,94 a	219,37 a	259,49 a	16,56 a	50,73 a	60,84 a
40 ton/ha (P3)	107,80 a	221,81 a	262,42 a	16,44 a	50,96 a	61,40 a
PGPR Akar Bambu (R)						
5 mL/liter (R1)	107,90 p	217,71 p	257,19 p	16,04 p	49,40 p	59,44 p
10 mL/liter (R2)	107,46 p	219,78 p	258,62 p	16,11 p	50,56 p	60,47 p
15 mL/liter (R3)	108,40 p	219,04 p	259,41 p	16,42 p	50,64 p	61,04 p
Rerata	107,59 (x)	218,58 (x)	258,17 (x)	16,18 (x)	50,05 (x)	60,27 (x)
Kontrol	104,61 (x)	216,28 (x)	256,06 (x)	16,07 (x)	48,67 (x)	59,87 (x)
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: Rerata perlakuan yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf (x,x) menunjukkan tidak ada beda nyata antara kombinasi perlakuan dengan kontrol berdasarkan Uji Kontras Ortogonal. Tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua perlakuan.

Tinggi tanaman dan jumlah daun umur 35 dan 49 HST pada perlakuan dosis pupuk kotoran sapi 30 ton/ha (P2) dan 40 ton/ha (P3) tidak berbeda nyata, tetapi keduanya lebih tinggi daripada dosis 20 ton/ha (P1). Ini karena pemupukan dengan pupuk kotoran sapi membuat tanah lebih subur, gembur, dan mengandung unsur hara yang lebih tinggi. Akibatnya akar tanaman kacang panjang lebih mudah menyerap unsur hara serta menghasilkan daya mengikat air yang lebih tinggi. Menurut Meliana dkk. (2021), pupuk kotoran sapi adalah jenis pupuk organik yang sangat efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain itu, pupuk ini juga berfungsi memperbaiki struktur tanah dan merangsang aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat yang bermanfaat yang meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman. Akar menyerap pupuk ini dengan mudah, dan kemudian digunakan dalam metabolisme tanaman. Setiono (2020) menambahkan pupuk kotoran sapi memiliki kandungan nutrisi yang terdiri dari nitrogen (N) sebesar 2,33%, fosfor (P₂O₅) sebesar 0,61%, dan kalium oksida (K₂O) sebesar 1,58%. Komposisi ini menjadikannya sumber yang baik untuk memenuhi kebutuhan unsur hara

tanaman. Dalam tahap awal pertumbuhan, fosfor membantu perkembangan akar, pembentukan anakan, dan pembungaan dengan cepat, dan unsur nitrogen memainkan peran penting dalam pertumbuhan sel dan organ tanaman. Kalium, di sisi lain, membantu fotosintesis yang lebih efisien dengan memperkuat dinding sel tanaman dan memperluas kanopi daun. Dengan demikian, ketersediaan kalium yang memadai sangat penting untuk memastikan aktivitas fotosintesis berjalan optimal, yang pada akhirnya berdampak positif pada pertumbuhan vegetatif tanaman.

Parameter jumlah daun umur 21, 35, dan 49 HST untuk perlakuan dosis pupuk kotoran sapi 30 ton/ha (P2) dan 40 ton/ha (P3) tidak berbeda nyata, tetapi masing-masing memiliki jumlah daun yang lebih banyak daripada dosis 20 ton/ha (P1). Kandungan unsur hara yang tinggi dalam pupuk kotoran sapi menyebabkan peningkatan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Akibatnya, tanaman dapat menghasilkan lebih banyak daun yang berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Ini mungkin karena pupuk kotoran sapi telah matang, yang berarti unsur hara telah dimineralisasi dan dapat diserap oleh tanaman karena pupuk kotoran sapi meningkatkan jumlah unsur hara yang ada di tanah. Penelitian oleh Khan dkk. (2021) mengungkapkan bahwa pupuk kotoran sapi dapat meningkatkan jumlah daun karena membuat tanah lebih gembur, membuat nutrisi lebih mudah diserap oleh akar tanaman. Nutrisi yang diserap kemudian diubah menjadi asimilat, yang diperlukan untuk pembentukan daun. Pupuk kotoran sapi juga mengandung beberapa unsur, termasuk kalium, yang berperan dalam aktivitas fotosintesis dengan memfasilitasi proses pembukaan dan penutupan stomata. Pembukaan stomata dipicu oleh meningkatnya konsentrasi ion K⁺ dalam sel penjaga yang menurunkan potensial osmotik dan meningkatkan tekanan turgor sel. Dengan ketersediaan kalium yang cukup, aktivitas fotosintesis pada tanaman dapat berjalan secara optimal yang berdampak positif pada laju fotosintesis dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman.

Tabel 2. Rerata Jumlah Cabang (cabang) dan Umur Mulai Berbunga (HST)

Perlakuan	Jumlah Cabang (cabang)	Umur Mulai Berbunga(HST)
49 HST		
Pupuk Kotoran Sapi (P)		
20 ton/ha (P1)	17,64 b	35,00 a
30 ton/ha (P2)	19,24 a	34,56 a
40 ton/ha (P3)	19,47 a	35,11 a
PGPR Akar Bambu (R)		
5 mL/liter (R1)	18,42 q	34,67 p
10 mL/liter (R2)	18,60 q	34,78 p
15 mL/liter (R3)	19,33 p	35,22 p
Rerata	18,71 (x)	34,90 (x)
Kontrol	18,00 (x)	35,00 (x)
Interaksi	(-)	(-)

Parameter jumlah cabang umur 49 HST perlakuan dosis pupuk kotoran sapi 30 ton/ha (P2) dan 40 ton/ha (P3) tidak berbeda nyata, namun keduanya lebih banyak jumlah cabangnya dibandingkan dosis 20 ton/ha (P1). Penggunaan pupuk kotoran sapi berkontribusi pada perbaikan struktur tanah, yang memungkinkan tanah untuk lebih efektif dalam menyerap air dan nutrisi.

Menurut Nainggolan dan Sattar (2019), ketersediaan unsur hara dan air sangat memengaruhi proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis dan metabolisme lainnya. Fotosintesis menyebabkan sel-sel membelah yang mendorong perkembangan dan pertumbuhan berbagai organ tanaman. Komponen hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) sangat penting untuk mendukung pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, diantaranya akar, batang, dan daun.

Jumlah cabang umur 49 perlakuan PGPR konsentrasi akar bambu 15 mL/liter (R3) lebih banyak jumlahnya dibandingkan konsentrasi 5 mL/liter (R1) dan 10 mL/liter (R2), namun keduanya tidak berbeda nyata. Ini karena bakteri rizosfer pada PGPR memiliki keunggulan sebagai sumber nutrisi dalam tanah, yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Anriyani dkk., (2022), kandungan fitohormon yang dihasilkan PGPR seperti etilen, giberelin, sitokinin, dan asam indolasetat (IAA), berperan penting dalam meningkatkan kualitas dan hasil panen tanaman. Etilen berfungsi dalam proses pematangan dan pembungaan, sedangkan giberelin mempercepat pemanjangan sel yang mendukung pertumbuhan tinggi tanaman. Sitokinin mendorong pembelahan sel dan perkembangan tunas lateral sehingga meningkatkan jumlah daun dan cabang. IAA sebagai bentuk aktif auksin merangsang pembentukan akar baru dan mempercepat perkembangan sel. Kombinasi dari hormon-hormon ini tidak hanya mempercepat pertumbuhan tanaman tetapi juga meningkatkan aktivitas enzim yang berkontribusi pada pembentukan cabang.

Parameter umur mulai berbunga perlakuan dosis pupuk kotoran sapi antar perlakuan 20 ton/ha (P1), 30 ton/ha (P2), dan 40 ton/ha (P3) tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena pupuk kotoran sapi yang diaplikasikan belum melepas hara secara optimal. Pupuk kotoran sapi memiliki sifat melepas hara yang lambat (*slow release*) yang mengakibatkan penyerapan hara tanaman tidak signifikan. Dalam kebanyakan kasus, proses perombakan mikroorganisme yang cukup lama menyebabkan ketersediaan hara organik yang lambat yang mengurangi jumlah hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan.

Umur mulai berbunga perlakuan konsentrasi PGPR akar bambu antar perlakuan 5 mL/liter (R1), 10 mL/liter (R2), dan 15 mL/liter (R3) tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang berasal dari PGPR akar bambu yang belum sepenuhnya terpenuhi. Kondisi ini mungkin terjadi karena PGPR tersebut belum mengalami perkembangan yang optimal sehingga proses penyerapan larutan nutrisi yang terkandung dalam PGPR oleh tanaman belum berlangsung secara efektif. Dengan kata lain, meskipun konsentrasi PGPR yang berbeda telah diterapkan, efektivitasnya dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan mempercepat proses berbunga masih terhambat oleh keterbatasan dalam ketersediaan unsur hara dan perkembangan mikroorganisme tersebut.

Parameter jumlah polong, berat polong segar per tanaman, berat polong segar tiap unit percobaan, dan berat polong segar per hektar perlakuan dosis pupuk kotoran sapi 30 ton/ha (P2) dan 40 ton/ha (P3) (tabel 3), tidak berbeda nyata, namun keduanya lebih banyak jumlahnya dibandingkan dosis 20 ton/ha (P1). Pupuk kotoran sapi, mengandung N, P, dan K, yang membantu tanaman kacang memenuhi kebutuhannya untuk pertumbuhan generatif yang

lebih baik dalam jangka panjang dan meningkatkan produksi polong. Diduga juga bahwa pupuk kotoran sapi membantu tanaman kacang panjang mendapatkan unsur hara yang diperlukan, yang memungkinkan fotosintesis dan penyebaran asimilat yang dihasilkan dari fotosintesis dari daun ke buah. Riry dkk. (2020) menyatakan pertumbuhan tanaman dan produksi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kesuburan tanah melalui pupuk kotoran sapi, sehingga hasil lebih baik. Pembentukan bunga dan buah memerlukan dukungan dari hasil fotosintesis, sehingga produksi yang dihasilkan meningkat hal ini dapat ditandai dengan peningkatan jumlah, ukuran, serta bobot biji.

Tabel 3. Rerata Jumlah Polong per Tanaman (buah), Berat Polong Segar per Tanaman (gram), Berat Polong Segar per Unit Percobaan (kg), dan Berat Polong Segar per Hektar (ton/ha)

Perlakuan	Jumlah Polong per Tanaman (buah)	Berat Polong Segar per Tanaman (gram)	Berat Polong Segar per Unit Percobaan (kg)	Berat Polong Segar per Hektar (ton/ha)
Pupuk Kotoran Sapi (P)				
20 ton/ha (P1)	43,83 b	685,04 b	7,12 b	13.900,61 b
30 ton/ha (P2)	44,96 a	708,07 a	7,35 a	14.361,76 a
40 ton/ha (P3)	45,29 a	708,49 a	7,35 a	14.354,38 a
PGPR Akar Bambu (R)				
5 mL/liter (R1)	44,00 r	691,18 q	7,18 q	14.019,75 q
10 mL/liter (R1)	44,67 q	699,22 pq	7,26 pq	14.178,60 pq
15 mL/liter (R1)	45,42 p	711,20 p	7,38 p	14.418,40 p
Rerata	44,56 (x)	698,13 (x)	7,27 (x)	14.205,58 (x)
Kontrol	43,38 (x)	676,53 (y)	7,03 (y)	13.724,61 (y)
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)

Jumlah pupuk kandang yang diberikan pada tanaman kacang panjang sebanding dengan jumlah biji/polong yang dihasilkan. Oleh karena itu, dosis tambahan pupuk kotoran sapi dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanah selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman untuk mencapai tingkat produksi polong yang paling tinggi. Menurut Hidayati dan Roedy (2018) pupuk kotoran sapi dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, sehingga dapat meningkatkan hasil panen. Semakin banyak pupuk kandang diberikan, semakin tinggi produktivitas tanaman karena peningkatan serapan hara. Pupuk kotoran sapi dapat meningkatkan bobot polong, meningkatkan ketersediaan dan penyerapan unsur hara yang diperlukan tanaman serta membantu proses perombakan bahan organik.

Jumlah polong per tanaman (buah) pada perlakuan konsentrasi PGPR akar bambu 15 mL/liter (R3) lebih banyak jumlahnya dibandingkan konsentrasi 5 mL/liter (R1) dan 10 mL/liter (R2). Hal ini karena penambahan konsentrasi PGPR sejalan dengan meningkatnya populasi bakteri PGPR yang memiliki kemampuan sebagai biostimulan pada pertumbuhan bintil akar yang berfungsi untuk memfiksasi unsur nitrogen. Bintil akar ini memiliki peran krusial dalam proses fiksasi nitrogen, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nitrogen yang terikat dalam bintil akar kemudian digunakan oleh tanaman untuk sintesis protein dan klorofil, yang mendukung proses fotosintesis. Dengan meningkatnya konsentrasi PGPR, jumlah bakteri yang mampu melakukan fiksasi nitrogen juga meningkat, sehingga ketersediaan unsur hara nitrogen bagi tanaman menjadi lebih optimal. Hal ini tidak hanya

meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, tetapi juga mendukung proses fotosintesis (Ramlah dan Bambang, 2019). Jika fotosintesis berjalan dengan baik, asimilat akan dibuat melimpah dan didistribusikan secara merata ke seluruh bagian tanaman terutama untuk pembentukan biji/polong.

Berat polong segar per tanaman (gr), berat polong segar per unit percobaan dan berat polong segar per hektar perlakuan konsentrasi PGPR akar bambu 15 mL/liter (R3) lebih berat polong segarnya dibandingkan konsentrasi 5 mL/liter (R1), namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10 mL/liter (R2). Hal ini disebabkan oleh bakteri pada PGPR mampu beradaptasi dengan baik di lingkungan sekitar akar dan dapat menjalin simbiosis dengan jaringan akar tanaman kacang panjang untuk memenuhi kebutuhan rizobakteri. Menurut Anjardita dkk. (2018), efek PGPR pada pertumbuhan tanaman termasuk melarutkan mineral seperti fosfor dan sintesis fitohormon serta fiksasi nitrogen bebas sehingga dapat digunakan tanaman. Mikroorganisme rizosfer memproduksi hormon tumbuh yang meningkatkan perkecambahan biji, pembentukan rambut akar, dan transportasi ion. Akibatnya, pengangkutan air oleh akar meningkat.

Berat polong segar per unit percobaan perlakuan pupuk kotoran sapi dan PGPR lebih berat dibandingkan dengan kontrol. Ketika unsur hara seimbang, pertumbuhan tanaman dapat meningkat. Pupuk kotoran sapi memiliki kemampuan yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, serta memperbaiki kualitas tanah. Kaya akan unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, pupuk ini sangat diperlukan oleh tanaman untuk mencapai pertumbuhan yang optimal. Selain itu, kotoran sapi juga berfungsi untuk meningkatkan aerasi dan retensi air sehingga tanah menjadi lebih subur dan mampu mendukung perkembangan akar tanaman. Dengan demikian, penggunaan pupuk kotoran sapi tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, namun juga menciptakan lingkungan tanah yang lebih baik untuk pertumbuhan jangka panjang sehingga pupuk ini berkontribusi pada perkembangan tanaman. Selain itu, pupuk ini mendukung proses fotosintesis, yang menghasilkan panen yang lebih melimpah, serta berperan dalam fiksasi unsur fosfor (P) yang esensial untuk pembentukan polong. Selain itu, dalam tanah yang dipenuhi dengan pupuk kotoran sapi, aktivitas mikroorganisme berkontribusi pada proses dekomposisi bahan organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah dan memperbaiki efisiensi penyerapan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan. PGPR memiliki kemampuan untuk melarutkan unsur fosfor yang ada dalam tanah, sehingga meningkatkan ketersediaannya bagi tanaman. Unsur P ini sangat penting karena digunakan oleh tanaman dalam proses sintesis ATP. Ketika kadar ATP dalam sel tanaman mencukupi, proses fotosintesis dapat berlangsung dengan lebih efisien. Hal ini berkontribusi pada peningkatan hasil fotosintesis, yang berguna mendorong pembentukan polong yang lebih banyak dan berkualitas. Dengan demikian, keberadaan PGPR tidak hanya meningkatkan ketersediaan fosfor, tetapi juga mendukung keseluruhan proses vital yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. (Murtinah dkk., 2020).

Menurut deskripsi benih, berat polong segar per hektar adalah 18 ton, tetapi penulis mendapatkan sekitar 14 ton dalam penelitian ini. Ini diduga karena kombinasi dosis pupuk kotoran sapi dan konsentrasi PGPR akar bambu

yang diberikan dianggap kurang optimal untuk menunjang pembentukan berat polong kacang panjang. Kemudian faktor luar seperti cahaya matahari yang intensitasnya berbeda untuk setiap unit percobaan. Dalam proses fisiologis tanaman, cahaya memiliki peranan yang sangat krusial terutama dalam tiga proses utama yaitu fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Cahaya berperan sebagai sumber energi yang esensial untuk proses fotosintesis di mana tanaman mengonversi energi cahaya menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk glukosa. Selain itu, cahaya juga memengaruhi laju respirasi yang merupakan proses pengeluaran energi dari glukosa untuk mendukung aktivitas metabolisme tanaman. Transpirasi, di sisi lain, adalah proses penguapan air dari permukaan daun yang membantu menjaga keseimbangan suhu dan memfasilitasi penyerapan nutrisi melalui akar. Dengan demikian, cahaya adalah salah satu faktor lingkungan yang krusial dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Intensitas dan kualitas cahaya memengaruhi proses fotosintesis yang esensial bagi produksi energi dan perkembangan tanaman seperti, perkembangan daun, serta pembentukan bunga dan buah pada tanaman. Jika proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis dan respirasi berjalan dengan baik, fotosintat akan meningkat yang dapat meningkatkan hasil buah (Sulistiono, 2018).

Tabel 4. Rerata Panjang Polong per Tanaman (cm)

Pupuk Kotoran Sapi (P)	PGPR Akar Bambu (R)			Rerata
	5 mL/liter (R1)	10 mL/liter (R2)	15 mL/liter (R3)	
20 ton/ha (P1)	57,81 e	58,11 de	57,89 e	57,94
30 ton/ha (P2)	59,67 a	58,90 bc	59,18 b	59,25
40 ton/ha (P3)	58,82 bc	58,64 c	58,27 d	58,57
Rerata	58,77	58,55	58,44	58,59 (x)
Kontrol				58,04 (y)
Interaksi				(+)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT taraf 5%. Huruf (x,y) menunjukkan ada beda nyata antara kombinasi perlakuan dengan kontrol berdasarkan Uji Kontras Ortogonal. Tanda (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua perlakuan.

Terdapat interaksi antara dosis pupuk kotoran sapi dengan konsentrasi PGPR akar bambu pada parameter panjang polong per tanaman. Kombinasi pupuk kotoran sapi dosis 30 ton/ha dan PGPR akar bambu konsentrasi 5 mL/liter (P2R1) menunjukkan paling panjang polongnya dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Ini diduga disebabkan oleh penerapan pupuk kotoran sapi sebanyak 30 ton/ha yang telah menyediakan pasokan unsur hara yang memadai untuk mendukung pertumbuhan generatif tanaman kacang panjang. Dengan dosis pupuk tersebut, tanah mendapatkan nutrisi yang diperlukan, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat penting bagi pertumbuhan generatif khususnya polong. Ketersediaan nutrisi yang optimal ini memainkan peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman, mempengaruhi perkembangan bunga dan buah secara signifikan. Keberadaan fosfat yang tersedia bagi tanaman mampu mempercepat pembentukan polong pada kacang panjang, karena PGPR memenuhi kebutuhan unsur fosfor yang dapat meningkatkan aktivitas metabolisme dan

akibatnya meningkatkan jumlah bahan organik yang ditransfer ke polong (Nursayuti, 2021). Pertumbuhan generatif tanaman terutama kacang panjang, sangat sensitif terhadap ketersediaan unsur hara. Dengan memberi tanaman kacang panjang pupuk kotoran sapi, pertumbuhan generatifnya sudah terpenuhi. PGPR mencukupi kebutuhan unsur P, meningkatkan aktivitas metabolisme. Oleh karena itu, jumlah bahan yang diangkut ke polong menjadi lebih banyak.

Tabel 5. Rerata Berat Basah Brangkasian per Unit Percobaan (gram)

Pupuk Kotoran Sapi (P)	PGPR Akar Bambu (R)			Rerata
	5 mL/liter (R1)	10 mL/liter (R2)	15 mL/liter (R3)	
20 ton/ha (P1)	1513,33 e	1537,67 d	1550,33 cd	1533,78
30 ton/ha (P2)	1565,33 c	1591,00 b	1633,00 a	1596,44
40 ton/ha (P3)	1620,67 a	1643,67 a	1636,00 a	1633,44
Rerata	1566,44	1590,78	1606,44	1587,89 (x)
Kontrol				1535,67 (y)
Interaksi				(+)

Parameter berat basah brangkasian per unit percobaan terdapat interaksi antara perlakuan dosis pupuk kotoran sapi dengan konsentrasi PGPR akar bambu. Kombinasi perlakuan pupuk kotoran sapi dosis 40 ton/ha dan PGPR akar bambu konsentrasi 10 mL/liter (P3R2) menunjukkan lebih berat brangkasian basahnya dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan pupuk kotoran sapi dosis 30 ton/ha dan PGPR akar bambu konsentrasi 15 mL/liter (P2R3), kombinasi perlakuan pupuk kotoran sapi dosis 40 ton/ha dan PGPR akar bambu konsentrasi 5 mL/liter (P3R1), serta kombinasi perlakuan pupuk kotoran sapi dosis 40 ton/ha dan PGPR akar bambu konsentrasi 15 mL/liter (P3R3). Hal ini diduga karena, Dosis pupuk kotoran sapi yang lebih tinggi dapat meningkatkan berat basah brangkasian tanaman secara signifikan. Dengan penambahan lebih banyak pupuk kotoran sapi, kandungan nutrisi dan unsur hara dalam tanah meningkat, meningkatkan asupan tanaman, dan meningkatkan struktur tanah. Selain itu, pupuk kotoran sapi meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air yang memungkinkan tanaman tumbuh lebih subur dan menghasilkan brangkasian yang lebih berat. Hal ini terkait dengan sintesis protein penting untuk proses pembelahan dan pemanjangan sel yang dapat ditingkatkan dengan ketersediaan unsur nitrogen (N) memadai dalam tanah. Hal ini menyebabkan peningkatan ukuran sel dan mengakibatkan peningkatan berat basah brangkasian (Bella dkk., 2023). Dengan penerapan PGPR, struktur tanah mengalami perubahan menjadi lebih gembur yang secara langsung meningkatkan jumlah pori-pori dalam tanah. Peningkatan porositas ini sangat berpengaruh dalam memfasilitasi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman. Ketika tanah lebih gembur, akar tanaman dapat tumbuh lebih dalam sehingga mampu mengakses lebih banyak air dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan yang optimal (Kafrawi dkk., 2021). Selain itu, kondisi tanah yang baik ini juga mendukung aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan dosis perlakuan pupuk kotoran sapi 30 ton/ha dan konsentrasi PGPR 5 mL/liter serta dosis pupuk kotoran sapi 40 ton/ha dan konsentrasi PGPR akar bambu 10 mL/liter masing-masing memengaruhi parameter panjang polong per tanaman dan berat basah brangkasan per unit percobaan. Dosis pupuk kotoran sapi sebesar 30 ton/ha dan 40 ton/ha memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman 35 dan 49 HST, jumlah daun, jumlah cabang 49 HST, dan berat polong segar per tanaman, per unit percobaan, dan per hektar. Perlakuan dengan konsentrasi PGPR akar bambu 15 mL/liter adalah yang terbaik untuk berbagai parameter, termasuk jumlah cabang 49 HST, jumlah polong per tanaman, berat polong segar per unit percobaan, dan berat polong segar per hektar. Kombinasi perlakuan dosis pupuk kotoran sapi dan konsentrasi PGPR akar bambu lebih efektif daripada kontrol pada parameter panjang polong per tanaman, berat polong segar per unit percobaan, berat polong segar per hektar, dan berat basah brangkasan per unit percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anriyani, A. Herwati, dan N. Haerani. 2022. Uji Efektivitas PGPR Akar Bambu dan Pupuk Organik Cair (POC) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). 2022. *Jurnal Agrotan* 8 (2) :1-3.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2022. *Produksi Sayuran di Indonesia*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. Diakses pada tanggal 14 Desember 2022.
- Bella, F. A., D. R. Nurhayati, dan Siswadi. 2023. Kajian Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Hayati Biotogrow terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 19 (1) : 136-142.
- Hidayati, F. dan R. Soelistyono. 2018. Pengaruh Tinggi Bedengan dan Dosis Pupuk Kandang Sapi pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plantropica Journal of Agricultural Science* 2 (2) : 90-99.
- Istiqomah, N., F. Adriani, dan N. Rodina. 2018. Kandungan Unsur Hara Kompos Eceng Gondok yang Dikomposkan dengan Berbagai Macam PGPR. *Jurnal Rawa Sains* 8 (1) : 1-10.
- Jannah, M., R. Jannah, dan Fahrunsyah. 2022. Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Mengurangi Pemakaian Pupuk Anorganik pada Tanaman Pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 5 (1) : 41-49.
- Kafrawi, Mu'minah, Nurhalisyah, dan S. Muliani. 2021. Efikasi Variasi

- Konsentrasi PGPR untuk Memacu Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Berbagai Takaran Media Kompos. *Jurnal Agroplantae* 10 (1) : 14-29.
- Khan, M., A. Z. Arifin, dan R. Zulfarosda. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Agroscript* 3 (2) : 113-120.
- Meliana, M., Sulistyawati, dan S. H. Pratiwi. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan* 5 (2) : 7-11.
- Murtinah, E. Fuskhah, dan A. Darmawati. 2020. Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Hitam (*Glycine max* L.) pada Berbagai Jenis Pupuk Kandang dan Konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 5 (1) : 52-59.
- Nainggolan, T. dan S. Ardiman. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Gajah. *Jurnal Agrotekda* 3 (1) : 19-27.
- Novitasari, D. dan J. Caroline. 2021. Kajian Efektivitas Pupuk dari Berbagai Kotoran Sapi, Kambing, dan Ayam. *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur* : 442- 447.
- Nursayuti. 2021. Pengaruh Aplikasi Triple Super Phosphate (TSP) dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agrosamudra* 8 (1) : 18-33.
- Rakhmawati, D. Y., S. A. Dangga, dan N. Laela. 2019. Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Abdikarya* 3 (1) : 62-67.
- Ramlah, S. Y. A. dan B. Guritno. 2019. Pengaruh Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 7 (9) : 1732-1741.
- Riry, J., C. Silahooy, V. L. Tanasale, dan M. H. Makaruku. 2020. Pengaruh Dosis Pupuk NPK Phonska dan Pupuk Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian* 16 (2) : 167-171.
- Setiono, A. 2020. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.). *Jurnal Sains Agro* 5 (2) : 1-8.
- Sulistiono. 2018. Pengaruh Cahaya dan Unsur Hara terhadap Perkembangan

Buah Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2018* : 653-656.