

PENGARUH WAKTU APLIKASI PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) DAN JENIS PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI HITAM (*Glycine max L.*)

Fachri Hafiz Sitompul¹, Syukri², Ainul Mardiyah²

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra

²Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra

Email:fachri2997@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu aplikasi PGPR dan jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai hitam serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sidorejo, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, pada bulan Februari sampai dengan Juli 2021. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) polafaktorial yang terdiri dari 2 faktor : faktor pertama yaitu waktu aplikasi PGPR (W) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: W_0 = tanpa aplikasi PGPR, W_1 = 10 dan 20 HST dan W_2 = 15 dan 30 HST. Faktorkedua yaitu: jenis pupuk kandang (K) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu: K_0 = tanpa pupuk kandang, K_1 = pupuk kandang sapi (60 gr/polybag), K_2 = pupuk kandang ayam (60 gr/polybag) dan K_3 = pupuk kandang kambing (60 gr/polybag). Parameter yang diamati : tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, berat biji kering, berat 100 biji kering dan produksi per hektar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu aplikasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, berat biji kering, berat 100 biji kering dan produksi per hektar. Interaksi perlakuan waktu aplikasi PGPR dengan jenis pupuk kandang terbaik diperoleh pada perlakuan $W_2= 15$ dan 30 HST dan $K_3=$ pupuk kandang kambing (60 gr/polybag).

Katakunci: Waktu Aplikasi PGPR, Pupuk Kandang, Kedelai Hitam

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) ialah tanaman pangan yang terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai sebagai sumber protein nabati dan mengandung karbohidrat serta lemak sehingga kedelai selalu diminati oleh masyarakat baik berupa polong maupun hasil olahannya (Purwaningsih, 2005). Kedelai hitam merupakan salah satu jenis kedelai yang sangat dibutuhkan di Indonesia. Pemanfaatan utama kedelai hitam adalah bahan baku pembuatan kecap. Kandungan yang terdapat pada kedelai hitam menjadikan kedelai hitam pangan ideal bagi penderita diabetes melitus (Zakaria dkk., 2016).

Berkembangnya industri pangan berbahan baku kedelai disertai dengan pertumbuhan penduduk mengakibatkan permintaan kedelai di Indonesia meningkat tajam, namun produksi nasional cenderung menurun sehingga defisit kedelai terus meningkat. Hal ini membuat Indonesia semakin tergantung pada komoditi impor (Lumbantobing dkk., 2013).

Pemupukan anorganik yang terus menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik akan mengakibatkan degradasi lahan, yang ditandai dengan rendahnya kadar bahan organik tanah dan rendahnya ketersediaan hara bagi tanaman. Hal tersebut juga mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman. Salah satu upaya dalam menangani masalah tersebut yaitu dengan penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan penambahan bahan organik berupa pupuk kandang.

PGPR aktif mengkoloni akar tanaman dengan memiliki tiga peran utama bagi tanaman yaitu sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan (McMillan, 2007). Sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman dan lingkungan yang seimbang bagi bakteri diperlukan penambahan bahan organik. Penambahan bahan organik pada tanah dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan seperti sapi, ayam, dan kambing.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari-Juli 2021 di Desa Sidorejo, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa dengan ketinggian tempat 5 mdpl. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: meteran, cangkul, jerigen, papan nama, paku, papan perlakuan, papan plot, tali rafia, timbangan/neraca, buku catatan, mistar, *handsprayer*, kamera digital, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah *top soil*, benih kedelai hitam varietas Detam 3 Prida, *polybag* ukuran 30 x 35 cm dengan volume 8 kg, akar putri malu, gula pasir, terasi, dedak halus, air, pupuk kandang (sapi, ayam dan kambing). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu: 1. Faktor waktu aplikasi PGPR (W) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: W_0 = tanpa aplikasi PGPR, W_1 = 10 dan 20 HST dan W_2 = 15 dan 30 HST. 2. Faktor jenis pupuk kandang (K) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu: K_0 = tanpa pupuk kandang, K_1 = pupuk kandang sapi (60 gr/*polybag*), K_2 = pupuk kandang ayam (60 gr/*polybag*) dan K_3 = pupuk kandang kambing (60 gr/*polybag*). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, berat biji kering, berat 100 biji kering dan produksi per hektar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Aplikasi PGPR

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu aplikasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST dan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 14 HST. Rata-rata tinggi tanaman kedelai hitam pada umur 14 dan 28 HST akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai Hitam pada Umur 14 dan 28 HST akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	
	14 HST	28 HST
W_0	9,52	18,10 a
W_1	9,85	19,79 b
W_2	10,01	21,33 c
BNJ _{0,05}	tn	1,28

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai hitam umur 28 HST tertinggi terdapat pada perlakuan W_2 (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST). Hasil uji BNJ_{0,05} pada umur 28 HST tinggi tanaman pada perlakuan W_2 berbeda nyata dengan perlakuan W_0 dan W_1 . Hal ini diduga karena pada waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST tanaman kedelai hitam sudah memiliki akar yang lebih sempurna dibandingkan pada perlakuan waktu aplikasi PGPR umur 10 dan 20 HST. Hormon tumbuh yang dihasilkan oleh mikroorganisme rhizosfer mampu meningkatkan pembentukan rambut akar serta meningkatkan transport ion

sehingga pengangkutan air oleh akar meningkat. Simbiosis antara akar dan rhizobakteria yang diaplikasikan dapat menyediakan hormon IAA sehingga perkembangan akar tanaman akan semakin baik dan akar akan mampu menyediakan unsur-unsur lain baik makro maupun mikro di dalam tanah sehingga menjadi tersedia dan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh tanaman.

Hasil ini sesuai dengan penelitian (Marom dkk., 2017) yang menyatakan bahwa pemberian PGPR pada umur 15 HST sampai 30 HST berpengaruh terhadap tinggi tanaman karena PGPR dapat memanfaatkan unsur hara N dan mengoptimalkan penyerapan yang dibutuhkan dalam fase vegetatif.

Umur Berbunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu aplikasi PGPR tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga tanaman kedelai hitam. Hal ini diduga karena umur berbunga tanaman kedelai hitam lebih dipengaruhi oleh suhu dan lama penyinaran sinar matahari pada lahan penelitian, sehingga faktor perlakuan waktu aplikasi PGPR tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Indria (2005) yang menyatakan bahwa umur berbunga merupakan peralihan fase pertumbuhan tanaman dari fase vegetatif ke fase generatif. Peralihan fase vegetatif ke generatif dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti panjang hari (*fotoperiode*), cahaya dan temperatur udara. Rata-rata umur berbunga tanaman kedelai hitam disajikan pada akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Umur Berbunga Tanaman Kedelai Hitam akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR

Perlakuan	Umur Berbunga (hari)
W ₀	34,69
W ₁	34,94
W ₂	34,61

Jumlah Cabang Produktif

Rata-rata jumlah cabang produktif akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan menunjukkan bahwa jumlah cabang produktif kedelai hitam tertinggi dijumpai pada perlakuan W₂ yang secara uji BNJ_{0,05} berbeda nyata dengan perlakuan W₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W₁.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Cabang Produktif Tanaman Kedelai Hitam akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR.

Perlakuan	Jumlah Cabang Produktif (cabang)
W ₀	4,08 a
W ₁	4,61 b
W ₂	4,69 b
BNJ _{0,05}	0,47

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Hal ini diduga karena pada waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST kesiapan tanaman dalam menyerap nutrisi sudah lebih optimal ditandai dengan perkembangan fisik tanaman berupa akar yang lebih banyak dan mampu bersimbiosis dengan bakteri dari PGPR sehingga meningkatkan pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali dkk. (2020) yang menyatakan PGPR memiliki karakteristik yaitu mampu membentuk koloni pada permukaan tanah, sehingga secara langsung dapat membantu pertumbuhan tanaman dalam memperoleh sumber daya nitrogen, fosfor, dan mineral.

Jumlah Polong per Tanaman

Rata-rata jumlah polong per tanaman akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 4. Tabel 4. Rata-rata Jumlah Polong Kedelai Hitam per Tanaman akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR

Perlakuan	Jumlah Polong per Tanaman (polong)
W ₀	117,56 a
W ₁	144,75 ab
W ₂	163,89 b
BNJ _{0,05}	31,40

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama aberbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05}%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman kedelai hitam tertinggi dijumpai pada perlakuan W₂ (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST) yang secara uji BNJ_{0,05} tidak berbeda nyata dengan perlakuan W₁ (waktu aplikasi PGPR umur 10 dan 20 HST). Hal ini diduga karena pada waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST tanaman sudah memiliki perakaran yang sempurna sehingga akar mampu menyerap unsur hara dengan optimal. Dengan akar yang sudah terbentuk sempurna maka PGPR yang diberikan juga dapat bekerja dengan baik dikarenakan kemampuannya dalam menyediakan dan memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah seperti unsur hara P dapat mengaktifkan pembentukan polong dan pengisian polong yang masih kosong. PGPR tersebut dapat melarutkan unsur P di dalam tanah. Pengaruh rhizobakteria (PGPR) secara langsung dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi melalui mekanisme pelarutan mineral fosfor (Dewi, 2007 dalam Anjardita dkk., 2018).

Berat Biji Kering dan Berat 100 Biji Kering

Rata-rata berat biji kering dan berat 100 biji kering tanaman kedelai hitam akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Berat Biji Kering dan Berat 100 Biji Kering Kedelai Hitam akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR

Perlakuan	Berat Biji Kering (gr)	Berat 100 Biji Kering (gr)
W ₀	55,40 a	26,33 a
W ₁	62,93 a	27,83 b
W ₂	76,88 b	28,31 b
BNJ _{0,05}	12,37	0,95

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama aberbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 5 menunjukkan bahwa berat biji kering dan berat 100 biji kering tanaman kedelai hitam tertinggi terdapat pada perlakuan W₂. Secara uji BNJ_{0,05} berat biji kering perlakuan W₂ berbeda nyata dengan perlakuan W₀ dan W₁ sedangkan berat 100 biji kering perlakuan W₂ berbeda nyata dengan perlakuan W₀ tapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan W₁. Hal ini diduga karena pada waktu aplikasi PGPR 15 dan 30 HST bintil akar tanaman sudah terbentuk yang berfungsi mengikat nitrogen agar dapat digunakan oleh tanaman. PGPR dapat meningkatkan penyerapan dan pemanfaatan unsur N oleh tanaman. N berperan dalam pembentukan protein pada biji kedelai hitam. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Permatasari dan Nurhidayati (2014) bahwa unsur N berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merangsang pertumbuhan vegetatif dan berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman. PGPR juga mampu menyediakan mineral berupa fosfor yang dibutuhkan tanaman dalam pembentukan biji. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nuryani dkk. (2019) unsur hara P merupakan komponen penyusun membran sel

tanaman, penyusun enzim-enzim dan juga berperan dalam sintesis protein terutama pada jaringan hijau, sintesis karbohidrat serta memacu pembentukan biji.

Produksi per Hektar

Rata-rata produksi per hektar tanaman kedelai hitam akibat waktu aplikasi PGPR disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Produksi per Hektar Kedelai Hitam akibat Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR

Perlakuan	Produksi per Hektar (ton)
W ₀	2,62 a
W ₁	2,97 a
W ₂	3,63 b
BNJ _{0,05}	0,58

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 6 menunjukkan bahwa produksi per hektar tanaman kedelai hitam tertinggi terdapat pada perlakuan W₂ (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST). Secara uji BNJ_{0,05} perlakuan W₂ berbeda nyata dengan W₀ dan W₁. Hal ini diduga karena pada waktu aplikasi PGPR 15 dan 30 HST keadaan fisik tanaman kedelai hitam sudah lebih sempurna ditandai dengan akarnya yang mampu menyerap unsur hara lebih optimal sehingga dapat digunakan dalam pertumbuhan vegetatif maupun generatif. PGPR mampu memobilisasi berbagai unsur hara dalam tanah. Peningkatan ketersediaan unsur P disebabkan karena mikroba pelarut fosfat yang mampu mengeluarkan asam-asam organik seperti asam sitrat, glutamate, suksinat dan glioksalat yang dapat mengkelat Fe, Al, Ca dan Mg sehingga fosfor yang terikat menjadi larut dan tersedia. Unsur P berperan dalam merangsang pembungaan dan pembuahan, serta merangsang pembentukan biji (Permatasari dan Nurhidayati, 2014).

Pengaruh Jenis Pupuk Kandang

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis pupuk kandang berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST dan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 14 HST. Rata-rata tinggi tanaman kedelai hitam pada umur 14 dan 28 HST akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai Hitam pada Umur 14 dan 28 HST akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	
	14 HST	28 HST
K ₀	9,67	17,89 a
K ₁	9,78	19,74 b
K ₂	9,76	20,37 b
K ₃	9,96	20,96 b
BNJ _{0,05}	tn	1,63

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 7 menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai hitam umur 28 HST tertinggi terdapat pada perlakuan K₃ (pupuk kandang kambing). Hasil uji lanjut BNJ_{0,05} pada umur 28 HST tinggi tanaman pada perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁ dan K₂. Hal ini diduga karena bentuk pupuk kandang kambing yang lebih halus sehingga lebih cepat terdekomposisi dan tersedia bagi tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Myrna dkk. (2013) yaitu pupuk kandang kambing memiliki tekstur dengan butiran yang lebih halus dibandingkan dengan pupuk kandang ayam dan pupuk

kandang sapi sehingga lebih cepat terdekomposisi. Pupuk dengan tekstur yang halus akan dengan cepat menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Kecepatan penyerapan unsur hara oleh tanaman dipengaruhi oleh kecepatan proses dekomposisi (Prasetyo, 2014).

Umur Berbunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga tanaman kedelai hitam. Hal ini diduga karena umur berbunga tanaman kedelai hitam lebih dipengaruhi oleh sifat genetik, sehingga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap umur berbunga. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sitompul dan Guritno (1995) bahwa penampilan tanaman dikendalikan oleh sifat genetik di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan. Kendali genetik pada penampilan tanaman diekspresikan melalui proses biokimia dan fisiologis. Rata-rata umur berbunga tanaman kedelai hitam akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata Umur Berbunga Tanaman Kedelai Hitam akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Umur Berbunga (hari)
K ₀	34,78
K ₁	34,78
K ₂	34,70
K ₃	34,74

Jumlah Cabang Produktif

Rata-rata jumlah cabang produktif akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa jumlah cabang produktif kedelai hitam tertinggi dijumpai pada perlakuan K₃ (pupuk kandang kambing). Hasil uji lanjut BNJ_{0,05} perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁ dan K₂.

Tabel 9. Rata-rata Jumlah Cabang Produktif Tanaman Kedelai Hitam akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Jumlah Cabang Produktif (cabang)
K ₀	3,93 a
K ₁	4,44 ab
K ₂	4,59 b
K ₃	4,89 b
BNJ _{0,05}	0,60

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Hal ini diduga karena ketersediaan pupuk kandang kambing di dalam tanah mencukupi, sebagaimana telah diketahui bahwa pupuk kandang kambing memiliki sejumlah unsur hara N, P dan K. Fungsi N untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya batang, cabang, dan daun. Sedangkan unsur hara fosfor (P) berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar. Unsur hara Kalium (K) berfungsi untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat serta berperan juga dalam menjaga turgor tanaman dan membukanya pori-pori daun (Miyasaka, 2002).

Jumlah Polong per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman kedelai hitam. Hal ini diduga karena ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi jumlah polong tanaman kedelai hitam tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Dwiputra dkk. (2015) bahwasanya pertumbuhan vegetatif yang baik, tidak selalu menunjukkan hasil yang baik, hal tersebut dipengaruhi penyerapan unsur hara tanaman, faktor lingkungan, kelengkapan tanah hingga faktor genetik dari tanaman kedelai yang ditanam.

Pembentukan dan pengisian polong ditentukan oleh genetik tanaman yang berhubungan dengan kemampuan sumber asimilat dan tempat penumpukan pada tanaman (Riawati dkk., 2016). Rata-rata jumlah polong per tanaman akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata Jumlah Polong Kedelai Hitam per Tanaman akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Jumlah Polong per Tanaman (polong)
K ₀	119,11
K ₁	143,81
K ₂	156,33
K ₃	149,00

Berat Biji Kering dan Berat 100 Biji Kering

Rata-rata berat biji kering dan berat 100 biji kering tanaman kedelai hitam akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata Berat Biji Kering dan Berat 100 Biji Kering Kedelai Hitam akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Berat Biji Kering (gr)	Berat 100 Biji Kering (gr)
K ₀	50,62 a	26,53 a
K ₁	70,97 b	28,18 c
K ₂	67,40 b	26,95 ab
K ₃	71,29 b	28,29 c
BNJ _{0,05}	15,77	1,21

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 11 menunjukkan bahwa berat biji kering dan berat 100 biji kering tanaman kedelai hitam tertinggi terdapat pada perlakuan K₃ (pupuk kandang kambing). Secara uji BNJ_{0,05} berat biji kering perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁ dan K₂. Sedangkan berat 100 biji kering perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₀ dan K₂ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁. Hal ini diduga karena pupuk kandang kambing memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lengkap meski dalam jumlah sedikit, sehingga dapat menunjang kebutuhan unsur hara bagi tanaman dan menghasilkan produksi tanaman kedelai yang meningkat. Pupuk kotoran kambing mengandung unsur hara K yang lebih tinggi dari pada pupuk kandang lainnya, sedangkan unsur hara N dan P hampir sama dengan pupuk kandang lainnya. Unsur hara dalam pupuk kandang kambing N 2,10 %, P₂O₅ 0,66 %, K₂O 1,97 %, Ca 1,64 %, Mg 0,60 %, Mn 233 ppm dan Zn 90,8 ppm (Samekto, 2006). Hal ini sesuai dengan pendapat Supartha (2012) yang menyatakan bahwa fosfor (P) berperan dalam memperkuat perakaran, mempercepat pembungaan dan pemasakan biji. Kalium (K) berfungsi merangsang perkembangan akar dan bunga. Hal ini didukung oleh pendapat Dinariani dkk. (2014) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kotoran kambing pada saat olah tanah akan terdekomposisi dengan baik, sehingga mudah diserap oleh akar tanaman. Menurut pendapat Sari dkk. (2015) feses kambing mengandung N dan K dua kali lebih besar daripada kotoran sapi. Feses kambing mengandung P lebih tinggi daripada urin kambing.

Produksi per Hektar

Rata-rata produksi per hektar tanaman kedelai hitam akibat perlakuan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 12. Tabel 12 menunjukkan bahwa produksi per hektar tanaman kedelai hitam tertinggi terdapat pada perlakuan K₃ (pupuk kandang kambing). Secara uji BNJ_{0,05} perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁ dan K₂. Hal ini diduga karena ketersediaan unsur hara yang cukup di dalam pupuk kandang kambing seperti N, P dan K. Hal ini sesuai dengan pendapat Arifah (2013) yang menyatakan bahwa penambahan pupuk kandang ke dalam tanah selain menyediakan unsur hara bagi tanaman, dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah dan memperbaiki struktur

tanah. Hal ini didukung oleh pendapat Subatra (2013) yang menyatakan bahwa pupuk kandang secara bertahap akan terdekomposisi dan unsur hara hasil proses dekomposisi secara bertahap pula akan tersedia bagi tanaman. Selanjutnya Dinariani dkk. (2014) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik pada saat olah tanah akan terdekomposisi dengan baik, sehingga mudah diserap oleh akar tanaman.

Tabel 12. Rata-rata Produksi per Hektar Kedelai Hitam akibat Perlakuan Jenis Pupuk Kandang

Perlakuan	Produksi per Hektar (ton)
K ₀	2,39 a
K ₁	3,35 b
K ₂	3,19 b
K ₃	3,37 b
BNJ _{0,05}	0,75

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Interaksi Akibat Pengaruh Waktu Aplikasi PGPR dan Jenis Pupuk Kandang Tinggi Tanaman

Data hasil analisis ragam pengamatan tinggi tanaman kedelai hitam pada umur 28 HST akibat interaksi perlakuan antara waktu aplikasi PGPR dan jenis pupuk kandang berpengaruh sangat nyata pada umur 28 HST. Rata-rata tinggi tanaman umur 28 HST akibat interaksi antara waktu aplikasi PGPR dan jenis pupuk kandang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai Hitam pada Umur 28 HST akibat Interaksi Perlakuan Waktu Aplikasi PGPR dan Jenis Pupuk Kandang.

Kombinasi Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
	28 HST
W ₀ K ₀	15,45 a
W ₀ K ₁	16,94 ab
W ₀ K ₂	19,56 bcde
W ₀ K ₃	20,44 bcdef
W ₁ K ₀	19,17 bcd
W ₁ K ₁	21,11 cdef
W ₁ K ₂	19,72 bcdef
W ₁ K ₃	19,17 bcd
W ₂ K ₀	19,05 abc
W ₂ K ₁	21,17 cdef
W ₂ K ₂	21,83 cdef
W ₂ K ₃	23,28 f
BNJ _{0,05}	3,70

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ_{0,05} %.

Tabel 13 menunjukkan bahwa tinggi tanaman umur 28 HST akibat interaksi antara waktu aplikasi PGPR dan jenis pupuk kandang tertinggi dijumpai pada perlakuan W₂K₃ (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST, dan pupuk kandang kambing) yang secara uji BNJ_{0,05} berbeda nyata dengan perlakuan W₀K₀, W₀K₁, W₀K₂, W₁K₀, W₁K₃ dan W₂K₀ namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W₀K₃, W₁K₁, W₁K₂, W₂K₁ dan W₂K₂. Hal ini diduga bahwa kombinasi perlakuan waktu aplikasi PGPR 15 dan 30 HST dengan jenis pupuk kandang kambing dapat meningkatkan tinggi tanaman. Penambahan pupuk kandang kambing dapat meningkatkan unsur hara makro tanaman. Unsur hara N pada tanaman berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif. Unsur hara P memiliki fungsi untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman dan unsur hara K berfungsi untuk membantu dalam pembelahan sel dan pembentukan jaringan tanaman. Apabila tanaman kekurangan unsur hara makro maka dapat dipastikan pertumbuhannya akan terhambat.

Keterkaitan populasi mikroorganisme dengan kandungan bahan organik tanah sangatlah

erat. Bahan organik (pupuk kandang kambing) juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba PGPR sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Jadi penambahan bahan organik disamping sebagai sumber hara bagi tanaman, sekaligus sebagai sumber energi dan hara bagi mikroba. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sari dan Sudiarmo (2018) yang menyatakan bahwa bahan organik berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroorganisme PGPR sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Hasil penelitian Muliandari dkk. (2018) menunjukkan adanya interaksi antara pemberian PGPR dan pupuk kandang kambing terhadap rerata tinggi tanaman kedelai edamame pada umur pengamatan 44 dan 54 HST.

KESIMPULANDANSARAN

Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu aplikasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST, jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman, berat biji kering, berat 100 biji kering dan produksi per hektar. Namun tidak berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman umur 14 HST dan umur berbunga. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan W_2 (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST).
2. Jenis pupuk kandang berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST, jumlah cabang produktif, berat biji kering, berat 100 biji kering dan produksi per hektar. Namun tidak berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman umur 14 HST, umur berbunga dan jumlah polong per tanaman. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan K_3 (pupuk kandang kambing).
3. Interaksi antara waktu aplikasi PGPR dan jenis pupuk kandang berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 28 HST, sedangkan pada parameter lainnya tidak berpengaruh nyata. Interaksi terbaik diperoleh pada kombinasi perlakuan W_2K_3 (waktu aplikasi PGPR umur 15 dan 30 HST, dan pupuk kandang kambing).

Saran

1. Sesuai dengan hasil penelitian ini untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai hitam yang baik dalam budidaya menggunakan *polybag*, disarankan mengaplikasikan PGPR pada umur tanaman 15 dan 30 HST serta menggunakan pupuk kandang kambing yang dilakukan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali S, Hameed S, Shahid M, Iqbal M, Lazarovits G, Imran A. 2020. Functional Characterization of Potential PGPR Exhibiting Broad-Spectrum Antifungal Activity. *Microbiol Res.* 232:126389.
- Anjardita, I Made Dwi, I Gusti Ngurah Raka, Ida Ayu Mayun, I Nyoman Sutedja. 2018. Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobakteria* (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika.* 7(3): 447-456.
- Arifah, S.M. 2013. Aplikasi Macam dan Dosis Pupuk Kandang pada Tanaman Kentang. *Jurnal Gamma.* 8(2): 80-85.
- Dewi, I. 2007. Rhizobakteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman. Makalah. Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran. Jatinagor.
- Dinariani., Y. B., Heddy, S., Guritno, B. 2014. Kajian Penambahan Pupuk Kandang Kambing dan Kerapatan Tanaman yang Berbeda pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* sturt). *Jurnal Produksi Tanaman.* 2(2): 128-136.
- Dwiputra, Adhitya H., Didik I., Eka T S. 2015. Hubungan Komponen Hasil dan Hasil Tiga Belas Kultivar Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Vegetalika* 4(3): 14-28

- Indria, AT. 2005. Pengaruh Sistem Pengolahan Tanah dan Pemberian Macam Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Lumbantobing, E., E. H. Kardhinata, Rosmayati. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai Hitam (*Glycine max* L.) Berdasarkan Ukuran Biji. *Jurnal Online Agroekoteknologi*1(3): 440–452.
- Marom, N., Rizal, Mochamat Bintoro. 2017. Uji Efektivitas Waktu Pemberian dan Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Produksi dan Mutu Benih Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences* 1(2): 174–84.
- McMillan, S. 2007. Promoting Growth With PGPR. *The Canadian Organic Grower*:32-34
- Miyasaka, S. C., R. T. Hamasaki, Ramon, S. 2002. *Nutrient Deficiencies and Excesses in Taro*. University of Hawai'i. Manoa. pp. 14
- Muliandari N., Setiawan A., Sudiarso. 2018. Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang Kambing dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(10): 2687–2695.
- Murdhiani. 2016. Respon Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Kalium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 3(2): 46-54
- Myrna, N. E., F. B. Ichwan, H. Salim. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Perbedaan Pupuk Organik. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(1): 40–47.
- Nuryani, E., Haryono, G., Historiawati. 2019. Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris*, L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 4(1):14-17.
- Permatasari, A.D., Nurhidayati, T. 2014. Pengaruh Inokulan Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa Condo, Lumajang, Jawa Timur terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 3(2): 44-48.
- Prasetyo, R. 2014. Pemanfaatan Berbagai Sumber Pupuk Kandang sebagai Sumber dalam Budidaya Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Tanah Berpasir. *Jurnal Agro Science*. 2(2): 125 –132.
- Purwaningsih, O. 2005. Adaptasi Tanaman terhadap Water Stress. *Jurnal Agriculture*. 97(3): 1062-1071.
- Riawati., Rasyad, A., Wardati. 2016. Respon Empat Varietas Kedelai (*Glycine max* (L). Merrill) terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor. *JOM Faperta*. 3(1): 1-12.
- Samekto. R. 2006. *Pupuk Kandang*. Citra Aji Parama. Yogyakarta.
- Santoso, D. R. 2019. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) Merrill) pada Berbagai Dosis Komposisi Pupuk. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Agroteknologi. Fakultas Pertanian-Peternakan. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang
- Sari, D. A., E. Ratnasari, H. Fitrihidajati. 2015. Limbah Ternak Kambing Etawa sebagai Bahan Pupuk Organik Cair untuk Budi Daya Baby Corn. *Jurnal Lentera Bio*. 4(2): 143–149.
- Sari DN, Sudiarso. 2018. Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Produksi Tanam*. 6(10):2579–2587.
- Sitompul, S. M., B. Guritno, 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subatra, K. 2013. Pengaruh Sisa Amelioran, Pupuk N dan P terhadap Ketersediaan N, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi di Musim Tanam Kedua pada Tanah Gambut. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 2(2):159-169.
- Zakaria F.R., Firdaus D.P.R., Yuliana N.D. 2016. Konsumsi Tahu Kedelai Hitam untuk Memperbaiki Nilai SGOT/SGTP dan Aktivitas Antioksidan Plasma Penderita Diabetes Tipe 2. *Pangan* 25(2): 95-104.