



**PENGARUH PGPR (PLANT GROWTH PROMOTING  
RHIZOBACTERIA) DAN PUPUK KANDANG KAMBING  
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
KEDELAI (*Glycine max* L.)**

**Oleh:**

**IQBAL FADLAN RAMADHAN**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2024**



**PENGARUH PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*)  
DAN PUPUK KANDANG KAMBING TERHADAP PERTUMBUHAN DAN  
HASIL KEDELAI (*Glycine max L.*)**

Oleh :

**IQBAL FADLAN RAMADHAN**  
195040201111007

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

**2024**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri. Saya tidak melakukan plagiasi atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan dan sejauh pengetahuan saya, tidak tercantum karya atau pendapat yang pernah ditulis ataupun diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Maka saya siap menanggung resiko sanksi yang diberikan apabila ditemukan kecurangan yang melanggar etika keilmuan.

Malang, April 2024

Iqbal Fadlan Ramadhan

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Pengaruh PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max L.*)

Nama Mahasiswa : Iqbal Fadlan Ramadhan

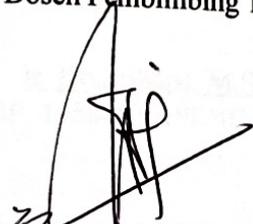
NIM : 195040201111007

Program Studi : Agroekoteknologi

Departemen : Budidaya Pertanian

Disetujui

Dosen Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, M.S.  
NIP. 195109211981032001

Dosen Pembimbing 2



Aldila Putri Rahayu, S.P., M.P.  
NIP. 2016098709012001

Diketahui

Ketua Departemen Budidaya Pertanian



Desa Nurun Barunawati, SP., MP.  
NIP. 197407242005012001

Tanggal Persetujuan : 26 APR 2024



# LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

## MAJELIS PENGUJI

Penguji I



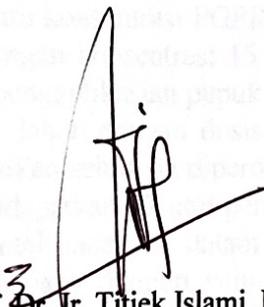
Ir. Koesriharti, M.S  
NIP. 195808301983032002

Penguji II



Aldila Putri Rahayu, S.P., M.P  
NIP. 2016098709012001

Penguji III



Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, M.S.  
NIP. 195109211981032001

Penguji IV



Dr. agr. Nunun Barunawati, SP., MP.  
NIP. 197407242005012001

Tanggal Lulus: 26 APR 2024





## RINGKASAN

**Iqbal Fadlan Ramadhan, 195040201111007. Pengaruh PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L.). Di bawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Aldila Putri Rahayu, SP., MP sebagai Pembimbing Pendamping.**

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman sumber protein yang mudah diperoleh dan memiliki kandungan protein yang tinggi. Kebutuhan kedelai di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 2.967.695 ton tahun<sup>-1</sup>, sedangkan produksi kedelai pada tahun 2019 sebesar 424.189 ton tahun<sup>-1</sup> (Kementan, 2020). Penambahan pupuk kandang kambing dapat mengimbangi penggunaan pupuk anorganik. Salah satu upaya dalam memaksimalkan pupuk kandang kambing yang tidak cepat tersedia yaitu dengan menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mempelajari interaksi antara konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing pada tanaman kedelai serta mendapatkan konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing yang tepat terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai. Hipotesis dari penelitian ini yaitu terdapat interaksi dengan pemberian PGPR dan pupuk kandang kambing pada tanaman kedelai, pemberian PGPR pada level tertentu memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai dan pemberian pupuk kandang kambing memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2023 di Kecamatan Junrejo, Kelurahan Dadaprejo, Kota Batu, Jawa Timur. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu RAK faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi PGPR diberikan sebanyak 3 kali yaitu pada 14, 28 dan 42 HST dengan konsentrasi 15 ml l<sup>-1</sup>, konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup>. Faktor kedua yaitu perlakuan pengaplikasian pupuk kandang kambing yang diberikan 1 kali pada saat pengolahan lahan dengan dosis 10 ton ha<sup>-1</sup>, 15 ton ha<sup>-1</sup>. Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 27 unit percobaan. Setiap perlakuan terdiri dari 56 tanaman, sehingga total tanaman dalam percobaan sebanyak 1.512 tanaman. Variabel pengamatan yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, umur terbentuk polong, jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot kering tanaman dan hasil panen. Hasil data pengamatan dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) atau uji F Hitung pada taraf 5%. Jika hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan nyata, maka dilakukan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) dengan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing. Pengaplikasian konsentrasi PGPR 20 ml l<sup>-1</sup> dapat meningkatkan variabel pertumbuhan tanaman kedelai mulai dari tinggi tanaman, jumlah daun, umur berbunga, umur terbentuk polong dan luas daun. Peningkatan pada variabel hasil meliputi jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot kering total per tanaman dan bobot biji

per tanaman. Pemberian dosis pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan variabel pertumbuhan tanaman kedelai diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Peningkatan pada variabel hasil diantaranya yaitu jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot kering total per tanaman dan bobot biji per tanaman.





## SUMMARY

**Iqbal Fadlan Ramadhan. 195040201111007. Effect of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) and Goat Manure on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* L.). Supervised by Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, MS. and Aldila Putri Rahayu, SP., MP.**

---

Soybean (*Glycine max* L.) is one of proteins that is easy to obtain and has a high protein content. National demand for soybeans in Indonesia in 2019 reached 2,967,695 tons year<sup>-1</sup>, while soybean production in 2019 was 424,189 thousand tons/year (Ministry of Agriculture, 2020). Application of goat manure can offset the use of inorganic fertilizer. One effort to maximize goat manure which is not available is by using Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) which is a group of beneficial soil microorganisms. Aims of this research are to study the interaction between PGPR concentration and goat manure dose on soybean plants and to obtain the right PGPR concentration and goat manure dose on growth and yield in soybean plants. Hypothesis of this research are that there is an interaction with giving PGPR and goat manure to soybean plants, giving PGPR at a certain level has a real influence on the growth and yield of soybean plants and giving goat manure has a real influence on growth and yield on soybean plants.

This research was carried out from July to September 2023 in Junrejo District, Dadaprejo Sub district, Batu City, East Java. The research design used is factorial which consists of 2 factors. First factor is the PGPR concentration which is given 3 times, namely at 14, 28 and 42 DAP with a concentration of 15 ml l<sup>-1</sup>, a concentration of 20 ml l<sup>-1</sup>. Second factor is the treatment of applying goat manure which is given once during land processing at a dose of 10 tons ha<sup>-1</sup>, 15 tons ha<sup>-1</sup>. These two factors were combined to obtain 9 treatment combinations with 3 repetitions to obtain 27 experimental units. Each treatment consisted of 56 plants, so the total plants in the experiment were 1.512 plants. Observation variabls observed were plant height, number of leaves, leaf area, flowering age, pod formation age, number of pods per plant, pod weight per plant, seed weight per plant, plant dry weight and harvest yield. The results of the observation data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) or the calculated F test at the 5% level. If the results of the analysis of variance show that there are significant differences, then a HSD test is carried out with a level of 5% to determine the differences between the treatments.

The results of the analysis of variance showed that there was no interaction between the provision of PGPR concentration and goat manure. Application PGPR concentration of 20 ml l<sup>-1</sup> can increase soybean plant growth variables plant height, number of leaves, flowering age, pod formation age and leaf area. Increases in yield variables include the number of pods per plant, pod weight per plant, total dry weight per plant and seed weight per plant. Application a dose of goat manure 15 tons ha<sup>-1</sup> can increase soybean plant growth variables including plant height, number of leaves and leaf area. Improvements in yield variables include the number of pods per plant, pod weight per plant, total dry weight per plant and seed weight per plant.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max L.*)”.

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah tulus dan ikhlas membantu, mendampingi serta memberikan arahan, terutama kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Titiek Islami, MS. selaku dosen pembimbing utama atas arahan, nasihat dan bimbingan yang diberikan sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
2. Aldila Putri Rahayu, SP., MP. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan, nasihat, saran serta bimbingan yang diberikan sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
3. Ir. Koesriharti, MS., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran dan evaluasi sehingga terselesaikan skripsi ini.
4. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan nasihat dan motivasi serta dukungan moril dan materiil sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan yang memberi dukungan dan bantuan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman menjadi sehingga masih terdapat banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini.

Penulis berharap adanya kritik saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan skripsi ini.

Malang, April 2024

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Medan pada tanggal 17 November 2001 sebagai putra kedua dari pasangan Alm. Bapak Susilo dan Ibu Susana Dewi. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di Yayasan Pendidikan Shafiyyatul Amaliyyah Medan pada tahun 2007 dan lulus tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di Yayasan Pendidikan Shafiyyatul Amaliyyah Medan pada tahun 2013 hingga tahun 2016. Pada tahun 2016 hingga 2019 penulis menempuh pendidikan menengah atas di Yayasan Pendidikan Shafiyyatul Amaliyyah Medan. Setelah lulus menempuh pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan studi Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan kegiatan magang kerja pada bulan Agustus hingga Oktober tahun 2022 di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan dan ditempatkan pada keluarga peneliti agronomi dan ilmu tanah.

**DAFTAR ISI**

RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
RIWAYAT HIDUP .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Hipotesis .....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tanaman Kedelai .....	4
2.2 Pupuk Kandang .....	7
2.3 Pengaruh Pupuk Kandang Kambing terhadap Tanaman .....	9
2.4 Plant Growth Promoting Rhizobacteria .....	10
2.5 Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap Tanaman .....	11
2.6 Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan PGPR terhadap Tanaman .....	12
3. BAHAN DAN METODE .....	15
3.1 Tempat dan Waktu .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	16
3.5 Variabel Pengamatan .....	18
3.6 Analisis Data .....	19
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	20
4.1 Hasil .....	20
4.2 Pembahasan .....	27
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	34
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	35
LAMPIRAN .....	40



**DAFTAR GAMBAR**

No.	Teks	Hal
1.	Morfologi Tanaman Kedelai.....	4
2.	Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai.....	6
3.	Dokumentasi Pertumbuhan 14 HST.....	54
4.	Dokumentasi Pertumbuhan 21 HST.....	55
5.	Dokumentasi Pertumbuhan 28 HST.....	56
6.	Dokumentasi Pertumbuhan 35 HST.....	57
7.	Dokumentasi Pertumbuhan 42 HST.....	58
8.	Dokumentasi Hasil.....	59

**DAFTAR TABEL**

<b>No.</b>	<b>Teks</b>	<b>Hal</b>
1.	Perbandingan Kandungan Pupuk Kotoran Sapi, Kambing dan Ayam .....	8
2.	Perlakuan pada Penelitian .....	16
3.	Rerata Tinggi Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	20
4.	Rerata Jumlah Daun Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	21
5.	Rerata Luas Daun Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	22
6.	Rerata Umur Berbunga Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	23
7.	Rerata Umur Terbentuk Polong Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	24
8.	Rerata Jumlah Polong Total Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	24
9.	Rerata Bobot polong Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	25
10.	Rerata Bobot Kering Total Per Tanaman Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	26
11.	Rerata Bobot Biji Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR .....	27



**DAFTAR LAMPIRAN**

No.	Teks	Hal
1.	Deskripsi Kedelai Varietas Grobogan.....	40
2.	Denah Lahan Pengamatan.....	41
3.	Denah Pengamatan Sampel.....	42
4.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Kandang Kambing.....	43
5.	Perhitungan Aplikasi PGPR.....	44
6.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk Urea, SP 36, KCl.....	45
7.	Hasil Analisis Tanah Sebelum Pelaksanaan Percobaan.....	46
8.	Analisis Ragam.....	47
9.	Dokumentasi Pertumbuhan.....	54
10.	Dokumentasi Hasil.....	59



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman sumber protein yang mudah diperoleh dan memiliki kandungan protein yang tinggi. Masyarakat dapat mengolah kedelai menjadi makanan ringan serta bahan pembuatan lauk pauk. Kedelai mengandung 34% protein, 19% minyak, 34% karbohidrat (17% serat makanan), 5% mineral dan beberapa komponen lainnya termasuk vitamin, isoflavon (Yudiono, 2020). Kebutuhan kedelai di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 2.967.695 ton tahun<sup>-1</sup>, sedangkan produksi kedelai pada tahun 2019 sebesar 424.189 ton tahun<sup>-1</sup> (Kementan, 2020). Tingginya kebutuhan kedelai dibandingkan dengan jumlah produksinya ini menyebabkan pemerintah untuk mengimpor kedelai.

Upaya peningkatan produksi kedelai nasional serta mengurangi impor kedelai ini dapat dilakukan dengan memperbaiki penyebab rendahnya produksi kedelai. Penggunaan pupuk anorganik yang terus menerus dilakukan tanpa diimbangi dengan pupuk organik akan mengakibatkan degradasi lahan, yang ditandai dengan rendahnya kadar bahan organik tanah dan rendahnya ketersediaan hara bagi tanaman serta mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman. Pada lahan penelitian yang telah dilakukan analisis tanah yang terlampir pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa kandungan C-Organik sebanyak 2,3%. Hal itu tergolong sedang, maka dari itu upaya dalam menangani masalah tersebut yaitu dengan penggunaan penambahan bahan organik berupa pupuk kandang kambing dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Menurut Muzaiyanah *et al.* (2015) peningkatan penggunaan pupuk organik selain mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik buatan pabrik, juga untuk memperbaiki lahan-lahan pertanian yang terbukti telah banyak mengalami kemunduran kesuburan karena kandungan bahan organiknya sangat rendah yakni kandungan C-organiknya kurang dari 2,0%, sedangkan untuk memperoleh produktivitas tanaman yang optimal dibutuhkan kandungan C-organik lebih besar 2,5%.

Pupuk kandang dapat menjadi alternatif pupuk organik karena mudah didapat dan cukup tersedia. Pupuk kandang memiliki kandungan unsur makro dan mikro seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan mangan yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah karena

pupuk kandang tersedia untuk jangka waktu yang lama (Andayani dan La Sarido, 2013). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Myrna *et al.* (2013) bahwa 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.

Salah satu upaya dalam memaksimalkan pupuk kandang kambing yang tidak cepat tersedia yaitu dengan menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau rhizobakteri pemicu pertumbuhan tanaman (RPPT) yang merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Bakteri ini diketahui aktif mengkolonisasi di daerah akar tanaman dan memiliki 3 peran utama bagi tanaman yaitu sebagai pemacu atau perangsang pertumbuhan (biostimulan), sebagai penyedia hara (biofertilizer), sebagai pengendali patogen yang berasal dari tanah (bioprotektan) (Damanik dan Suryanto, 2018). Penelitian Marom *et al.* (2017) menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR 12,5 ml l<sup>-1</sup> memberikan pengaruh nyata pada tanaman kacang tanah dengan variabel pertambahan tinggi tanaman pada fase vegetatif (15 HST sampai 30 HST), pertambahan tinggi tanaman pada stadium pembentukan polong (30 HST sampai 45 HST), umur berbunga rata-rata, bobot basah polong per rumpun, bobot kering polong per rumpun, bobot 100 butir benih dan produksi polong kering per hektar dibanding perlakuan PGPR dengan konsentrasi 7,5 ml l<sup>-1</sup> dan 10 ml l<sup>-1</sup>. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui interaksi dari pemberian PGPR dan dosis pupuk kandang kambing terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* L.).

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari interaksi antara konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing serta mendapatkan konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing yang tepat terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai.

### 1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat interaksi pemberian pupuk kandang kambing dan PGPR pada tanaman kedelai.
2. Pemberian konsentrasi PGPR pada level tertentu memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai.
3. Pemberian dosis pupuk kandang kambing pada level tertentu memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai.

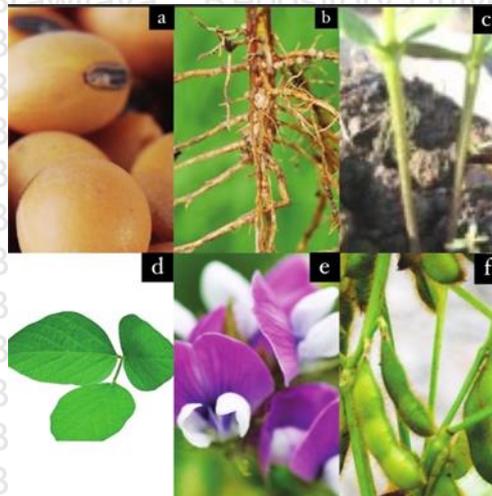




## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kedelai

Kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu jenis tanaman kacang semusim yang menjadi salah satu sumber minyak dan protein dunia. Kedelai menjadi tanaman penghasil bahan makanan penting di beberapa negara Asia, baik sebagai pakan ternak, penghasil minyak, maupun penyubur tanah. Kedelai yang berasal dari Asia Timur, seperti dari Cina, telah menanam kedelai sejak ribuan tahun yang lalu. Tanaman kedelai mempunyai klasifikasi Kingdom: *Plantae*, Sub Kingdom: *Tracheophyta*, Super divisi: *Spermatophyta*, Divisi: *Magnoliophyta*, Kelas: *Magnoliopsida*, Sub kelas: *Rosidae*, Famili: *Leguminosae*, Genus: *Glycine Willd*, Spesies: *Glycine max* (L.) Merrill. (USDA, 2016). Karakteristik kedelai yang dibudidayakan (*Glycine max* L. Merrill) di Indonesia merupakan tanaman semusim, tanaman tegak dengan tinggi 40-90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat seperti pada Gambar 1 dan umur tanaman antara 72-90 hari (Faizah dan Yuliana, 2019).



Gambar 1. Morfologi Tanaman Kedelai (a) biji (b) akar dan bintil akar (c) batang (d) daun (e) bunga (f) polong (Adisarwanto, 2014; Nababan, 2020)

Sistem perakaran kedelai terdiri dari sebuah akar tunggang yang terbentuk dari calon akar, sejumlah akar sekunder yang tersusun dalam empat barisan sepanjang akar tunggang, cabang akar sekunder dan cabang akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil (Yusuf, 2019). Ada berbagai faktor yang menentukan panjang akar tunggang, seperti kekerasan tanah, populasi tanaman, varietas dan sebagainya. Kedelai memiliki batang tidak berkayu, berjenis perdu

atau semak, berbulu, berbentuk bulat, berwarna hijau dan memiliki panjang yang bervariasi berkisar 30-100 cm. Tanaman kedelai mampu membentuk 3-6 cabang. (Trirahmah *et al.*, 2020).

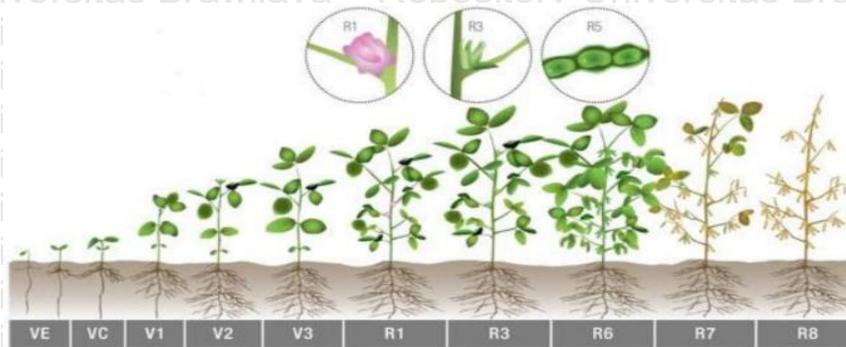
Pada umumnya setiap tanaman kedelai terdapat 2 daun tunggal. Pada keadaan normal pada daun tunggal akan tumbuh tunas yang merupakan cabang tanaman kedelai. Jenis daun yang lain adalah daun majemuk yang terdiri dari tiga helaian daun atau dikenal daun “trifoliat” yang tumbuh pada buku-buku batang, letak daun majemuk berselang seling. Di atas keluarnya tangkai daun majemuk akan tumbuh ranting cabang tanaman dan bunga. Daun majemuk tumbuh pada buku-buku batang atau cabang tanaman. Jumlah daun majemuk setiap varietas kedelai akan berbeda, hal ini yang akan membedakan jumlah daun antara varietas yang satu dengan lainnya. Jumlah daun kedelai identik dengan jumlah buku-buku kedelai, semakin banyak buku-buku batang akan diikuti banyaknya daun kedelai. Daun majemuk berwarna hijau, hijau tua atau hijau kekuningan tergantung varietasnya. Daun majemuk yang telah menunjukkan warna kuning menandakan tanaman kedelai siap dipanen. Gugurnya daun majemuk ada kalanya bersamaan atau bergantian (Suharno, 2020).

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Bunga kedelai tidak semua dapat menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan secara sempurna (Cambaba, 2015). Kedelai memiliki ukuran dan warna biji yang tidak sama, tetapi sebagian besar berwarna kuning dengan ukuran biji kedelai yang dapat digolongkan dalam tiga kelompok, mulai dari kecil (7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji) (Kisman *et al.*, 2022). Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10-14 hari setelah bunga pertama muncul. Warna polong yang baru tumbuh berwarna hijau dan selanjutnya akan berubah menjadi kuning atau coklat pada saat dipanen. Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak pipih dan bulat telur.

Kedelai dapat tumbuh dengan memenuhi beberapa syarat, yaitu mulai dari ketinggian tempat, suhu, curah hujan dan penyinaran matahari. Pada umumnya tanaman kedelai ditanam pada dataran rendah sampai dengan ketinggian 800 mdpl, dengan suhu udara yang ideal untuk pertumbuhannya antara 25-30 °C dan optimal

pada suhu 28 °C. Curah hujan yang dibutuhkan kedelai antara 1.000-2.500 mm/tahun. Lama penyinaran yang ideal antara 10-12 jam/hari. Kelembapan udara yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kedelai berkisar 75-90%. (Ritonga *et al.*, 2021; Adisarwanto, 2014). Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Sebagai barometer iklim yang cocok bagi kedelai adalah bila cocok bagi tanaman jagung. Kelembapan udara berpengaruh langsung terhadap proses pemasakan biji kedelai karena semakin tinggi kelembapan, proses pemasakan polong akan semakin cepat.

Pertumbuhan tanaman kedelai dibagi menjadi 2 fase, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Kenampakan masing-masing tahap pertumbuhan tanaman kedelai dimulai dari tahap perkecambahan pada 0-5 HST (VE) ditunjukkan dengan pemunculan. Tahap kotiledon (VC) ditandai dengan munculnya kotiledon ke permukaan tanah. Tahap ke-1 (V1) ditandai dengan daun tunggal dan trifoliat berkembang penuh pada 15-20 HST. Tahap ke-2 (V2) ditandai dengan daun tunggal dan dua daun trifoliat pertama berkembang penuh. Tahap ke-3 (V3) ditandai dengan daun tunggal dan tiga daun trifoliat pertama berkembang penuh. Tahap ke-n (Vn) ditandai dengan daun tunggal dan (n) daun trifoliat pertama berkembang penuh (Soesanto, 2022). Fase pertumbuhan tanaman kedelai (Gambar 2).



**Gambar 2.** Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Indradewa *et al.*, 2021)

Fase generatif tanaman kedelai dimulai tahap (R1) yaitu munculnya bunga di setiap ruas pada batang utama pada 25-35 HST. Tahap (R2) ditandai dengan munculnya bunga di salah satu dari kedua ruas teratas pada batang utama dengan daun yang berkembang penuh. Tahap (R3) ditandai dengan polong panjang 5 mm (3/16 inci) pada satu dari empat ruas teratas di batang utama dengan daun yang berkembang penuh. Tahap (R4) ditandai dengan polong panjang 2 cm (3/4 inci) dalam polong pada satu dari empat ruas teratas di batang utama dengan daun yang

berkembang penuh. Tahap (R5) ditandai dengan biji panjang 3 mm (1/8 inci) dalam polong pada satu dari empat ruas teratas di batang utama dengan daun yang berkembang penuh pada 55-70 HST. Tahap (R6) ditandai dengan polong mengandung biji berwarna hijau yang memenuhi rongga polong pada satu dari empat ruas teratas dibatang utama dengan daun yang berkembang penuh. Tahap (R7) ditandai dengan satu polong normal pada batang utama yang telah mencapai warna polong masak. Tahap (R8) ditandai dengan 95% polong telah mencapai warna polong masak (Soesanto, 2022).

## 2.2 Pupuk Kandang

Usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kesuburan tanah adalah dengan melakukan pemupukan menggunakan pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang berperan meningkatkan aktivitas biologi, kimia, dan fisik tanah sehingga tanah menjadi subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman (Rahmah *et al.*, 2014). Salah satu jenis pupuk organik adalah pupuk kandang. Pemberian pupuk kandang mampu meningkatkan kesuburan tanah, selain itu juga memperbaiki struktur tanah dengan kemantapan agregat tanah, aerasi dan daya menahan air serta kapasitas tukar kation (Nurhuda *et al.*, 2021). Struktur tanah yang baik menjadikan perakaran berkembang dengan baik sehingga semakin luas bidang resapan terhadap unsur hara. Penggunaan pupuk kandang dapat dianggap sebagai pupuk yang lengkap, juga meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah selain menambah unsur hara bagi tanaman juga menjadi makanan organisme di dalam tanah (Bachtiar *et al.*, 2018).

Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari sisa-sisa kotoran hewan ternak seperti kambing, sapi dan ayam. Pupuk kandang tidak hanya mengandung unsur makro seperti Nitrogen (N), Fosfat (P) dan Kalium (K), namun pupuk kandang juga mengandung unsur mikro seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Mangan (Mn) yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah, karena pupuk kandang berpengaruh untuk jangka waktu yang lama dan merupakan gudang makanan bagi tanaman (Andayani dan Sarido, 2013). Pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara berbeda-beda karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri yang ditentukan oleh jenis makanan dan usia ternak tersebut. Berikut penelitian yang dilakukan oleh

Novitasari dan Caroline, (2021) terkait perbandingan kandungan pupuk kotoran sapi, kambing dan ayam pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Kandungan Pupuk Kotoran Sapi, Kambing dan Ayam

No	Parameter	Kotoran		
		Sapi	Kambing	Ayam
1	C – Organik	14,87 %	23,19 %	13,38 %
2	Nitrogen	1,53 %	1,99 %	1,27 %
3	Fosfor	1,18 %	1,35 %	1,76 %
4	Kalium	1,30 %	1,82 %	1,18 %
5	Rasio C/N	14,32	13,38	11,85
6	Kadar Air	28,73 %	34,41 %	35,67 %

Pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara berbeda-beda karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri yang ditentukan oleh jenis makanan, air yang diberikan, umur, bentuk fisik dari ternak dan usia ternak tersebut. Kandungan unsur hara pada pupuk kandang berbeda-beda, tapi pada prinsipnya, semua jenis pupuk kandang baik untuk tanaman dan yang terpenting pupuk tersebut harus benar-benar matang. Pupuk kandang yang tidak matang akan berbahaya bagi tanaman, hal itu dikarenakan kotoran ternak masih mengeluarkan gas selama proses pembusukannya. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai rasio C/N <20, sehingga pupuk kandang akan lebih baik penggunaannya bila dikomposkan terlebih dahulu (Siboro *et al.*, 2013).

Pemberian pupuk kandang ini dilakukan setelah melakukan kegiatan pengolahan lahan. Pemberian pupuk dasar akan menjadi nutrisi bagi tanaman, sehingga tanaman akan tumbuh subur. Tanah yang sehat berperan sebagai tempat nutrisi dengan menyimpan unsur hara yang siap untuk digunakan oleh tanaman. Upaya-upaya mempertahankan dan meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah adalah dengan melakukan pengelolaan lahan seperti halnya melakukan pemberian pupuk kandang pada saat pemupukan dasar. Manfaat dari pemberian pupuk kandang sebagai pupuk dasar yaitu nilai pupuk kandang tidak hanya ditentukan oleh kandungan nitrogen, asam fosfat, dan kalium saja, tetapi mengandung hampir semua unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah (Amin, 2014).

### 2.3 Pengaruh Pupuk Kandang Kambing terhadap Tanaman

Pupuk merupakan sumber unsur hara utama yang sangat menentukan tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemupukan dapat diartikan sebagai pemberian bahan organik maupun non organik untuk mengganti kehilangan unsur hara di dalam tanah dan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman sehingga produktivitas tanaman meningkat (Mansyur *et al.*, 2021). Pada Tabel 1 menunjukkan kandungan pupuk kandang kambing memiliki nilai lebih tinggi daripada pupuk kandang sapi dan ayam. Pupuk kandang kambing memiliki tekstur yang berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Kotoran kambing mengandung bahan organik yang dapat menyediakan zat hara bagi tanaman melalui proses dekomposisi, proses ini terjadi secara bertahap dengan melepaskan bahan organik yang sederhana untuk pertumbuhan tanaman, kotoran kambing mengandung sedikit air sehingga mudah diurai. Penggunaan pupuk kandang kambing akan memperbaiki struktur dan komposisi hara tanah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan *et al.* (2019) didapatkan bahwa perlakuan dosis pupuk kandang kambing pada tanaman kedelai menunjukkan pengaruh nyata, yang dimana pemberian dosis pupuk kandang 10 ton ha<sup>-1</sup> ternyata meningkatkan jumlah polong per tanaman dan meningkatkan bobot polong per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan unsur hara mampu memberikan pengaruh pada jumlah polong per tanaman dan bobot polong per tanaman. Pemberian pupuk kandang sebagai sumber pupuk organik mampu meningkatkan kandungan hara, dan mempunyai daya mengikat air dalam tanah untuk menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Dengan minimnya unsur hara yang terkandung didalam tanah, maka akan menurunkannya hasil produksi pada suatu tanaman. Penambahan pupuk kandang kambing dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air, kapasitas tanah untuk menahan air berhubungan dengan struktur dan tekstur tanah.

Perlakuan pupuk kandang kambing pada penelitian yang dilakukan oleh Styaningrum *et al.* (2013) didapatkan bahwa perlakuan pupuk kandang kambing pada tanaman buncis berpengaruh terhadap panjang tanaman, jumlah daun, umur

muncul bunga dan umur panen pertama umur panen terakhir. Pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis 10 ton ha<sup>-1</sup> sampai dengan dosis 30 ton ha<sup>-1</sup> meningkatkan bobot polong per hektar sebesar 6,76 ton. Aplikasi pupuk kandang dapat memperbaiki aerasi tanah, menambah kemampuan tanah menahan unsur hara, meningkatkan kapasitas menahan air, meningkatkan daya sangga tanah, sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan sebagai sumber unsur hara. Unsur N yang terkandung pada pupuk kandang kambing mendorong pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun. Selain mampu meningkatkan kelembaban tanah, pupuk organik juga meningkatkan kandungan P dalam tanah.

#### **2.4 Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)**

Penggunaan bahan kimia pada pertanian terhadap lingkungan secara berlebihan perlu dikurangi, maka dari itu dilakukannya teknologi budidaya ramah lingkungan dalam pertanian. Salah satu caranya dengan menerapkan pertanian organik dengan memanfaatkan bakteri yang hidup di perakaran tanaman. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) adalah sekelompok bakteri mengkolonisasi akar tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman serta mengurangi penyakit atau kerusakan akibat serangan hama. Aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan faktor terkait tanaman seperti spesies dan umur. Berbagai jenis PGPR telah diketahui memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti *Bacillus*, *Enterobacter*, *Burkholderia*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* dan *Serratia* sekarang digunakan di seluruh dunia dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Hardiansyah *et al.*, 2020).

PGPR dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung melalui sintesis fitohormon (auksin, sitokinin, giberelin) dan vitamin, penghambatan sintesis etilen tanaman, meningkatkan ketahanan stres, meningkatkan serapan hara, solubilisasi fosfat anorganik dan mineralisasi fosfat organik (Triyani dan Hafsan, 2021). Kandungan PGPR seperti IAA, Giberelin, Sitokinin dan Etilen merupakan bentuk aktif hormon auksin yang dijumpai pada tanaman dan berperan meningkatkan kualitas dan hasil panen. Fungsi hormon tersebut antara lain meningkatkan perkembangan sel, merangsang pembentukan akar baru, memacu

pertumbuhan, merangsang pembungaan dan meningkatkan aktivitas enzim (Rahni, 2012). Jika pertumbuhan akarnya baik, tanaman dapat tumbuh sehat. Senyawa anti etilen yang dihasilkan PGPR juga menunjang pertumbuhan tanaman karena bisa mencegah penuaan. Salah satu mekanisme PGPR adalah bakteri terabsorpsi ke partikel tanah dengan pertukaran ion sederhana dan tanah dikatakan menjadi subur secara alami ketika organisme tanah melepaskan nutrisi anorganik dari cadangan organik pada jumlah yang cukup untuk mempertahankan laju pertumbuhan tanaman (Katiyar *et al.*, 2017).

### 2.5 Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Tanaman

*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau bakteri perakaran pemacu pertumbuhan tanaman aktif mengkoloni akar tanaman dengan memiliki tiga peran utama bagi tanaman yaitu sebagai biofertilizer yang dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman melalui percepatan penyerapan unsur hara dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA, giberelin, sitokinin dan etilen dalam lingkungan akar, kemudian sebagai biostimulan yang dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon dan sebagai bioprotektan yang melindungi tanaman dari patogen. Bakteri tersebut terbukti memproduksi fitohormon, yaitu auksin, sitokinin, giberelin, etilen dan asam absisat. *Streptomyces griseoviridis* mampu memproduksi auksin dan IAA secara *in vitro* yang berperan menstimulasi pertumbuhan tanaman (Rosyida dan Nugroho, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arfandi (2019) didapatkan bahwa pemberian PGPR memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Perlakuan PGPR akar bambu 20 ml menunjukkan hasil terbaik pada variabel pengamatan jumlah daun, jumlah pangkal, jumlah polong, bobot polong tanaman  $\text{gr}^{-1}$ , bobot 100 biji petak  $\text{gr}^{-1}$ , bobot biji petak  $\text{gr}^{-1}$ . Hal itu dikarenakan mikroorganisme hidup bersimbiosis dengan tanaman bambu dimanfaatkan oleh mikroorganisme tersebut sebagai energinya untuk tumbuh dan berkembang, menyelimuti akar dan menjadi penghalang terhadap patogen yang menginfeksi akar, sementara keuntungan bagi akar bambu tersedianya unsur hara fosfat hasil kerja *bacillus* sp yang dapat mendegradasi dari fosfat dalam keadaan

terikat sehingga terurai dan dapat diserap oleh tanaman. Pada penelitian yang dilakukan Ridwansyah dan Wibowo (2016) bahwa PGPR akar putri malu dengan jumlah  $12,5 \text{ ml l}^{-1}$  memberikan pertumbuhan tanaman dengan baik. Kondisi ini terjadi diduga karena adanya berbagai jenis bakteri menguntungkan yang ada dalam PGPR. Interaksi ini ditandai dengan adanya pemanfaatan eksudat akar yang dikeluarkan akar oleh mikroorganisme dan sebaliknya metabolisme di perakaran dipengaruhi oleh kerja mikroorganisme. Pengaruh langsung PGPR ini didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemicu pertumbuhan jumlah daun. Dalam beberapa literatur jenis mikroba yang ada dalam *rhizosfer* akar putri malu diantaranya, *rhizobium* adalah bakteri gram negatif aerob dalam suku *rhizobiaceae* yang bersimbiosis dengan inang tertentu seperti pada tumbuhan suku *leguminosae* dan kacang-kacangan.

Pengaplikasian PGPR pada tanaman dengan kocor, semprot dan dikocor semprot pada penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.* (2022) didapatkan bahwa pemberian PGPR dengan cara kocor dan semprot mampu menekan penyakit antraknosa pada buah cabai dengan kondisi lingkungan yang mendukung. *Pseudomonas fluorescens* yang terdapat dalam PGPR mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen tanaman khususnya tular tanah, yang berperan di perakaran tanaman untuk melindungi bagian tersebut, bakteri *Bacillus polymyxa* mampu memperbaiki kondisi hara dalam tanah dengan memfiksasi nitrogen dibawah permukaan tanah.

## 2.6 Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan PGPR terhadap Tanaman

Pupuk kandang kambing berasal dari hasil pembusukan kotoran kambing berbentuk padat (kotoran) sehingga warna, rupa, tekstur, bau dan kadar airnya tidak lagi seperti aslinya. Penggunaan pupuk kandang kambing dan PGPR dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Menurut Walida *et al.* (2020) pemberian pupuk kandang kambing diyakini dapat meningkatkan daya mengikat air, menambah unsur hara dalam tanah, membentuk pori-pori mikro dan dapat mengurangi keracunan oleh logam yang berikatan dengan liat sehingga meningkatkan pembentukan agregat tanah. Peran pupuk kandang kambing

diantaranya menambah unsur hara seperti fosfor, nitrogen, sulfur, kalium; meningkatkan kapasitas tukar kation tanah; melepaskan unsur P dari oksida Fe dan Al serta memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah (Kania dan Maghfoer, 2018).

Ketersediaan pupuk kandang terus berkurang karena digunakan secara terus menerus dalam jumlah yang besar. Selain itu, ketersediaan pupuk kandang juga terbatas karena pupuk kandang membutuhkan waktu dekomposisi yang cukup lama. Pemberian PGPR diberikan untuk meningkatkan hasil tanaman secara optimal dan dapat mengurangi kebutuhan pupuk kimia. PGPR memiliki tiga peran baik dalam pertumbuhan tanaman yaitu sebagai bioprotektan yang dapat melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit, dengan menghasilkan senyawa anti-mikroba atau enzim litik yang bersifat langsung untuk menghancurkan sel patogen, dan tidak langsung dengan mengaktifkan senyawa pertahanan (induksi ketahanan) (Anshori *et al.*, 2022).

PGPR sebagai biofertilizer memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen bebas, melarutkan fosfat, menghasilkan zat pengatur tumbuh dan mengikat unsur besi. PGPR sebagai biostimulan yang banyak memiliki zat pengatur tumbuh antara lain IAA, senyawa anti-etilen, sitokinin dan giberelin. Salah satunya IAA yang dapat meningkatkan pertumbuhan akar, dengan meningkatnya pertumbuhan akar, dapat terserap unsur hara dan air dengan maksimal dan senyawa anti-etilen berfungsi untuk menjaga tanaman tetap segar dan sehat (Anshori *et al.*, 2022).

Pemberian pupuk kandang kambing diasumsikan dapat menyediakan nutrisi bagi PGPR, sehingga mikroorganisme dalam PGPR mampu bertahan pada lingkungan rhizosfer dan menjalankan fungsinya. Menurut Hidayat *et al.* (2013) untuk keperluan hidupnya, mikroorganisme membutuhkan bahan organik dan anorganik yang diambil dari lingkungannya. Dengan tersedianya nutrisi bagi bakteri PGPR maka bakteri ini mampu menjalankan fungsinya sehingga mampu mempengaruhi produktivitas tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningrum *et al.* (2017) didapatkan bahwa penambahan bahan organik berupa kompos kotoran kelinci mampu menurunkan dosis penggunaan PGPR, kombinasi perlakuan 20 ton ha<sup>-1</sup> kompos kotoran kelinci dan 20 ml PGPR mampu menggantikan pemberian 10 ton ha<sup>-1</sup> kompos kotoran kelinci dan 30 ml PGPR pada hasil tongkol persatuan hektar. Pemberian 30 ml

PGPR dan tanpa kompos kotoran kelinci memberikan hasil yang sama dengan pemberian 10 ton ha<sup>-1</sup> dan 20 ml PGPR pada hasil tongkol persatuan hektar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR dan kompos kotoran kelinci mampu meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering tanaman, panjang tongkol tanpa kelobot, diameter tongkol tanpa kelobot, bobot tongkol dengan kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot dan bobot tongkol persatuan hektar.





### 3. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2023 di Kecamatan Junrejo, Kelurahan Dadaprejo, Kota Batu, Jawa Timur. Lokasi penelitian ini terletak pada ketinggian 639 mdpl, dengan suhu rata-rata 18-25 °C dan curah hujan rata-rata 2001-2500 mm/tahun (BMKG, 2023).

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, meteran pita, gembor, kamera *handphone*, *alvaboard*, *Leaf Area Meter* (LAM), timbangan digital, *knapsack sprayer*. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Grobogan, pupuk kandang kambing, pupuk Urea 75 kg ha<sup>-1</sup>, SP 36 100 kg ha<sup>-1</sup> dan KCl 100 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR, pestisida berbahan aktif lamda sihalotrin 25 g l<sup>-1</sup>.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian faktorial disusun secara acak kelompok yang terdiri dari dua faktor yaitu sebagai berikut.

Faktor pertama terdiri dari 3 taraf konsentrasi PGPR:

$$P_0 = 0 \text{ ml l}^{-1}$$

$$P_1 = 15 \text{ ml l}^{-1}$$

$$P_2 = 20 \text{ ml l}^{-1}$$

Faktor kedua terdiri dari 3 taraf pupuk kandang kambing:

$$K_0 = 0 \text{ ton ha}^{-1}$$

$$K_1 = 10 \text{ ton ha}^{-1}$$

$$K_2 = 15 \text{ ton ha}^{-1}$$

Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 27 unit percobaan. Setiap perlakuan terdiri dari 56 tanaman, sehingga total tanaman dalam percobaan sebanyak 1.512 tanaman. Berikut merupakan tabel dari kombinasi perlakuan dari penelitian yang dilakukan.

**Tabel 2.** Perlakuan pada Penelitian

PGPR	Pupuk Kandang Kambing		
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Analisis Tanah Sebelum Penelitian

Analisis tanah dilakukan sebelum pengolahan lahan dengan cara mengambil contoh tanah pada 5 titik di lahan penelitian. Analisis yang dilakukan meliputi kandungan C-organik, pH, N-total, P tersedia dan K. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Puslit Sukosari, Lumajang. Hasil analisa kimia tanah pada Lampiran 7.

#### 3.4.2 Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan mencangkul tanah agar menjadi gembur dan memberi ruang pada akar tanaman untuk tumbuh. Tanah yang telah digemburkan kemudian dibuat guludan dengan ukuran 230 cm x 110 cm. Jarak antar guludan dalam ulangan yang sama adalah 30 cm sedangkan jarak antar ulangan yaitu 50 cm yang terlampir pada Lampiran 2. Pemberian pupuk kandang kambing dilakukan setelah pembuatan guludan dengan dosis pupuk kandang kambing sesuai perlakuan pada Lampiran 4.

#### 3.4.3 Penanaman

Penanaman dimulai dengan membuat jarak tanam 30 x 15 cm. Benih dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 2 benih sedalam  $\pm 3$  cm kemudian ditutup kembali dengan tanah. Ketika bibit tumbuh dipertahankan 1 tanaman pada 1 lubang.

#### 3.4.4 Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan tujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pupuk yang digunakan yaitu pupuk kandang kambing. Pemberian pupuk kandang kambing dilakukan 14 hari sebelum tanam ketika pengolahan lahan sebagai pupuk dasar dan sesuai dengan dosis perlakuan yaitu K<sub>0</sub> = 0 ton ha<sup>-1</sup>, K<sub>1</sub> = 10 ton ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub> = 15 ton ha<sup>-1</sup>. Pengaplikasian pupuk kotoran kambing dilakukan dengan cara menaburkan pupuk pada masing-masing petak perlakuan kemudian diratakan dengan menggunakan cangkul. Selain itu, dilakukan

juga pemberian pupuk yang telah disesuaikan dengan dosis rekomendasi tanaman kedelai dengan menggunakan pupuk Urea dengan dosis  $75 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP 36  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan KCl  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Aplikasi pupuk urea, SP 36 dan KCl dilakukan 2 kali yaitu pada saat tanam dan 21 HST dengan  $\frac{1}{2}$  dosis setiap aplikasi, perhitungan dosis aplikasi terlampir pada Lampiran 6. Pengaplikasian dilakukan dengan melubangi tanah 5-10 cm dari tanaman kemudian lubang ditutup kembali dengan tanah.

#### 3.4.5 Aplikasi PGPR

Pengaplikasian PGPR pada setiap tanaman dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada 14 HST, 28 HST dan 42 HST dengan menyiramkan larutan PGPR ke daerah perakaran kedelai menggunakan gelas ukur.

#### 3.4.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyulaman dan pengendalian hama tanaman.

##### a. Penyulaman

Penyulaman dilakukan dengan cara mengganti tanaman yang tidak tumbuh atau mati dengan bibit yang sehat dan memiliki umur yang sama.

##### b. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan cara mengalirkan air hingga tergenang pada lahan kemudian aliran dibuka kembali keluar lahan dan dilakukan pada sore hari serta melihat kondisi cuaca dan media tanam. Pada media tanam yang masih lembab tidak dilakukannya penyiraman.

##### c. Pengendalian Hama

Pengendalian hama dilakukan dengan cara kimiawi yaitu dengan penggunaan pestisida berbahan aktif lamda sihalotrin. Hama yang menyerang tanaman kedelai adalah ulat grayak.

#### 3.4.7 Panen

Pemanenan dilakukan saat tanaman kedelai varietas Grobogan berumur 80 HST atau bila daunnya telah menguning 95% dan luruh, polong sudah tua berwarna kuning coklat atau coklat kehitaman tergantung jenis varietas. Batang berwarna kuning kecoklatan. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman kedelai.

### 3.5 Variabel Pengamatan

Pengamatan terbagi menjadi 2 yaitu pertumbuhan dan panen. Pengamatan dilakukan secara destruktif dan non destruktif dan dilakukan sebanyak 5 kali. Setiap perlakuan terdiri dari 10 sampel tanaman setiap pengamatan. Adapun pengamatan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

#### 3.5.1 Variabel Pengamatan Non-destruktif

a. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai dengan titik tumbuh atas tanaman dengan menggunakan meteran pita pada 14, 21, 28, 35 dan 42 HST.

b. Jumlah daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung *trifoliolate* yang telah membuka sempurna dan berwarna hijau pada umur tanaman 14, 21, 28, 35 dan 42 HST.

c. Umur berbunga (HST)

Pengamatan umur berbunga dilakukan dengan cara menghitung umur tanaman dari saat tanam sampai tanaman membentuk bunga yaitu dari populasi pada setiap petak perlakuan.

d. Umur terbentuk polong (HST)

Pengamatan waktu muncul polong dilakukan pada saat pertama kali polong mulai muncul.

#### 3.5.2 Variabel Pengamatan Destruktif

a. Luas daun (cm<sup>2</sup>)

Luas daun mulai diamati pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, 35 dan 42 HST. Pengukuran luas daun dilakukan dengan mengambil daun tanaman yang telah membuka sempurna dan berwarna hijau untuk dijadikan sampel destruktif. Kemudian diukur dengan menggunakan *Leaf Area Meter* (LAM).

#### 3.5.3 Variabel Hasil Kedelai

a. Jumlah polong total per tanaman (buah)

Jumlah polong total per tanaman, dilakukan dengan menghitung jumlah polong yang terbentuk.

- b. Bobot polong per tanaman ( $\text{g tan}^{-1}$ )

Bobot polong per tanaman, ditimbang seluruh polong yang terbentuk per tanaman.

- c. Bobot biji per tanaman ( $\text{g tan}^{-1}$ )

Bobot biji per tanaman, dilakukan dengan menimbang biji keseluruhan yang terbentuk per tanaman.

- d. Bobot kering total per tanaman ( $\text{g tan}^{-1}$ )

Pengukuran bobot kering total per tanaman dilakukan dengan memisahkan bagian tanaman seperti batang, daun, akar, polong terlebih dahulu setelah tanaman dipanen kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama  $2 \times 24$  jam lalu dilakukan penimbangan.

- e. Hasil panen ( $\text{ton ha}^{-1}$ )

Biji kering yang didapat pada petak percobaan dikonversikan menjadi Hasil Panen Per Hektar. Perhitungan hasil panen dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{HPPH} = \frac{\text{Luas lahan 1 ha}}{\text{Luas Petak Panen}} \times \text{Luas lahan efektif (58\%)} \times \text{Bobot biji kering}$$

Keterangan :

LPP : luas petak panen ( $0,6 \times 0,3 \text{ m}$ )

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dengan taraf 5% untuk mengetahui adanya pengaruh pada perlakuan. Jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5% untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur pengamatan 14, 21, 28, 35 dan 42 HST (Lampiran 8). Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur pengamatan 14 dan 21 HST. Perlakuan konsentrasi PGPR memberikan hasil berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST. Mengacu pada Tabel 3, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> terhadap tinggi tanaman pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST. Rerata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Tinggi Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) pada Umur (HST)				
	14	21	28	35	42
PGPR					
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	13,00	21,67	28,13 a	36,77 a	45,50 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	12,70	21,26	30,63 ab	41,08 ab	50,21 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	12,74	22,58	31,40 b	41,71 b	51,90 b
BNJ 5%	tn	tn	3,00	4,85	6,05
KK(%)	10,01	10,03	8,19	10,01	10,10
Pupuk Kandang Kambing					
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	12,53	21,95	28,01 a	38,62	47,97
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	13,00	21,41	30,47 ab	40,33	49,54
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	12,91	22,15	31,68 b	40,60	50,10
BNJ 5%	tn	tn	3,00	tn	tn
KK(%)	10,01	10,03	8,19	10,01	10,10

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Perlakuan dosis pupuk kandang kambing menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata hanya pada waktu pengamatan 28 HST. Pada perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan 0 ton ha<sup>-1</sup> namun

tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 10 ton ha<sup>-1</sup>. Perlakuan 10 ton ha<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ton ha<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 28 HST.

#### 4.1.2 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara konsentrasi PGPR dengan dosis pupuk kandang kambing terhadap jumlah daun pada umur pengamatan 14, 21, 28, 35 dan 42 HST (Lampiran 8). Perlakuan konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing tidak memberikan hasil yang berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kedelai pada umur pengamatan 14 dan 21 HST. Pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing memberikan hasil yang nyata terhadap jumlah daun kedelai pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST. Rerata jumlah daun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Jumlah Daun Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai) pada Umur (HST)				
	14	21	28	35	42
PGPR					
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	1,04	2,14	3,71 a	7,16 a	11,62 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	1,11	2,31	4,93 b	7,71 a	12,53 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	1,20	2,44	5,51 b	8,98 b	13,53 b
BNJ 5%	tn	tn	0,59	1,01	1,69
KK(%)	13,93	11,18	10,27	10,40	11,08
Pupuk Kandang Kambing					
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	1,07	2,18	4,18 a	7,11 a	11,13 a
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	1,07	2,24	4,47 a	7,82 a	12,89 b
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	1,20	2,48	5,51 b	8,91 b	13,67 b
BNJ 5%	tn	tn	0,59	1,01	1,69
KK(%)	13,93	11,18	10,27	10,40	11,08

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> dan 15 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 28 HST. Perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup> dan 15 ml l<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 35 HST. Perlakuan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> juga menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> terhadap jumlah daun kedelai pada umur pengamatan 42 HST.

Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> memberikan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan dengan dosis pupuk 0 dan 10 ton ha<sup>-1</sup> terhadap jumlah daun kedelai pada umur pengamatan 28 dan 35 HST. Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 10 dan 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan dengan dosis 0 ton ha<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 42 HST.

#### 4.1.3 Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap luas daun pada umur pengamatan 14, 21, 28, 35 dan 42 HST (Lampiran 8). Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing tidak memberikan hasil yang nyata terhadap luas daun pada umur pengamatan 14 dan 21 HST. Namun, berpengaruh nyata pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST. Berikut rerata luas daun disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Luas Daun Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) pada Umur (HST)				
	14	21	28	35	42
PGPR					
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	40,05	107,15	195,04 a	778,14 a	1.733,24 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	43,75	122,86	235,91 a	785,64 a	2.353,06 b
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	47,47	133,11	314,18 b	1007,75 b	2.707,72 b
BNJ 5%	tn	tn	76,63	189,85	520,00
KK(%)	15,70	17,86	25,36	18,20	11,08
Pupuk Kandang Kambing					
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	43,36	112,89	213,20 a	728,08 a	1.681,34 a
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	43,86	124,62	228,60 ab	846,95 ab	2.369,47 b
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	44,05	125,61	303,33 b	996,49 b	2.743,22 b
BNJ 5%	tn	tn	76,63	189,85	520,00
KK(%)	15,7	17,86	25,36	18,20	11,08

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> memberikan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan perlakuan dengan konsentrasi 0 dan 15 ml l<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 28 dan 35 HST. Perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 dan 15 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 42 HST. Perlakuan dosis pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil luas daun berpengaruh nyata dibandingkan dosis pupuk kandang kambing 0 ton ha<sup>-1</sup>,

namun tidak berpengaruh nyata dengan dosis pupuk 10 ton ha<sup>-1</sup>. Perlakuan 10 ton ha<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ton ha<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 28 dan 35 HST. Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 10 dan 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dibandingkan perlakuan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 42 HST.

#### 4.1.4 Umur Berbunga

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap umur berbunga (Lampiran 8). Rerata umur berbunga disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Umur Berbunga Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Umur Berbunga (HST)
PGPR	
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	34,89 b
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	32,56 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	31,89 a
BNJ 5%	
	2,51
KK(%)	
	6,23
Pupuk Kandang Kambing	
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	33,33
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	33,56
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	32,44
BNJ 5%	
	tn
KK(%)	
	6,23

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 6, perlakuan PGPR 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan umur berbunga yang lebih cepat dibandingkan pada perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak lebih cepat dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak lebih cepat dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> terhadap umur berbunga.

#### 4.1.5 Umur Terbentuk Polong

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap umur terbentuk polong (Lampiran 8). Rerata umur terbentuk polong disajikan pada Tabel 7. Pada Tabel 7 perlakuan PGPR 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan umur terbentuk polong yang lebih cepat dibandingkan pada perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak lebih cepat dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak lebih cepat dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> terhadap umur terbentuk polong.

Tabel 7. Rerata Umur Terbentuk Polong Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Umur Terbentuk Polong (HST)
PGPR	
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	43,89 b
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	42,22 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	41,11 a
BNJ 5%	
	2,47
KK(%)	
	4,79
Pupuk Kandang Kambing	
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	42,67
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	42,78
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	41,78
BNJ 5%	
	tn
KK(%)	
	4,79

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

#### 4.1.6 Jumlah Polong Per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara konsentrasi PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap jumlah polong per tanaman (Lampiran 8). Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing memberikan hasil dengan jumlah yang lebih tinggi terhadap jumlah polong per tanaman. Rerata jumlah polong per tanaman disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Jumlah Polong Total Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Jumlah Polong Per Tanaman (buah)
PGPR	
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	37,85 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	42,85 a
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	48,96 b
BNJ 5%	
	5,70
KK(%)	
	10,85
Pupuk Kandang Kambing	
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	40,81 a
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	42,29 ab
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	46,56 b
BNJ 5%	
	5,70
KK(%)	
	10,85

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 8, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> memberikan hasil dengan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan konsentrasi 0 dan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis perlakuan 15 ton ha<sup>-1</sup> memberikan hasil dengan jumlah yang lebih tinggi

dibandingkan dengan perlakuan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan dosis pupuk 10 ton ha<sup>-1</sup>. Perlakuan 10 ton ha<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ton ha<sup>-1</sup> terhadap jumlah polong per tanaman.

#### 4.1.7 Bobot polong Per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap bobot polong per tanaman (Lampiran 8).

Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing memberikan hasil bobot polong yang lebih tinggi terhadap bobot polong per tanaman. Berikut rerata bobot polong per tanaman disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Bobot polong Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Bobot polong Per Tanaman (g tan <sup>-1</sup> )
PGPR	
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	37,37 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	44,00 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	48,00 b
BNJ 5%	7,05
KK(%)	13,43
Pupuk Kandang Kambing	
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	38,99 a
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	43,34 ab
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	47,05 b
BNJ 5%	7,05
KK(%)	13,43

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Pada Tabel 9 perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan bobot polong per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan bobot polong per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan dosis pupuk 10 ton ha<sup>-1</sup>. Perlakuan 10 ton ha<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ton ha<sup>-1</sup> terhadap bobot polong per tanaman.

#### 4.1.8 Bobot Kering Total Per Tanaman ( $\text{g tan}^{-1}$ )

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap bobot kering total per tanaman (Lampiran 8). Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing memberikan hasil berat kering yang lebih tinggi terhadap bobot kering total per tanaman. Berikut rerata bobot kering total per tanaman disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Bobot Kering Total Per Tanaman Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Bobot Kering Total Per Tanaman ( $\text{g tan}^{-1}$ )
PGPR	
0 ml $\text{l}^{-1}$ (P0)	9,55 a
15 ml $\text{l}^{-1}$ (P1)	12,51 ab
20 ml $\text{l}^{-1}$ (P2)	12,54 b
BNJ 5%	
	2,16
KK(%)	
	15,43
Pupuk Kandang Kambing	
0 ton $\text{ha}^{-1}$ (K0)	10,28 a
10 ton $\text{ha}^{-1}$ (K1)	11,79 ab
15 ton $\text{ha}^{-1}$ (K2)	12,53 b
BNJ 5%	
	2,16
KK(%)	
	15,43

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

Pada Tabel 10 perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml  $\text{l}^{-1}$  menunjukkan berat kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0 ml  $\text{l}^{-1}$  namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 15 ml  $\text{l}^{-1}$ . Perlakuan 15 ml  $\text{l}^{-1}$  tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ml  $\text{l}^{-1}$ . Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 15 ton  $\text{ha}^{-1}$  memberikan hasil berat kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton  $\text{ha}^{-1}$  namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan dosis pupuk 10 ton  $\text{ha}^{-1}$ . Perlakuan 10 ton  $\text{ha}^{-1}$  tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ton  $\text{ha}^{-1}$  terhadap bobot kering total per tanaman.

#### 4.1.9 Bobot Biji Per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara PGPR dengan pupuk kandang kambing terhadap bobot biji per tanaman (Lampiran 8). Perlakuan pemberian konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing memberikan hasil yang lebih tinggi terhadap bobot biji per tanaman. Berikut rerata bobot biji per tanaman disajikan pada Tabel 11.

Pada Tabel 11 perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> menunjukkan bobot biji per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup> namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup> tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan 0 ml l<sup>-1</sup>. Perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> menunjukkan bobot biji per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan dengan dosis pupuk 0 dan 10 ton ha<sup>-1</sup> terhadap bobot polong per tanaman.

Tabel 11. Rerata Bobot Biji Per Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pupuk Kandang Kambing dan Konsentrasi PGPR

Perlakuan	Bobot Biji Per Tanaman (g tan <sup>-1</sup> )	Hasil Panen (ton ha <sup>-1</sup> )
PGPR		
0 ml l <sup>-1</sup> (P0)	17,37 a	2,76 a
15 ml l <sup>-1</sup> (P1)	19,56 ab	3,10 ab
20 ml l <sup>-1</sup> (P2)	21,52 b	3,42 b
BNJ 5%	3,18	0,51
KK(%)	13,40	13,64
Pupuk Kandang Kambing		
0 ton ha <sup>-1</sup> (K0)	18,15 a	2,88 a
10 ton ha <sup>-1</sup> (K1)	18,55 a	2,94 a
15 ton ha <sup>-1</sup> (K2)	21,75 b	3,46 b
BNJ 5%	3,18	0,51
KK(%)	13,40	13,64

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada BNJ dengan taraf 5%, HST : hari setelah tanam, tn : tidak nyata.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Interaksi antara Perlakuan Konsentrasi PGPR dan Dosis Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

Hasil penelitian yang telah dilakukan dan dianalisis ragam menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi PGPR dan pupuk kandang kambing tidak terjadi interaksi pada tanaman kedelai. Hal ini diduga karena antara konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing tidak saling mendukung dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Berdasarkan analisis tanah yang dilakukan sebelum perlakuan menunjukkan bahwa kandungan c-organik termasuk dalam kategori sedang yaitu sebesar 2,3%. Pemberian bahan organik berupa pupuk kotoran kambing hingga dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> tidak memberikan interaksi dengan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai karena ketersediaan c-organik di dalam tanah cukup.

Ketersediaan c-organik yang cukup memungkinkan PGPR dan bahan organik bekerja secara independen, tanpa perlu bersaing untuk mendapatkan sumber energi. Menurut Sukaryorini *et al.* (2016) c-organik menjadi sumber energi yang dimana jika ketersediaanya berlebihan akan menghambat perkembangan mikroorganisme, karena peningkatan c-organik yang berlebihan dibanding kandungan nitrogen total dalam tanah. Akibat peningkatan c-organik akan menghambat pembentukan protein, hal ini akan menghambat kegiatan jasad renik.

#### 4.2.2 Pengaruh Konsentrasi PGPR terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan bakteri yang menguntungkan secara aktif mengkolonisasi rhizosfer, sehingga berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman. Pemberian konsentrasi PGPR berpengaruh nyata pada perlakuan 20 ml l<sup>-1</sup> terhadap pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, umur terbentuk polong (Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7). Sedangkan pada variabel hasil memberikan pengaruh nyata pada perlakuan 20 ml l<sup>-1</sup> terhadap jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot kering total per tanaman, bobot biji per tanaman (Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11).

Bakteri PGPR yang diaplikasikan pada tanaman kedelai dapat membantu menyerap unsur hara dalam tanah sesuai dengan peran PGPR yaitu sebagai biofertilizer sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman kedelai. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan PGPR berpengaruh nyata pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> terhadap tinggi tanaman dan memberikan hasil sebesar 11,62%; 18,16%; 14,06% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PGPR pada konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup>, hal tersebut dikarenakan bakteri-bakteri yang terdapat pada PGPR membantu pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. Sesuai dengan pernyataan Ahemad dan Kibret (2014) PGPR memfasilitasi secara langsung pertumbuhan tanaman dengan baik membantu dalam memperoleh sumber daya mineral, memproduksi phytohormon serta secara tidak langsung dengan menurunkan efek inhibitor beberapa patogen dengan membentuk agen biokontrol.

Salah satu organ tanaman yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis adalah daun, sehingga jumlah daun sebagai variabel dalam analisis

pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan PGPR berpengaruh nyata pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> terhadap jumlah daun dan memberikan hasil sebesar 48,51%; 25,41%; 16,43% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PGPR pada konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup>, hal ini dikarenakan unsur hara N pada PGPR bekerja memaksimalkan pertumbuhan jumlah daun. Menurut Shofiah (2018) tanaman yang mendapatkan unsur hara N yang cukup maka akan menghasilkan bertambahnya helai daun serta daun yang luas dengan kandungan klorofil tinggi sehingga tanaman dapat menghasilkan asimilat dalam jumlah cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatif.

Luas daun merupakan faktor yang menentukan tinggi rendahnya fotosintesa yang terjadi, selain kadar klorofil yang dikandung pada daun. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan PGPR berpengaruh nyata pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> terhadap luas daun dan memberikan hasil sebesar 61,08%; 29,50%; 56,22% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PGPR pada konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup>, hal ini diduga karena fosfat tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Istiqomah *et al.* (2017) peran penting fosfat untuk tanaman adalah dalam bentuk phyton, nukleus dan fosfatida adalah bagian dari protoplasma dan inti sel yang berperan dalam pembelahan sel. Daun akan berkembang setelah memperoleh zat makanan yang cukup, hal ini menyebabkan luas daun bertambah.

Pengaplikasian konsentrasi PGPR pada waktu 14, 28 dan 42 HST pada tanaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan, hal ini diduga karena bakteri yang dapat mengkoloni perakaran tanaman membutuhkan waktu untuk bekerja maksimal dalam merombak dan mendaur ulang unsur-unsur hara, sehingga mempermudah penyerapan dan memenuhi kebutuhan hara bagi tanaman. Pada penelitian yang dilakukan oleh Anjarwati dan Aini (2020) pengaplikasian PGPR saat 14 HST merupakan waktu yang diduga efektif untuk menunjang pertumbuhan secara vegetatif. Menurut Salamiah dan Wahdah (2015) beberapa bakteri pada PGPR juga dapat meningkatkan unsur nitrogen dan ketersediaan beberapa nutrisi yang sangat dibutuhkan tanaman, serta dapat merangsang tanaman untuk membentuk akar lateral. Akar serabut yang terdapat

pada akar lateral berfungsi untuk menghisap air dan unsur hara, pada akar ini juga terdapat bintil akar yang mengandung bakteri *Rhizobium*, kegunaannya sebagai pengikat zat nitrogen dari udara.

Pembungaan merupakan kondisi dimana tanaman mengalami fase generatif awal yang menentukan terbentuknya organ tanaman. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan PGPR berpengaruh nyata terhadap pengamatan umur berbunga dan umur terbentuk polong pada perlakuan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> menghasilkan selisih 3 HST muncul lebih cepat dibandingkan perlakuan PGPR dengan konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup>. Unsur N berperan dalam proses fotosintesis, pembentukan asam amino dan klorofil dan juga berkaitan dengan pembentukan bunga dan polong yang akan dihasilkan. Menurut Sintawati dan Fajriani (2022) salah satu bakteri PGPR yaitu *Pseudomonas* sp. yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon tumbuh seperti IAA, giberelin dan memfiksasi nitrogen. Pemberian PGPR dapat mempercepat proses pembungaan karena bakteri *Rhizobium* yang membantu tanaman dalam penyerapan dan memenuhi kebutuhan unsur hara pada tanaman kemudian dilanjutkan dengan kemunculan polong.

Pemberian konsentrasi PGPR pada tanaman kedelai juga berpengaruh nyata pada variabel hasil. Berdasarkan hasil analisis ragam, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 ml l<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman sebesar 29,35%, bobot polong per tanaman sebesar 28,44%, bobot kering total per tanaman 31,30% dan bobot biji per tanaman sebesar 23,89% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PGPR pada konsentrasi 0 ml l<sup>-1</sup>. Hal tersebut dikarenakan pertumbuhan tanaman yang baik pada masa vegetatif. Variabel hasil berkaitan dengan luas daun dan bobot kering total tanaman, dimana daun yang semakin luas maka dapat diartikan cahaya matahari yang diserap juga secara maksimal untuk digunakan pada proses fotosintesis. Bobot polong pada tanaman kedelai dipengaruhi oleh jumlah, bentuk dan ukuran biji. Jika jumlah biji tinggi maka bobot polong pun akan meningkat. Menurut Zuhroh dan Agustin (2017) bobot polong per tanaman juga dipengaruhi oleh faktor internal yaitu genetik sedangkan faktor eksternal seperti unsur hara, air dan cahaya yang tersedia. Faktor tersebut sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman kedelai yang kemudian



dibagi dalam bentuk bahan kering selama fase vegetatif, lalu pada akhir fase vegetatif akan terjadi penimbunan hasil fotosintesis pada organ-organ tanaman seperti akar, batang, daun, polong dan biji.

#### 4.2.3 Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

Dosis pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> memberikan pengaruh nyata terhadap pengamatan tinggi tanaman pada umur 28 HST, jumlah daun dan luas daun. Sedangkan pada variabel hasil memberikan pengaruh nyata pada perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> terhadap jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot kering total per tanaman. Tanaman kedelai mengandalkan unsur hara yang ada dari dalam tanah mulai dari pertumbuhan, perkembangan sampai dengan hasil. Tanaman tidak akan memberikan hasil yang maksimal apabila unsur hara yang diperlukan tidak tersedia.

Menurut Hasnaniah *et al.* (2017) penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki ketersediaan dan juga kemampuan untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang tidak hanya berfungsi memperbaiki kemampuan tanah dan menahan air tetapi juga meningkatkan kandungan hara yang dimobilisasi dan terkonsentrasi pada lapisan atas tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Listiawati *et al.* (2023) pupuk kandang kambing dapat memberikan beberapa manfaat yaitu menyediakan unsur hara makro dan mikro bagi tanaman, mengemburkan tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas dan komposisi mikroorganisme dalam tanah, serta memudahkan pertumbuhan akar tanaman.

Pemberian dosis pupuk kandang kambing pada tanaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap variabel pengamatan tinggi tanaman 28 HST, dimana pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 15 ton ha<sup>-1</sup> menghasilkan tinggi tanaman 13,10% lebih tinggi daripada pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Hidayat *et al.* (2020) pupuk kandang kambing mengandung bahan organik serta unsur hara lengkap yang dibutuhkan tanaman melalui proses dekomposisi, proses ini terjadi secara bertahap dengan melepaskan bahan organik untuk memacu pertumbuhan tanaman. Pada variabel pengamatan jumlah daun pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk

15 ton ha<sup>-1</sup> pada umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST menghasilkan jumlah daun 31,81%; 25,31% dan 22,82% lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Anwar dan Sudadi (2013) pupuk kandang kambing mampu menyediakan unsur hara terutama N, P dan K serta senyawa-senyawa organik yang dapat berfungsi sebagai hormon tumbuh meningkatkan pertumbuhan jumlah daun.

Daun merupakan organ utama untuk menyerap cahaya dan melakukan fotosintesis pada tanaman budidaya, dengan daun yang lebih luas maka penyerapan cahaya oleh daun akan meningkat. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 15 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata pada variabel luas daun dengan umur pengamatan 28, 35 dan 42 HST menghasilkan luas daun 42,27%; 36,86%; 63,15% lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Winarti *et al.* (2016) pada unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang kambing, daun tanaman akan menjadi banyak dan lebar serta warna yang lebih hijau. Unsur N unsur P juga sangat dibutuhkan daun dalam kegiatan fosforilasi fotosintesis pada daun.

Jumlah polong per tanaman berkaitan dengan umur berbunga dan umur terbentuk polong per tanaman. Menurut Suroso (2016) jika tanaman cepat berbunga maka diikuti dengan cepatnya terbentuk polong. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 15 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata pada variabel jumlah polong per tanaman serta menghasilkan 14,08% lebih banyak dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Sunada dan Juwaningsih (2019) pemberian pupuk organik akan mengakibatkan beberapa kation dibebaskan dari ikatannya secara absortif menjadi ion bebas yang dapat diserap oleh akar tanaman. Penggunaan pupuk kandang kambing dapat meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah serta dapat memperbaiki struktur tanah yang dimana dengan merangsang perkembangan jasad renik di dalam tanah.

Bobot kering per tanaman berkaitan dengan luas daun, jika semakin luas daun pada tanaman maka tanaman dapat melakukan fotosintesis dengan optimal serta dapat menyerap cahaya secara optimal Irwan dan Nurmala (2018). Fotosintesis dapat berjalan dengan baik karena mendapatkan cahaya matahari yang cukup.

Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan pupuk kandang

kambing dengan dosis pupuk 15 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata pada variabel bobot kering per tanaman serta menghasilkan 21,88% lebih banyak dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Pakerti *et al.* (2021) unsur hara N pada pupuk kandang kambing akan membantu peningkatan fotosintesis, kemudian fotosintat dalam bentuk karbohidrat akan ditranslokasikan ke seluruh jaringan tanaman dengan tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman.

Bobot polong per tanaman dipengaruhi oleh jumlah, bentuk serta ukuran biji. Jumlah biji pada tanaman kedelai berkaitan dengan bobot polong, jika biji tinggi maka bobot polong juga meningkat. Berdasarkan hasil analisis ragam yang telah dilakukan, perlakuan pupuk kandang kambing dengan dosis pupuk 15 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata pada variabel bobot polong per tanaman dan bobot biji per tanaman serta menghasilkan 20,67% dan 19,83% lebih berat dibandingkan dengan dosis pupuk 0 ton ha<sup>-1</sup>. Menurut Kilkoda *et al.* (2015) bobot polong dapat dipengaruhi oleh faktor internal yaitu faktor genetik dari tanaman kedelai dan juga dipengaruhi faktor eksternal mulai dari unsur hara, ketersediaan air dan cahaya matahari. Dengan faktor-faktor tersebut pertumbuhan tanaman kedelai terbagi dalam bentuk bahan kering pada fase vegetatif awal lalu pada fase vegetatif akhir akan terjadi penumpukan hasil fotosintesis dalam bentuk organ-organ tanaman kedelai.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Tidak terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang kambing terhadap seluruh variabel pengamatan.
2. Pengaplikasian konsentrasi PGPR 20 ml l<sup>-1</sup> dapat meningkatkan variabel pertumbuhan tanaman kedelai mulai dari tinggi tanaman, jumlah daun, umur berbunga, umur terbentuk polong dan luas daun. Adapun peningkatan pada variabel hasil meliputi jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot kering total per tanaman dan bobot biji per tanaman.
3. Pemberian dosis pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan variabel pertumbuhan tanaman kedelai diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Peningkatan juga terjadi pada variabel hasil diantaranya yaitu jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot kering total per tanaman dan bobot biji per tanaman.

### 5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian selanjutnya yaitu pengaplikasian konsentrasi PGPR 20 ml l<sup>-1</sup> dan dosis pupuk kandang kambing 15 ton ha<sup>-1</sup> mampu memberikan hasil tanaman kedelai yang lebih tinggi, namun diharapkan mempertimbangkan kandungan unsur hara awal dalam tanah serta kebutuhan unsur hara tanaman terlebih dahulu. Penyiraman tanaman kedelai pada musim kemarau dengan cara dialiri air tergenang lebih efektif agar pengairan lebih merata.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2014. Kedelai Produktivitas 3 ton/ha. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Ahemad, M. and Kibret, M. 2014. Mechanism and Application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. J. King Saud University-Science. 26 : 1 - 20.
- Amin, M. N. 2014. Sukses Bertani Buncis : Sayuran Obat Kaya Manfaat. Yogyakarta : Garudhawaca.
- Andayani, dan L. Sarido. 2013. Uji Empat Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum L.*). J. Agrifor. 12 (1) : 22 - 29.
- Anjarwati, N. dan N. Aini. 2020. Pengaruh Waktu Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Dosis Pupuk Anorganik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Krisan Potong (*Chrysanthemum morifolium*) Varietas Fiji Putih. J. Ilmu Pertanian. 5 (1) : 17 - 25.
- Anshori, B. A., M. Ihsan., L. Widiastuti. 2022. Pengaruh PGPR dan Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Paprika (*Capscium annum, L.*) di Dataran Rendah. Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan. 9 (1) : 1-11.
- Anwar, S., U. Sudadi. 2013. Kimia Tanah. Bogor : IPB Press.
- Arfandi. 2019. Pengaruh Beberapa *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*). J. Envisoil. 1 (1).
- Bachtiar, R. A., M. Rifki, Y. R. Nurhayat, S. Wulandari, R. A. Kutsiadi, A. Hanifa, M. Cahyadi. 2018. Komposisi Unsur Hara Kompos yang Dibuat dengan Bantuan Agen Dekomposer Limbah Bioetanol pada Level yang Berbeda. Sains Peternakan 16 (2): 63- 68.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2023. Prakiraan Curah Hujan Musim Hujan Tahun 2022 - 2023 Zona Musim di Provinsi Jawa Timur. Diakses melalui <https://staklim-malang.info/index.php/prakiraan-iklim/prakiraan-musim/prakiraan-musim-hujan/prakiraan-curah-hujan-musim-hujan> Pada 21 Februari 2023.
- Cambaba, S. 2015. Pengaruh Pemberian Mulsa Jerami terhadap Populasi Hama Kepik Hijau (*Nezara viridula*) yang Menyerang Tanaman Kedelai (*Glycine max L*) Varietas Burangrang. J. Dinamika. 02 (2) : 52-61.
- Damanik, S. A., dan A. Suryanto. 2018. Efektivitas Penggunaan Mikoriza dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) pada Pipa PVC Sistem Vertikultur. J. Produksi Tanaman. 6 (4) : 635 – 641.
- Faizah, M. dan A. I. Yuliana. 2019. Manfaat Biofertilizer dan Mikoriza terhadap Tanaman Kedelai. LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. Jombang.
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., and Jaya, A. M. 2020. Identification of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Thorny Bamboo Rhizosphere with 3% KOH

Gram Test and Gram Staining Test. *International Journal of Applied Biology*. 4 (2) : 7-17.

Hasnaniah, A., St. Subaedah., Netty. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Aplikasi Pupuk Urine Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *J. Agrotek*, 1 (2).

Hidayat, C., Dedeh. H., Arief, Nurbity.A., Sauman. J. 2013. Inokulasi Fungsi Mikoriza Arnuskula dan *Mycorrhiza Helper Bacteria* pada Andisol yang Diberi Bahan Organik untuk Meningkatkan Stabilitas Agregat Tanah, Serapan N dan P dan Hasil Tanaman Kentang. *Indonesian Journal of Applied Science*. 3 (2) : 26-41.

Hidayat, D., A. Rahmi., H. Syahfari., P. Astuti. 2020. Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Organik Cair Nasa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1. *J. Agrifor*, 19 (2).

Indradewa, D., T. Alam., P. Suryanto., B. Kurniasih., G. Wirakusuma., J. Sartohadi., H. H. Ilmiah., R. Rogomulyo., D. W. Respatie., A. B. Setiawan., Taryono. 2021. Inovasi Teknologi Agronomi di Lahan Pasir Pantai. Sleman : Deepublish.

Irwan, A., T. Nurmala. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati Majemuk dan Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai di Inceptisol Jatinangor. *J. Kultvasi*. 17 (3) : 750-759.

Istiqomah., L. Q. Aini., A. L. Abadi. 2017. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam Melarutkan Fosfat dan Memproduksi Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Buana Sains*. 17 (1) : 75-84.

Kania, S. R., dan M. D. Maghfoer. 2018. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Waktu Aplikasi PGPR terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascaloniucum* L.). *J. Produksi Tanaman*. 6 (3) : 407 – 414.

Katiyar, D., A. Hemantaranjan and B. Singh. 2017. Application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Promising Agriculture : An Appraisal. *Journal of Plant Physiology and Pathology*. 5 (4) : 1 – 8.

Kementerian Pertanian. 2020. Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Kedelai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta.

Kilkoda, A. K., T. Nurmala., D. Widayat. 2015. Pengaruh Keberadaan Gulma (*Ageratum Conyzoides* dan *Boreria Alata*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Ukuran Varietas Kedelai (*Glycine Max* L. Merrill) pada Percobaan Pot Bertingkat. *J. Kultivasi*. 14 (2).

Kisman, U. M. Yakop., S. M. Dewi., F. A. Idrus. 2022. Respon Pertumbuhan Vegetatif Tiga Genotipe Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Berbiji Besar pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram*. 4.

Listiawati, A., D. Zulfitia., Rahmidiyani., Maulidi. 2023. Uji Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame pada Tanah Aluvial. *J. Pertanian Agros.* 25 (3) : 2157-2164.

Mansyur, N. I., E. H. Pudjiwati., A. Murtalaksono. 2021. Pupuk dan Pemupukan. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.

Marom, N., Rizal, R., dan M. Bintoro. 2017. Uji Efektivitas Waktu Pemberian dan Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Produksi dan Mutu Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agriprima.* 1 (2) : 191 – 202.

Muzaiyanah, S., A. Kristiono., dan Subandi. 2015. Pengaruh Pupuk Organik Kaya Hara Santap NM1 dan Santap NM2 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tanah Vertisol. *Buletin Palawija.* 13 (1) : 74–82.

Myrna, N. E., F. B. Ichwan dan H. Salim. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Perbedaan Pupuk Organik. *J. Produksi Tanaman.* 2 (1) : 40 – 47.

Nababan, A. 2020. Bercocok Tanam Kedelai di Papua. Medan : Yayasan Kita Menulis.

Ningrum, W. A., K. P. Wicaksono., S. Y. Tyasmoro. 2017. Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Pupuk Kandang Kelinci terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*).

Novitasari, D dan J. Caroline. 2021. Kajian Efektivitas Pupuk dari Berbagai Kotoran Sapi, Kambing dan Ayam. *J. Teknik Lingkungan.* Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur II.

Nurhuda, M., M. Inti., E. Nurhidayat., D. J. Anggraini., N. Hidayat., A. M. Rokim., A. R. A. Rohmadan., Nurmaliatik., Nurwito., I. R. Setyaningsih., N. C. Setiawan., Y. Wicaksana., Darnawi., Y. Maryani. 2021. Kajian Struktur Tanah Rizosfer Tanaman Kacang Hijau dengan Perlakuan Pupuk Kandang dan Kascing. *J. Pertanian Agros.* 23 (1) : 35 – 43.

Pakerti, W. A., D. W. Widjajanto., E. Fuskhah. 2021. Pengaruh Kombinasi Pupuk Kandang dan Pupuk Majemuk serta Dosis Arang Sekam pada Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit Hibrida (*Capsicum annum* L.). *J. Agrotech.* 11 (1) : 27-35.

Rahmah A., I. Munifatul., S. Parman. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica chinensis* L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *Saccharata*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi.* 22 (1).

Rahman, F., Yusriadi., E. Liestiany. 2022. Pengaruh Cara Pemberian PGPR terhadap Kejadian Penyakit Antraknosa pada Cabai di Lahan Basah. *Proteksi Tanaman Tropika.* 5 (1).

Rahni, N. M. 2012. Efek Fitohormon PGPR terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai. *J. Agribisnis dan Pengembangan Wilayah.* 2 (2) : 27-35.

Ridwansyah, A., dan Wibowo, N.I. 2016. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap Pemberian RPTT (Rizobakteria



- Pemacu Tumbuh Tanaman) Akar Putri Malu dan Giberelin. *Agrosience*, 6 (2) : 78-87.
- Ritonga, H., M. Nurdin., F. S. Rembon., L. O. A. N. Ramadhan. 2021. Hidrogel Aplikasinya sebagai Soil Conditioner. Pekalongan : NEM.
- Rosyida, A. S. Nugroho. 2017. Pengaruh Dosis Pupuk Majemuk NPK dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Bobot Basah dan Kadar Klorofil Daun Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *J. Ilmiah Biologi*, 6 (2).
- Salamiah, dan R. Wahdah. 2015. Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam Pengendalian Penyakit Tungro pada Padi Lokal Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1 (6) : 1448-1456.
- Setiawan, N. M. B., S. Harieni., Wiyono. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing terhadap Hasil Beberapa Macam Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* L). *J. Ilmiah Agrineca*.
- Shofiah, D.K.R. dan S. Y. Tyasmoro. 2018. Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Pupuk Kotoran Kambing pada Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Varietas Manjung. *J. Protan*, 6 (1): 78 -82.
- Siboro, E.S., Surya, E. Herlina, N. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *J. Teknik Kimia USU*, 2 (3) : 40-43.
- Sintawati, M. B., dan Fajriani, S. 2022. Efektivitas *Plant Growth Promotion Rhizobacteria* (PGPR) dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman Aster *ericoides*. *J. Hortikultura Indonesia*, 13 (2) : 64-71.
- Soesanto, L. 2022. *Kompendium Penyakit Tanaman Kedelai*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Styaningrum, L., Koesriharti., M. D. Maghfoer. 2013. Respon Tanaman Buncis (*Phaseolus Vulgaris* L.) terhadap Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Daun yang Berbeda. *J. Produksi Tanaman*, 1 (1).
- Suharno. 2019. Kajian Pertumbuhan dan Produksi Pada 8 Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) Merrill di Lahan Sawah Tadah Hujan. *J. Ilmu Pertanian*, 2 (1).
- Sukaryorini, P., A. M. Fuad., S. Santoso. 2016. Pengaruh Macam Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), C-Organik dan Populasi Mikroorganisme pada Tanah Entisol. *Plumula*, 5 (2).
- Sunada, I. W., E. H. A. Juwaningsih. 2019. Aplikasi Teknologi Inovasi POC Bio-Inokulum Plus Guna Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. *J. Politanikoe*, 24 (2) : 1096-1108.
- Suroso, B., A. J. Sodik. 2016. Potensi Hasil dan Kontribusi Sifat Agronomi terhadap Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L. Merril) pada Sistem Pertanaman Monokultur. *J. Ilmu Pertanian*, 14 (2).
- Trirahmah, Z., Podesta, F., Yasin U. 2020. Pengaruh Tanah Bekas Macam-Macam Bioaktivator dan Mikoriza serta Kombinasi Pupuk Anorganik terhadap

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). J. Agriculture.

Triyani, U dan Hafsan. 2021. Mengungkap Misteri Interaksi antara Mikroba dan Tanaman. Samata : Alauddin University Press.

USDA, NRCS. 2016. The Plants Database. Plants Data Team, Greensboro, NC 27401-4901 USA. <http://usda.gov>.

Walida, H., F. S. Harahap., B. A. Dalimunthe., R. Hasibuan., A. P. Nasution., S. H. Sidabuke. 2020. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Hasil Tanaman Sawi Hijau. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan. (7) 2 : 283-289.

Winarti, S., Sundari, Y., Asie, Y. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L Merrill) yang diberi Pupuk Kotoran Kambing dan *Rhizobium* Sp pada Tanah Gambut. J. Agri Peat. (17) 2 :78 – 79.

Yudiono, K. 2020. Peningkatan Daya Saing Kedelai Lokal terhadap Kedelai Impor Sebagai Bahan Baku Tempe melalui Pemetaan Fisiko-Kimia. J. Agroteknik (14) 1 : 57-66.

Yusuf, E. Y. 2019. Pengaruh Genotip Cekaman Kekeringan dan Tingkat Netralisasi Al terhadap Pertumbuhan dan Perakaran Kedelai. J. Agro Indragiri. 6 (2).

Zuhroh, M. U., dan D. Agustin. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.) terhadap Jarak Tanam dan Sistem Tumpang Sari. J. Ilmiah Pertanian. 4 (1) : 25-33.



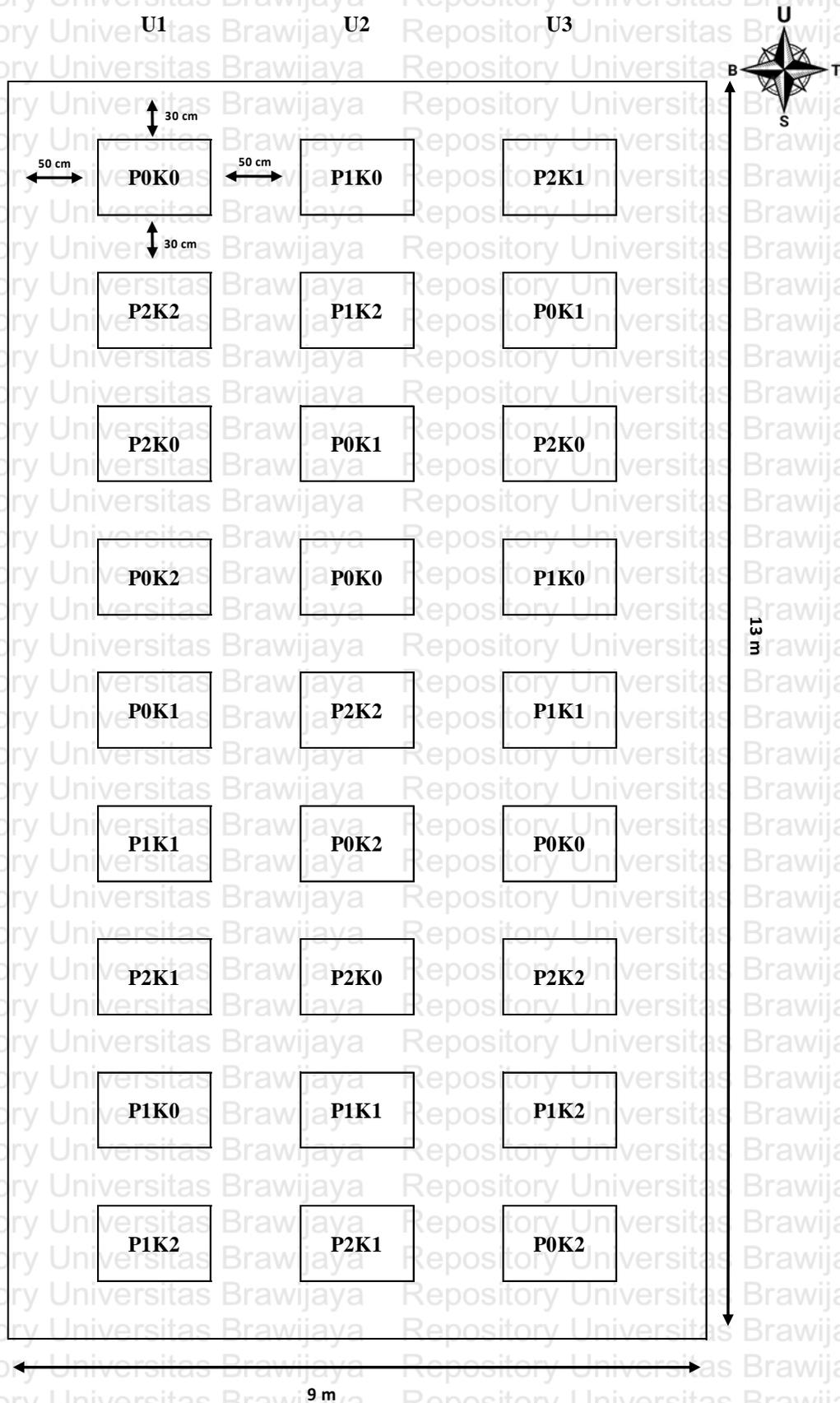


## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Deskripsi Kedelai Varietas Grobogan

Nama Varietas	: Grobogan
SK	: 238/Kpts/SR.120/3/2008
Tahun	: 2008
Tetua	: Pemurnian populasi lokal Malabar Grobogan
Potensi Hasil	: 3,40 t/ha
Pemulia	: Suhartina, M. Muchlish Adie
Rataan Hasil	: 2,77 t/ha
Warna Hipokotil	: Ungu
Warna Epikotil	: Ungu
Warna Daun	: Hijau Agak Tua
Warna Bulu Batang	: Coklat
Warna Bunga	: Ungu
Warna Polong Tua	: Coklat
Warna Kulit Biji	: Kuning Muda
Warna Hilum Biji	: Coklat
Tipe Pertumbuhan	: Determinate
Bentuk Daun	: Lanceolate
Perkecambahan	: 78-76%
Umur Berbunga	: 30-32 hari
Umur Polong Masak	: 76 hari
Bobot 100 biji	: 18 gram
Kandungan Protein	: 43,9 %
Kandungan Lemak	: 18,4 %

Lampiran 2. Denah Lahan Pengamatan



Lampiran 3. Denah Pengamatan Sampel



Keterangan :

   : Pengamatan Panen

   : Pengamatan Destruktif

   : Pengamatan Non Destruktif

X : Tanaman



#### Lampiran 4. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Kandang Kambing

1. Luas petak percobaan =  $2,3 \times 1,1 = 2,53 \text{ m}^2$
2. Jumlah tanaman per petak = 56
3. Kebutuhan pupuk per petak =  $\frac{\text{luas petak}}{10.000} \times \text{dosis perlakuan}$
4. Kebutuhan pupuk per tanaman =  $\frac{\text{kebutuhan per petak}}{\text{jumlah tanaman per petak}}$

Kebutuhan pupuk kandang kambing per petak:

a. 10 ton/ha

$$K1 = \frac{2,53}{10.000} \times 10.000 \text{ kg ha}^{-1} = 2,5 \text{ kg per petak}$$

b. 15 ton/ha

$$K2 = \frac{2,53}{10.000} \times 15.000 \text{ kg ha}^{-1} = 3,8 \text{ kg per petak}$$



### Lampiran 5. Perhitungan Aplikasi PGPR

a. Perlakuan 15 ml l<sup>-1</sup>

$$\begin{aligned} &= \frac{15}{1000} = \frac{x}{600,000} \\ &= 15 \cdot 600,000 = x \cdot 1000 \text{ ml} \\ &= \frac{9,000,000 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = x \\ &9000 \text{ ml} = x \end{aligned}$$

Kebutuhan PGPR per ha yaitu 9000 ml atau 9 L.

Kebutuhan PGPR per petak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Luas petak}}{\text{Luas lahan efektif per ha}} \times \text{kebutuhan pgpr} \\ &= \frac{2,53}{5370} \times 9000 \text{ ml} \\ &= 4,2 \text{ ml/petak} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{15}{1000} = \frac{4,2}{x} \\ &= 15 x = 4200 \\ &x = 280 \text{ ml} \end{aligned}$$

Kebutuhan PGPR per tanaman

$$\begin{aligned} &= \frac{280 \text{ ml}}{56 \text{ tanaman per petak}} = 5 \text{ ml/tanaman} \end{aligned}$$

b. Perlakuan 20 ml l<sup>-1</sup>

$$\begin{aligned} &= \frac{20}{1000} = \frac{x}{600,000} \\ &= 20 \cdot 600,000 = x \cdot 1000 \text{ ml} \\ &= \frac{12,000,000 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = x \\ &12000 \text{ ml} = x \end{aligned}$$

Kebutuhan PGPR per ha yaitu 12000 ml atau 12 L.

Kebutuhan PGPR murni per petak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Luas petak}}{\text{Luas lahan efektif per ha}} \times \text{kebutuhan pgpr} \\ &= \frac{2,53}{5370} \times 12000 \text{ ml} \\ &= 5,6 \text{ ml/petak} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{20}{1000} = \frac{5,6}{x} \\ &= 20 x = 5600 \\ &x = 280 \text{ ml} \end{aligned}$$

Kebutuhan PGPR setelah pengenceran per tanaman

$$\begin{aligned} &= \frac{280 \text{ ml}}{56 \text{ tanaman per petak}} = 5 \text{ ml/tanaman} \end{aligned}$$



### Lampiran 6. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Urea, SP 36, KCl

1. Luas petak : 2,53 m<sup>2</sup>
2. Rekomendasi pupuk : Urea 75 kg ha<sup>-1</sup>, SP 36 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 100 kg ha<sup>-1</sup>
3. Kebutuhan pupuk per petak

$$\text{Kebutuhan pupuk per petak} = \frac{\text{luas petak}}{\text{luas 1 Ha}} \times \text{rekomendasi pupuk}$$

$$\text{Kebutuhan urea} = \frac{2,53 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 75 \text{ kg} = 0,02 \text{ kg} \approx 20 \text{ g}$$

$$\text{Kebutuhan SP 36} = \frac{2,53 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 100 \text{ kg} = 0,025 \text{ kg} \approx 25 \text{ g}$$

$$\text{Kebutuhan KCl} = \frac{2,53 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 100 \text{ kg} = 0,025 \text{ kg} \approx 25 \text{ g}$$

4. Kebutuhan pupuk per tanaman

$$\text{Kebutuhan pupuk per petak} = \frac{\text{dosis per petak}}{\text{populasi tanaman}}$$

$$\text{Kebutuhan urea} = \frac{20 \text{ g}}{56 \text{ tanaman}} = 0,3571 \text{ g/tanaman}$$

$$\text{Kebutuhan SP 36} = \frac{25 \text{ g}}{56 \text{ tanaman}} = 0,4464 \text{ g/tanaman}$$

$$\text{Kebutuhan KCl} = \frac{25 \text{ g}}{56 \text{ tanaman}} = 0,4464 \text{ g/tanaman}$$

### Lampiran 7. Hasil Analisis Tanah Sebelum Pelaksanaan Percobaan

(Hasil Analisa Pupuk Tanah dan Jaringan Tanaman)



**PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XI**  
**PUSLIT SUKOSARI**  
**LABORATORIUM FISIKA DAN KIMIA TANAH**  
**Jalan Raya Wonorejo – Jatiroto KM.9 Lumajang 67355**

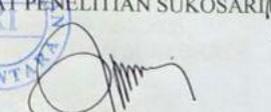
**FORMULIR**  
**HASIL ANALISA**  
**No.Sampel 040**

Tanggal Terima : 08 Juni 2023  
Tanggal Analisa : 14 – 20 Juni 2023  
Jumlah Sampel/ Contoh : 1 Sampel  
Jenis Contoh : Tanah  
Nama Pengirim : Iqbal Fadlan Ramadhan  
Instansi : -  
No Surat : -  
Alamat : Jl. Kerto Raharjo Dalam No.4, Kec. Lowokwaru, Kota Malang,  
Jawa Timur.

Hasil Analisa :

No.	Jenis	Hasil Analisa							
		KA (%)	BO (%)	Corg (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O Cmol(+)/kg	pH H <sub>2</sub> O	C/N Ratio
1	Tanah	4,22	4,0	2,3	0,13	12	0,16	6,68	17,18

Sumber: Hasil Analisis di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Puslit Sukosari  
Keterangan:  
Hasil analisa tersebut diatas hanya berlaku bagi contoh yang dikirim.  
Demikian untuk menjadi maklum.

Lumajang, 20 Juni 2023  
  
**NANIK TRISMADI, SE**  
Manager Puslit

**Lampiran 8. Analisis Ragam**

## 1. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman

## a. 14 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	34,9				
Ulangan	2	2,2	1,12	0,68	3,63	tn
Perlakuan	8	6,4	0,80	0,48	2,59	tn
PGPR	2	0,5	0,23	0,14	3,63	tn
Pukan Kambing	2	1,1	0,57	0,34	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	4,8	1,19	0,72	3,01	tn
Galat	16	26,3	1,65	1,00		
Faktor koreksi		4435,0				
KK		10,01				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## b. 21 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	103,9				
Ulangan	2	9,85	4,92	1,03	3,63	tn
Perlakuan	8	17,33	2,17	0,45	2,59	tn
PGPR	2	8,30	4,15	0,86	3,63	tn
Pukan Kambing	2	2,67	1,34	0,28	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	6,37	1,59	0,33	3,01	tn
Galat	16	76,7	4,80	1,00		
Faktor koreksi		12873,4				
KK		10,03				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## c. 28 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	219,4				
Ulangan	2	0,8	0,39	0,06	3,63	tn
Perlakuan	8	121,6	15,20	2,51	2,59	tn
PGPR	2	52,7	26,36	4,35	3,63	*
Pukan Kambing	2	62,7	31,36	5,17	3,63	*
PGPR x Pukan	4	6,1	1,54	0,25	3,01	tn
Galat	16	97,1	6,07	1,00		
Faktor koreksi		24387,7				
KK		8,19				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



## d. 35 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	460,2				
Ulangan	2	37,9	18,96	1,19	3,63	tn
Perlakuan	8	167,7	20,96	1,32	2,59	tn
PGPR	2	130,3	65,15	4,09	3,63	*
Pukan Kambing	2	20,7	10,37	0,65	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	16,6	4,16	0,26	3,01	tn
Galat	16	254,6	15,91	1,00		
Faktor koreksi		42880,6				
KK		10,01				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## e. 42 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	681,9				
Ulangan	2	29,3	14,67	0,59	3,63	tn
Perlakuan	8	257,5	32,19	1,30	2,59	tn
PGPR	2	198,0	99,01	4,01	3,63	*
Pukan Kambing	2	22,0	11,02	0,45	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	37,4	9,36	0,38	3,01	tn
Galat	16	395,1	24,69	1,00		
Faktor koreksi		65367,1				
KK		10,10				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## 2. Tabel ANOVA Jumlah Daun

## a. 14 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	0,7				
Ulangan	2	0,09	0,05	1,89	3,63	tn
Perlakuan	8	0,26	0,03	1,34	2,59	tn
PGPR	2	0,11	0,05	2,26	3,63	tn
Pukan Kambing	2	0,15	0,07	2,99	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	0,01	0,00	0,06	3,01	tn
Galat	16	0,3	0,02	1,00		
Faktor koreksi		33,78				
KK		13,93				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



## b. 21 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	2,3				
Ulangan	2	0,20	0,10	1,53	3,63	tn
Perlakuan	8	1,08	0,14	2,04	2,59	tn
PGPR	2	0,41	0,20	3,08	3,63	tn
Pukan Kambing	2	0,45	0,22	3,38	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	0,23	0,06	0,86	3,01	tn
Galat	16	1,1	0,07	1,00		
Faktor koreksi		142,83				
KK		11,18				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## c. 28 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	32,6				
Ulangan	2	2,86	1,43	6,08	3,63	*
Perlakuan	8	25,97	3,25	13,82	2,59	*
PGPR	2	15,20	7,60	32,37	3,63	*
Pukan Kambing	2	8,86	4,43	18,86	3,63	*
PGPR x Pukan	4	1,91	0,48	2,03	3,01	tn
Galat	16	3,8	0,23	1,00		
Faktor koreksi		601,14				
KK		10,27				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## d. 35 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	54,1				
Ulangan	2	9,3	4,65	6,80	3,63	*
Perlakuan	8	33,9	4,24	6,20	2,59	*
PGPR	2	15,7	7,85	11,48	3,63	*
Pukan Kambing	2	14,8	7,40	10,82	3,63	*
PGPR x Pukan	4	3,4	0,85	1,24	3,01	tn
Galat	16	10,9	0,68	1,00		
Faktor koreksi		1705,7				
KK		10,40				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



## e. 42 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	98,4				
Ulangan	2	17,8	8,90	4,60	3,63	*
Perlakuan	8	49,6	6,20	3,20	2,59	*
PGPR	2	16,4	8,22	4,25	3,63	*
Pukan Kambing	2	30,3	15,16	7,83	3,63	*
PGPR x Pukan	4	2,9	0,72	0,37	3,01	tn
Galat	16	31,0	1,94	1,00		
Faktor koreksi		4261,4				
KK		11,08				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## 3. Tabel ANOVA Luas Daun

## a. 14 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	1059,8				
Ulangan	2	32,0	16,02	0,34	3,63	tn
Perlakuan	8	272,6	34,08	0,72	2,59	tn
PGPR	2	248,1	124,04	2,63	3,63	tn
Pukan Kambing	2	2,3	1,14	0,02	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	22,3	5,57	0,12	3,01	tn
Galat	16	755,1	47,20	1,00		
Faktor koreksi		51690,6				
KK		15,70				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## b. 21 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	12720,8				
Ulangan	2	250,1	125,03	0,27	3,63	tn
Perlakuan	8	4997,1	624,63	1,34	2,59	tn
PGPR	2	3077,9	1538,96	3,29	3,63	tn
Pukan Kambing	2	901,6	450,81	0,97	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	1017,5	254,38	0,54	3,01	tn
Galat	16	7473,7	467,11	1,00		
Faktor koreksi		395564,8				
KK		17,86				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



## c. 28 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	216248,7				
Ulangan	2	6360,5	3180,24	0,80	3,63	tn
Perlakuan	8	146414,2	18301,77	4,61	2,59	*
PGPR	2	65973,5	32986,74	8,32	3,63	*
Pukan Kambing	2	41836,0	20918,02	5,27	3,63	*
PGPR x Pukan	4	38604,7	9651,17	2,43	3,01	tn
Galat	16	63474,1	3967,13	1,00		
Faktor koreksi		1665673,3				
KK		25,36				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## d. 35 HST

SK	db	JK	KT	F hitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	1104648,3				
Ulangan	2	17719,9	8859,95	0,36	3,63	tn
Perlakuan	8	697333,1	87166,64	3,58	2,59	*
PGPR	2	306326,1	153163,06	6,29	3,63	*
Pukan Kambing	2	325617,5	162808,77	6,69	3,63	*
PGPR x Pukan	4	65389,4	16347,36	0,67	3,01	tn
Galat	16	389595,3	24349,71	1,00		
Faktor koreksi		19838215,6				
KK		18,20				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## e. 42 HST

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	13964558,7				
Ulangan	2	314047,9	157024,0	0,86	3,63	tn
Perlakuan	8	10727846,1	1340980,8	7,34	2,59	*
PGPR	2	4378784,5	2189392,2	11,99	3,63	*
Pukan Kambing	2	5222350,5	2611175,2	14,29	3,63	*
PGPR x Pukan	4	1126711,2	281677,8	1,54	3,01	tn
Galat	16	153,4	9,59	1,00		
Faktor koreksi		138476376,9				
KK		18,87				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



## 4. Tabel ANOVA Umur Berbunga

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	128,7				
Ulangan	2	4,7	2,33	0,55	3,63	tn
Perlakuan	8	56,0	7,00	1,65	2,59	tn
PGPR	2	44,7	22,33	5,25	3,63	*
Pukan Kambing	2	6,2	3,11	0,73	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	5,1	1,28	0,30	3,01	tn
Galat	16	68,0	4,25	1,00		
Faktor koreksi		29601,3				
KK		6,23				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## 5. Tabel ANOVA Umur Terbentuk Polong

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	114,5				
Ulangan	2	0,5	0,26	0,06	3,63	tn
Perlakuan	8	47,9	5,98	1,45	2,59	tn
PGPR	2	35,2	17,59	4,26	3,63	*
Pukan Kambing	2	5,4	2,70	0,65	3,63	tn
PGPR x Pukan	4	7,3	1,81	0,44	3,01	tn
Galat	16	66,1	4,13	1,00		
Faktor koreksi		48556,5				
KK		4,79				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

## 6. Tabel ANOVA Jumlah Polong Total Per Tanaman

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	1428,3				
Ulangan	2	306,23	153,11	6,96	3,63	*
Perlakuan	8	770,33	96,29	4,38	2,59	*
PGPR	2	557,51	278,75	12,68	3,63	*
Pukan Kambing	2	159,92	79,96	3,64	3,63	*
PGPR x Pukan	4	52,90	13,22	0,60	3,01	tn
Galat	16	351,8	21,98	1,00		
Faktor koreksi		50438,60				
KK		10,85				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



7. Tabel ANOVA Bobot polong Per Tanaman

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	1584,6				
Ulangan	2	214,00	107,00	3,12	3,63	*
Perlakuan	8	821,97	102,75	3,00	2,59	*
PGPR	2	531,04	265,52	7,74	3,63	*
Pukan Kambing	2	247,75	123,88	3,61	3,63	*
PGPR x Pukan	4	43,18	10,80	0,31	3,01	tn
Galat	16	548,7	34,29	1,00		
Faktor koreksi		50707,80				
KK		13,51				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

8. Tabel ANOVA Bobot Biji Per Tanaman

SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	279,4				
Ulangan	2	4,79	2,39	0,35	3,63	tn
Perlakuan	8	165,58	20,70	3,04	2,59	*
PGPR	2	77,54	38,77	5,69	3,63	*
Pukan Kambing	2	69,99	34,99	5,14	3,63	*
PGPR x Pukan	4	18,05	4,51	0,66	3,01	tn
Galat	16	109,0	6,81	1,00		
Faktor koreksi		10250,77				
KK		13,40				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.

9. Tabel ANOVA Bobot Kering Total Per Tanaman

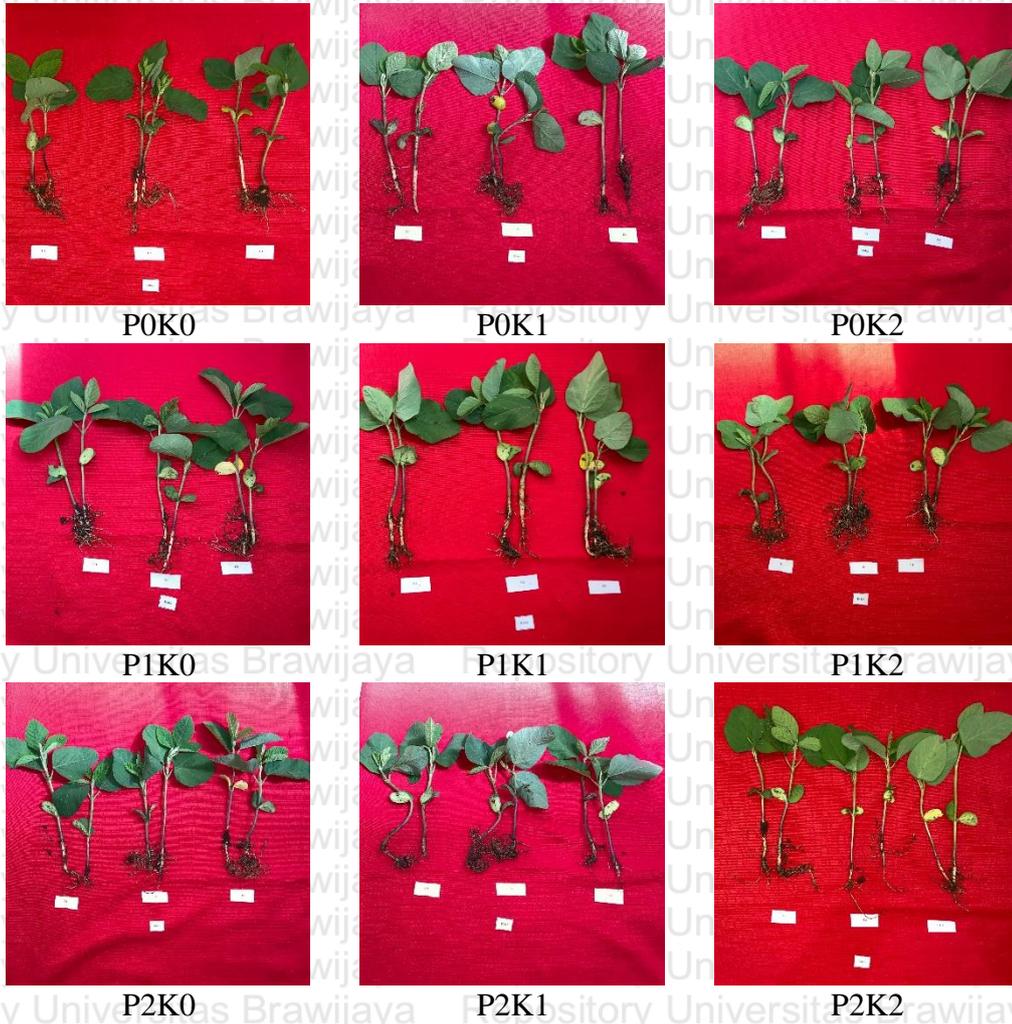
SK	db	JK	KT	Fhitung	Ftab 5%	Ket
Total	26	152,7				
Ulangan	2	23,09	11,54	3,65	3,63	*
Perlakuan	8	78,99	9,87	3,12	2,59	*
PGPR	2	52,89	26,44	8,36	3,63	*
Pukan Kambing	2	23,72	11,86	3,75	3,63	*
PGPR x Pukan	4	2,38	0,59	0,19	3,01	tn
Galat	16	50,6	3,16	1,00		
Faktor koreksi		3591,02				
KK		15,43				

Keterangan : tn = tidak nyata, pukan = pupuk kandang.



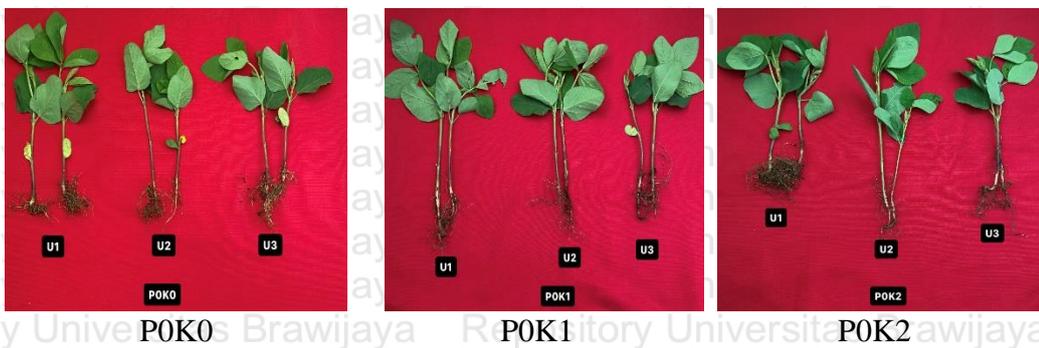
Lampiran 9. Dokumentasi Pertumbuhan

a. 14 HST



Gambar 3. Dokumentasi Pertumbuhan 14 HST

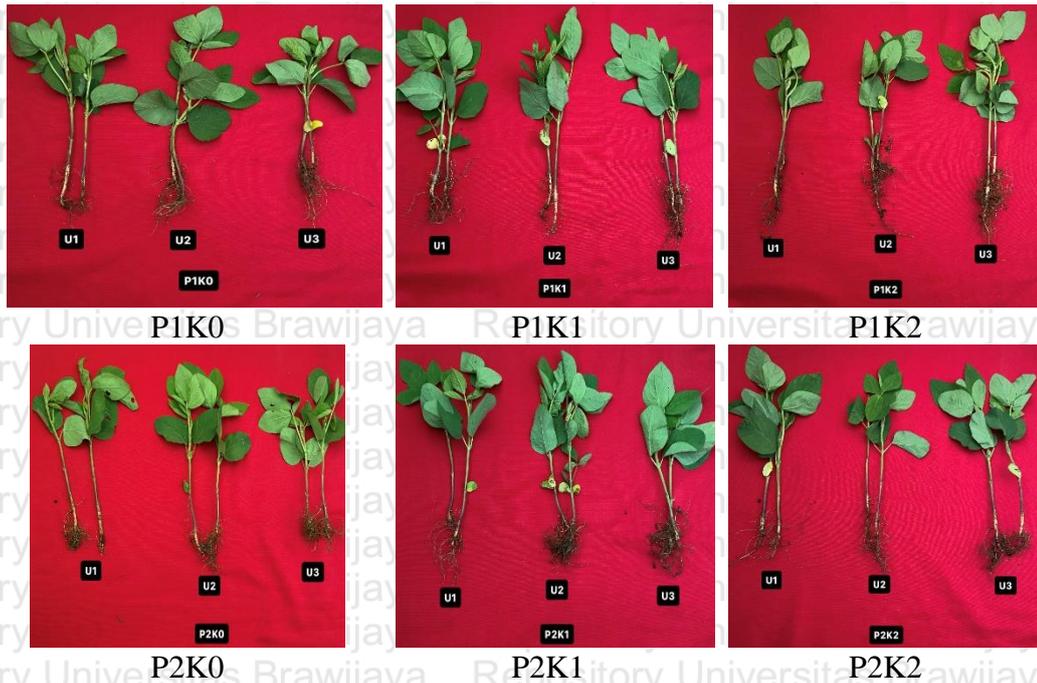
b. 21 HST



POK0

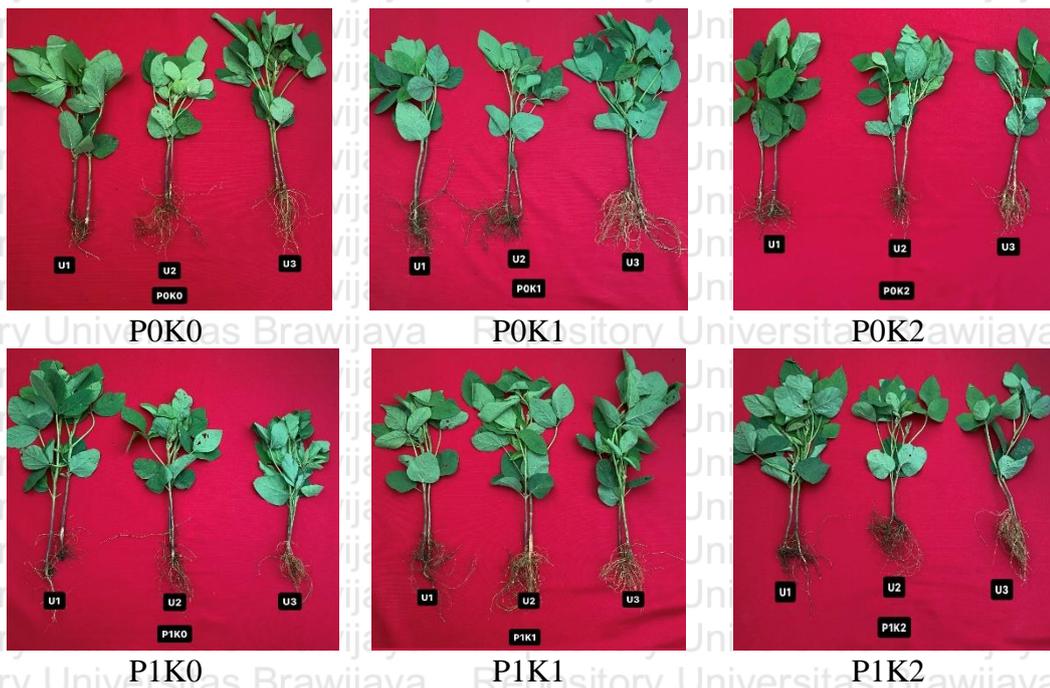
POK1

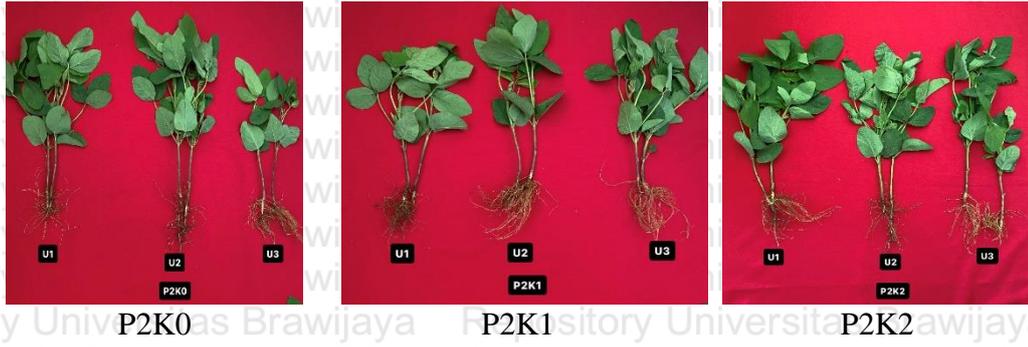
POK2



Gambar 4. Dokumentasi Pertumbuhan 21 HST

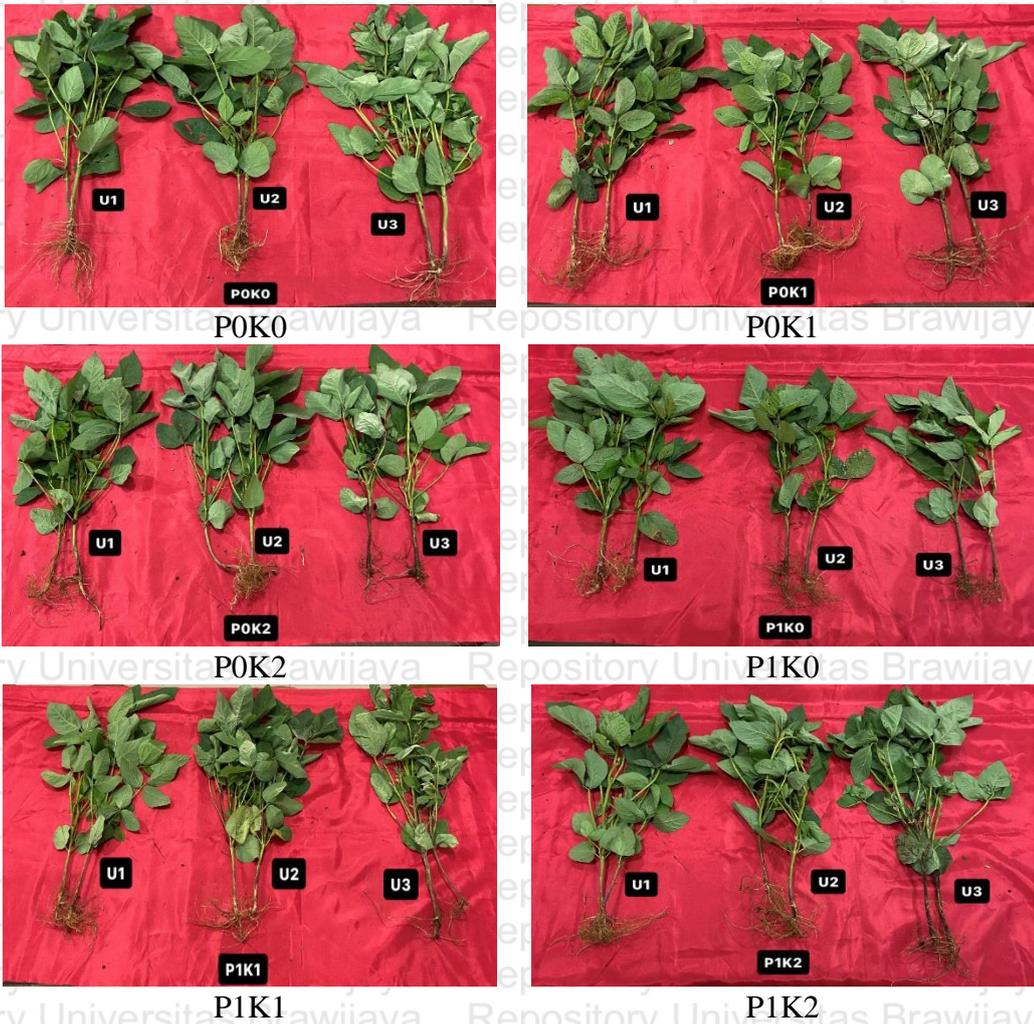
c. 28 HST

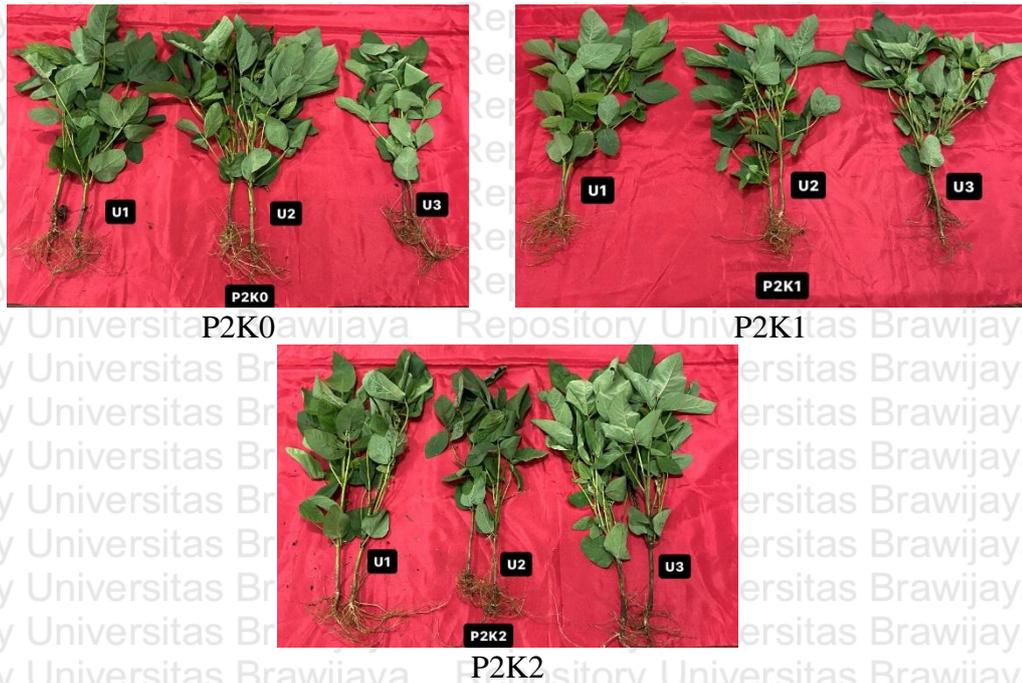




Gambar 5. Dokumentasi Pertumbuhan 28 HST

d. 35 HST





Gambar 6. Dokumentasi Pertumbuhan 35 HST

e. 42 HST





P2K2  
**Gambar 7.** Dokumentasi Pertumbuhan 42 HST

Lampiran 10. Dokumentasi Hasil



P0K0



P0K2



P1K1



P2K0



P0K1



P1K0



P1K2



P2K1



P2K2

Gambar 8. Dokumentasi Hasil