

## **Respons kedelai (*Glycine max*) varietas Mitani terhadap pemberian beberapa jenis pupuk hayati pada tanah podsolik**

### ***Response of soybean (*Glycine max*) Mitani variety on application of several types of biological fertilizer on podzolic soil***

**Fany Juliarti Panjaitan<sup>1</sup>, Onesimus Ke Lele<sup>2</sup>, Taufiq Bachtiar<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Budi Daya Tanaman Perkebunan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Budi Daya Pertanian Lahan Kering, Universitas Pertahanan Republik Indonesia  
Desa Fatukety, Kecamatan Kakuluk Mesak, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, Indonesia

\*Corresponding author: [tauf012@brin.go.id](mailto:tauf012@brin.go.id)

#### **ABSTRACT**

This study aimed to examine the growth response and yield of Mitani variety soybean plants after treating them with Rhizobium biofertilizer, Phosphate Solvent Microbes, and Azotobacter using gamma-ray irradiation technology. This research was conducted from January to May 2016 and used one-factor Randomized Block Design (RBD) with the several biofertilizer formulas treatments. The treatments level used were K0 = without fertilizer (control); K+ = 100% urea; Rhi = single strain Rhizobium; Rhi+MPF = Rhizobium Inoculant + Phosphate Solvent Microbes; and Rhi+MPF+AZ = Rhizobium + MPF + Azotobacter. Each application of biological fertilizer is mixed with 50% urea fertilizer. The data obtained were analyzed using the F-test (ANOVA) and continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a confidence level  $\alpha = 0.05$ . The results showed that the best plant height occurred in soybeans that were given rhizobium fertilizer and pophat solvent microorganisms. Meanwhile, the best average wet and dry weight of soybean plants ( $p < 0.05$ ) occurred in the 100% urea fertilizer treatment. Apart from that, the application of 100% urea fertilizer produces plants with higher water content compared to the biological fertilizer treatment. Another finding from this research is that the number of pods is not directly proportional to the weight of the root nodules. Generally, it can be concluded that soybean plants respond more to urea fertilization than biological fertilizer.

**Keywords:** Biological agents, Gamma rays, Irradiation technology, Microbial population

#### **PENDAHULUAN**

Teknologi pemuliaan tanaman sejak abad ke-20 telah mengalami kemajuan cukup pesat. Berbagai upaya perbaikan mutu tanaman melalui persilangan konvensional maupun teknologi mutasi genetik untuk berbagai kepentingan telah diuji. Hingga saat ini telah banyak varietas tanaman baru hasil rekayasa genetik, bioteknologi, dan molekuler. Teknologi lainnya adalah iradiasi yang juga berkembang dengan cepat dalam satu dekade terakhir (Badan Teknologi Nuklir Nasional, 2016; Made *et al.*, 2020; Widiyani, 2016). Penggunaan radiasi sinar gamma ( $\gamma$ ) untuk tujuan mutasi genetik pada tanaman telah menghasilkan berbagai varietas unggul baru salah satunya adalah tanaman kedelai varietas Mitani.

Kedelai Varietas Mitani dilepas oleh Kementerian Pertanian sebagai varietas baru sejak tahun 2008. Varietas ini dikenal memiliki keunggulan diantaranya jumlah protein mencapai

42,56%, agak tahan terhadap penyakit karat daun, tahan terhadap hama kutu hijau, dan hasil produksi mencapai 3,2 ton ha<sup>-1</sup> (Badan Teknologi Nuklir Nasional, 2016). Meskipun demikian, untuk mencapai hasil maksimal, varietas ini perlu didukung dengan sumberdaya yang tepat dan cukup selama budidayanya seperti penambahan agen hayati (Bachtiar & Waluyo, 2013).

Pupuk hayati telah dikenal luas menjadi salah satu solusi mengatasi permasalahan hara dalam tanah. Pupuk hayati merupakan pupuk serba guna karena kemampuannya tidak hanya menyediakan hara bagi tanaman tetapi juga dapat berfungsi sebagai pembenah yang baik bagi tanah bahkan secara aktif membantu tanaman memperoleh *supply* air selama pertumbuhannya (Lele *et al.*, 2018; Tania & Budi, 2012). Kebutuhan akan pupuk hayati akhir-akhir ini semakin meningkat seiring dengan semakin meluasnya perbincangan tentang pertanian organik. Keandalan agen hayati bagi perbaikan tanaman telah banyak dilaporkan baik dari segi pertumbuhan, hasil maupun kemampuan adaptasi tanaman terhadap lingkungan yang kritis sumber daya (Firmansyah *et al.*, 2015; Manuhuttu *et al.*, 2018; Moelyohadi *et al.*, 2012; Panjaitan *et al.*, 2020).

Pemanfaatan agen hayati dalam bidang pertanian telah banyak dilaporkan mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman. Beberapa jenis agen hayati yang umum digunakan antara lain *Rhizobium*, Mikroba Pelarut Fosfat (MPF), dan *Azotobacter*. *Rhizobium* merupakan bakteri yang berasosiasi dengan akar tanaman dan bersifat mutualisme. Mikroba ini diketahui hidup di akar tanaman legume dan mampu memfiksasi Nitrogen (N) dari udara bebas dalam jumlah yang relatif besar (Faizah, 2021; Koryati & Sojuangan, 2007; Sari *et al.*, 2015). Hal ini telah mendorong banyak peneliti untuk mengkaji lebih dalam potensinya untuk budidaya tanaman termasuk *non* legume (Dupin *et al.*, 2020; Liem *et al.*, 2019). Meskipun manfaatnya hanya untuk menyediakan Nitrogen, namun kehadirannya sangat penting karena N merupakan unsur makro yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman selama masa pertumbuhannya. Selain itu, *Azotobacter* juga memiliki peran yang mirip yakni menyediakan unsur N yang diperoleh dari udara bebas untuk kebutuhan tanaman (Aasfar *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2012).

Kehadiran *Azotobacter* telah menyita perhatian peneliti terutama sejak munculnya isu pertanian organik. Sementara Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) merupakan jenis bakteri yang mampu menghasilkan enzim fosfatase yang berperan dalam menyediakan fosfor bagi tanaman (Istina *et al.*, 2019; Wahyuni & Parmila, 2019; Widakusuma *et al.*, 2016). Dalam banyak kajian, telah ditemukan banyak manfaat MPF bahkan juga telah banyak yang mengkombinasikannya dengan jenis mikroba lain dalam rangka meningkatkan kualitas tanah dan tanaman. Peranan berbagai bentuk teknologi tersebut diatas menjadi sangat dibutuhkan terutama apabila dihadapkan pada budidaya tanaman menggunakan media tanam yang rendah hara seperti tanah podsolik merah kuning.

Tanah podsolik merah kuning merupakan salah satu tanah yang mendominasi beberapa wilayah Indonesia namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatannya bervariasi termasuk untuk budidaya tanaman baik hortikultura maupun tanaman pangan. Tanah jenis ini dikenal sebagai tanah tua yang telah mengalami defisiensi hara, dan cenderung diberikan introduksi pupuk dan bahan pembenah yang cukup tinggi (Abdillah & Aldi, 2021; Burhanuddin *et al.*, 2016; Santoso, 2006; Setiawan & Septiana, 2020; Tando & Zainuddin, 2021). Penambahan pupuk, baik hayati, organik maupun kimia pada tanah podsolik merah kuning telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya (Burhanuddin *et al.*, 2016; Frona *et al.*, 2017; Susilawati, 2000; Trisilawati *et al.*, 2018), dan diuji pada berbagai jenis tanaman, baik hortikultura, pangan, tanaman herbal, maupun tanaman kehutanan (Pradana *et al.*, 2022).

Untuk mencapai produksi terbaik tanaman kedelai varietas Mitani pada tanah podsolik, kami telah mencoba menggunakan beberapa jenis agen hayati tersebut untuk melihat respon pertumbuhan dan hasilnya. Hasil penelitian kami telah memberikan data statistik yang

sekaligus menjadi dasar perlunya kajian lanjut untuk ketiga agen hayati ini sehingga dapat dijadikan sebagai teknologi yang menjanjikan untuk peningkatan mutu hasil tanaman kedelai dimasa.

## MATERI DAN METODE

### Lokasi, waktu dan bahan penelitian

Penelitian telah dilakukan di kebun percobaan Bidang Pertanian Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir (BATAN) Lebak Bulus, Jakarta Selatan pada bulan Januari hingga Mei 2016. Tanah yang digunakan merupakan tanah Podsolik di kebun percobaan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Varietas yang digunakan adalah varietas hasil mutasi radiasi BATAN yaitu kedelai varietas Mitani. Formula pupuk hayati yang digunakan merupakan *Rhizobium* single strain (isolate W110 dengan kode perlakuan Rhi), inokulan *Rhizobium* ditambah Mikrob Pelarut Fosfat (isolate W110 + isolate MPF dengan kode perlakuan Rhi+MPF) dan campuran *Rhizobium*, MPF dan *Azotobacter* (Rhi+MPF+AZ). Pupuk hayati ini didapatkan dari koleksi laboratorium Pemupukan dan Nutrisi Tanaman Bidang PAIR BATAN.

Bahan pembawa sebagai formula pupuk hayati adalah tanah gambut yang berasal dari Rawa Pening Jawa Tengah. Tanah gambut dikeringkan, digiling sampai lebih kurang 10 mesh, diatur kemasannya dengan menggunakan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) sehingga berada dalam kisaran pH 6,5. Formula pupuk hayati kemudian ditimbang sebanyak masing-masing 100 g setiap kemasan. Kemudian tanah gambut dikemas dalam plastik HDPE (*High Density Poly Etilen*) lalu diiradiasi dengan menggunakan sinar gamma dengan dosis 50 kGy. Tanah gambut yang sudah steril kemudian diinokulasi dengan masing-masing isolat bakteri sesuai perlakuan dengan kerapatan  $10^8$  spk/g bahan pembawa sehingga pada setiap kemasan formula pupuk hayati memiliki 35% kelembaban.

### Rancangan percobaan dan variabel yang diamati

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 5 perlakuan dan tiga ulangan, sehingga keseluruhan petak percobaan adalah 15 petak satuan percobaan. Tiap petak berukuran 4x3 meter. Sebagai kontrol negatif perlakuan yang diberikan berupa tanaman yang tidak diinokulasi dengan pupuk hayati dan tidak dipupuk urea (K0). Kontrol positif berupa tanaman yang tidak diinokulasi pupuk hayati tetapi dipupuk 100% Urea (90 g petak<sup>-1</sup> setara 75 kg/ha) (K+). Perlakuan lainnya meliputi tanaman kedelai yang diinokulasi pupuk hayati (Rhi; Rhi+MPF; Rhi+MPF+AZ) dengan penambahan pupuk urea masing-masing sebanyak 50% (45 g petak<sup>-1</sup>).

Seluruh petak percobaan diberi pupuk dasar dengan dosis SP-36 240 g petak<sup>-1</sup> (setara 200 kg ha<sup>-1</sup>) dan KCl 120 g petak<sup>-1</sup> (100 kg ha<sup>-1</sup>). Pemupukan urea diberikan 1/3 pada saat tanam dan 2/3 pada setelah 14 hari setelah tanam (HST) sesuai dengan perlakuan. Inokulasi pada benih kedelai dilakukan dengan memberi sedikit air pada inokulan sehingga seperti pasta kemudian biji kedelai digulirkan pada inokulan tersebut sehingga inokulan menyelimuti keseluruhan benih (kurang lebih 0.3 g pupuk hayati.biji<sup>-1</sup>). Tiga benih ditanam ke dalam masing-masing lubang tanam, 14 hari setelah tanam (HST) dilakukan penjarangan dengan meninggalkan 2 tanaman untuk dipelihara dan diamati. Penyiraman dilakukan sebanyak dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Panen percobaan dilaksanakan setelah umur tanaman 100 hari setelah tanam. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman kedelai, berat basah bintil kedelai, berat basah dan kering tanaman, jumlah polong, berat basah dan kering akar, berat kering biji.

### Analisis Data

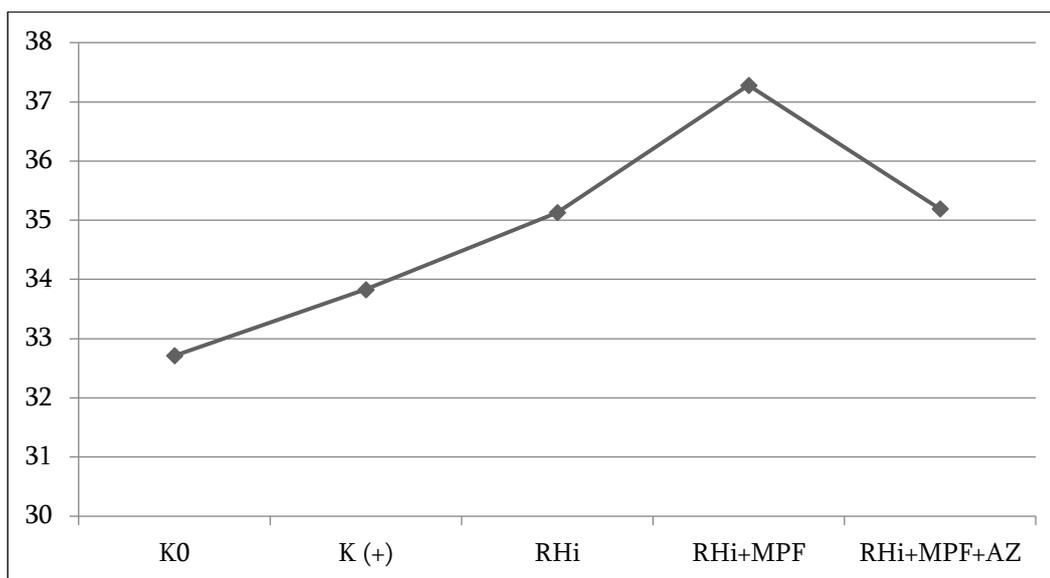
Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam uji F, apabila terdapat perbedaan antara perlakuan selanjutnya dianalisis dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan  $\alpha = 5\%$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman Kedelai

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata untuk variabel tinggi tanaman. Perlakuan pupuk hayati *Rhizobium*, MPF dan *Azotobacter* maupun kombinasi ketiganya memberikan hasil tinggi tanaman yang relatif sama dengan perlakuan tanpa pupuk urea dan pupuk hayati (K0). Perlakuan *Rhizobium* dikombinasikan dengan mikroba pelarut fosfat (Rhi + MPF) menunjukkan nilai rerata tertinggi (37,28 cm) diikuti oleh perlakuan Rhi+MFP+AZ dengan rerata nilai 35,19 cm. Nilai rerata terendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol (K0) yakni 32,71 cm (Gambar 1).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai berbeda tidak nyata antar semua perlakuan. Hal ini memberikan fakta bahwa pertambahan tinggi tanaman lebih dipengaruhi oleh sifat genetik tanamannya dibandingkan pengaruh luar. Serupa dengan pendapat (Kustanto, 2022; Mudhor *et al.*, 2022) bahwa toleransi tanaman terhadap pengaruh biotik dan abiotik juga ikut dipengaruhi oleh sifat varietas itu sendiri.



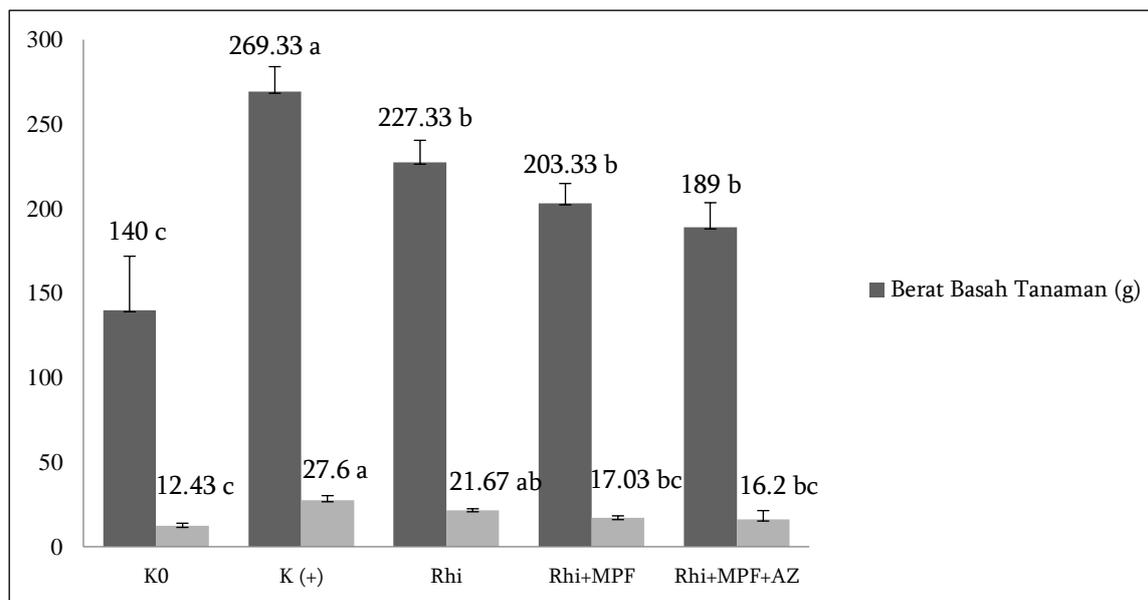
Gambar 1. Rerata tinggi tanaman kedelai varietas Mitani; K0 = tanpa pupuk hayati dan tanpa pupuk urea; K (+) = pemupukan 100% pupuk urea; RHi = *Rhizobium* dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF = *Rhizobium* + Mikroorganisme pelarut fosfat dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF+AZ = campuran *Rhizobium*, mikroorganism pelarut fosfat dan *Azotobacter* dengan pemupukan urea 50%.

Munculnya hasil tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata juga dapat diduga karena populasi mikroba pada ketiga perlakuan belum cukup efektif menyediakan hara yang lebih baik bagi tanaman hingga umur 50 HST. Efektifitas terbaik suatu agen hayati bagi tanaman selain dipengaruhi oleh lingkungan, inang dan genetiknya, juga dipengaruhi oleh populasinya dalam tanah (Bachtiar & Waluyo, 2013; Hungria *et al.*, 2006). Hal ini juga dibuktikan dengan data pada Gambar 1 diatas yang terlihat bahwa tanaman kedelai tertinggi pada perlakuan Rhi+MPF yaitu 37,28 cm dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena adanya *Rhizobium* dan MPF yang mendukung pertambahan tinggi tanaman. *Rhizobium*

dikenal mampu menyediakan unsur Nitrogen (Purwaningsih *et al.*, 2013) dan MPF menyediakan fosfat (P) bagi tanaman (Istina *et al.*, 2019). Kedua unsur hara tersebut merupakan unsur hara makro primer yang diperlukan tanaman terutama pada fase pertumbuhan vegetatif.

### Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Hasil analisis statistik untuk parameter berat basah dan berat kering tanaman menunjukkan hasil berbeda nyata. Rerata hasil terbaik diperoleh pada perlakuan K+ (269,33 g). Sedangkan tiga perlakuan mikroba menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Perlakuan dengan nilai rerata terkecil ditemukan pada perlakuan K0 (140 g). Sementara hasil uji lanjut parameter berat kering tanaman menunjukkan nilai rerata tertinggi pada perlakuan K+ (27,67 g) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan Rhi (21,67 g).



Gambar 2. Rerata berat basah dan kering tanaman kedelai varietas Mitani; K0 = tanpa pupuk hayati dan tanpa pupuk urea; K (+) = pemupukan 100% pupuk urea; RHi = *Rhizobium* dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF = *Rhizobium* + Mikroorganisme pelarut fosfat dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF+AZ = campuran *Rhizobium*, mikroorganism pelarut fosfat dan *Azotobacter* dengan pemupukan urea 50%.

Berdasarkan data pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai rata-rata variabel berat basah tanaman terbaik diperoleh pada perlakuan K+ yakni sebesar 269,33 gram yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (K0), kombinasi antara *Rhizobium* dengan MPF dan gabungan ketiga pupuk hayati. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan K+ meningkatkan bobot tanaman secara nyata dan sekaligus memperlihatkan bahwa perlakuan agen hayati tidak memberikan bobot basah yang lebih baik dibandingkan perlakuan pupuk urea 100%. Hasil ini juga membuktikan bahwa ketersediaan hara terutama N secara instan meningkatkan laju pertumbuhan vegetatif tanaman. Sejalan dengan pernyataan (Permanasari *et al.*, 2014) bahwa pupuk urea berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman hingga memasuki fase generatif karena sifatnya yang mudah tersedia bagi tanaman.

Hal menarik lainnya terlihat bahwa perlakuan kontrol tanpa aplikasi urea dan pupuk hayati (K0) secara nyata menghasilkan bobot basah dan bobot kering tanaman terendah dibandingkan semua perlakuan lainnya. Fakta ini membuktikan bahwa kekurangan unsur hara terutama N pada masa vegetatif tanaman mempengaruhi bobot basah dan kering tanaman.

Pertambahan volume dan bobot tanaman secara langsung didukung oleh ketersediaan unsur hara N yang berperan dalam masa pertumbuhan vegetatif tanaman.

Nilai rerata variabel berat kering tanaman menunjukkan hasil yang unik yaitu perlakuan K+ yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan *Rhizobium* dan tidak selaras dengan hasil bobot basah tanaman. Hasil ini memberikan fakta bahwa bobot basah tanaman pada perlakuan K+ menurun drastis setelah dikeringkan. Namun, pada perlakuan *Rhizobium* yang pada berat basah memiliki rerata nilai yang sebelumnya berbeda nyata menghasilkan berat kering yang tidak menurun drastis seperti perlakuan K+ sehingga keduanya menjadi tidak berbeda nyata pada hasil berat kering tanaman. Hasil ini memberikan dugaan adanya serapan hara lain yang lebih tinggi selain Nitrogen oleh tanaman yang diaplikasikan rhizobium. Perbaikan kemampuan serapan hara lain akibat pemberian *Rhizobium* dapat dimungkinkan terjadi secara tidak langsung. Perbaikan pertumbuhan vegetatif termasuk perakaran tanaman pada perlakuan *Rhizobium* memungkinkan terjadinya peningkatan serapan hara lain. Bobot biomassa tanaman dipengaruhi oleh kadar air dan unsur hara yang diperolehnya selama bertumbuh (Manuhuttu et al., 2018). Biomassa kering tanaman merupakan representasi banyaknya unsur hara yang diserap tanaman (Ichsan et al., 2016). Hasil ini juga didukung dengan hasil berat nodul akar yang lebih tinggi pada perlakuan *Rhizobium* dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

### Jumlah Polong

Hasil pengamatan pada variabel jumlah polong menunjukkan hasil berpengaruh nyata antara semua perlakuan yang diuji. Hasil uji lanjut Duncan 5% menunjukkan hasil jumlah polong terbaik diperoleh pada perlakuan K+ (70,67) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi ketiga mikroba (Rhi+MPF+AZ) dengan nilai rata-rata 68 buah (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata jumlah polong tanaman kedelai varietas Mitani

Perlakuan	Jumlah Polong (buah)
<b>K0</b>	47.67 d
<b>K (+)</b>	70.67 a
<b>Rhi</b>	66.33 b
<b>Rhi+MPF</b>	68 ab
<b>Rhi+MPF+AZ</b>	58 c

Keterangan: angka-angka pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

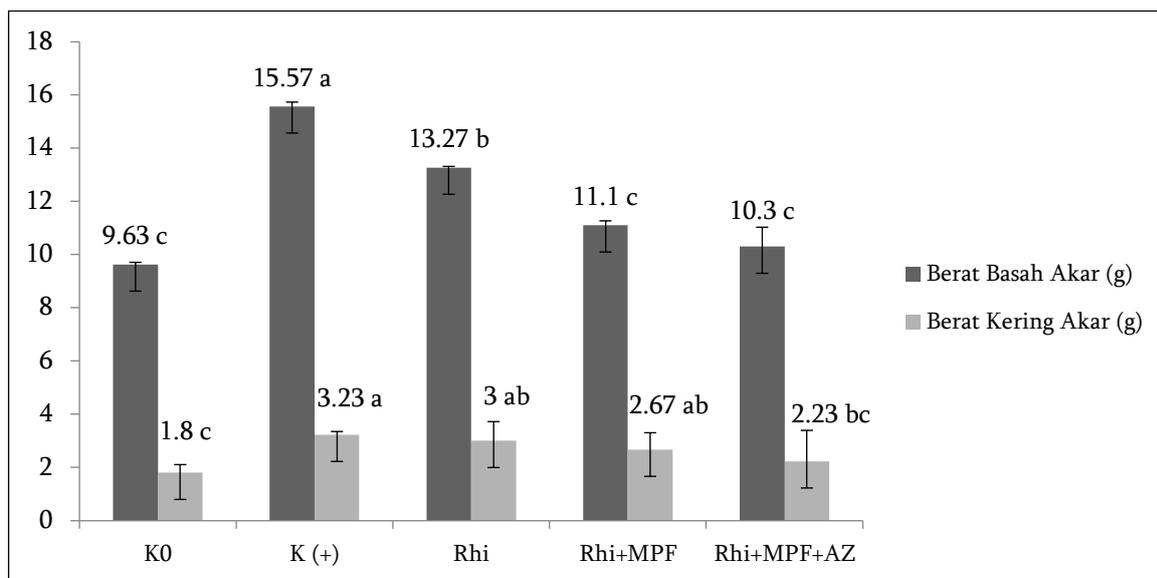
Hasil menarik dari pengamatan jumlah polong menunjukkan data yang tidak berbanding lurus dengan hasil pengamatan bintil akar. Jumlah polong terbaik diperoleh pada perlakuan pemupukan Urea 100% (K+) sementara jumlah bintil akar terbaik diperoleh pada *Rhizobium*. Hal ini menunjukkan bahwa berat bintil akar tidak selalu diikuti dengan pertambahan jumlah polong yang tinggi. (Purwaningsih et al., 2013) menemukan bahwa inokulasi *Rhizobium* dapat meningkatkan fiksasi nitrogen namun tidak selalu diikuti dengan peningkatan hasil tanaman.

### Berat Basah dan Berat Kering Akar Tanaman

Pengukuran berat basah dan berat kering tanaman menunjukkan hasil berpengaruh nyata secara statistik. Berat basah tanaman terbaik terlihat pada perlakuan K+ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Nilai rerata perlakuan terendah ditunjukkan oleh perlakuan K0 (9,63 g) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan Rhi+MPF (11,1 g), dan perlakuan Rhi+MPF+AZ8 (10,3 g). Sementara, hasil rerata berat kering akar terbaik diperoleh pada perlakuan K+ (3,23 g) dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan *Rhizobium* (3 g). Nilai rerata terendah juga ditunjukkan oleh perlakuan K0 (1,8 g). Perlakuan K+ memberikan hasil

berat basah (15,57 g) dan kering akar (3,23 g) serta jumlah polong (70,67 polong) terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 3).

Berat basah dan berat kering akar merepresentasikan kandungan asimilat yang diteruskan dari hasil fotosintesis. Bobot basah akar terbaik terlihat pada perlakuan K+ yaitu perlakuan menggunakan 100% pupuk urea. Tingginya bobot akar pada perlakuan K+ disebabkan oleh adanya hasil asimilasi yang tinggi pada area perakaran yang juga didukung hasil tinggi tanaman terbaik pada perlakuan tersebut. Hasil ini membuktikan bahwa adanya mikroba *Rhizobium*, MPF, dan *Azotobacter* tidak memberikan bobot akar terbaik pada tanaman kedelai Varietas Mitani.



Gambar 3. Rerata berat basah dan kering tanaman kedelai varietas Mitani; K0 = tanpa pupuk hayati dan tanpa pupuk urea; K (+) = pemupukan 100% pupuk urea; RHi = *Rhizobium* dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF = *Rhizobium* + Mikroorganisme pelarut fosfat dengan pemupukan urea 50%; RHi+MPF+AZ = campuran *Rhizobium*, mikroorganism pelarut fosfat dan *Azotobacter* dengan pemupukan urea 50%.

### Berat Basah Bintil Akar

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter berat basah bintil akar tanaman kedelai. Perlakuan *Rhizobium* diperoleh hasil rerata berat basah bintil akar tertinggi sebesar 2,57 g dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Perlakuan dengan nilai berat basah bintil akar terendah ditunjukkan oleh perlakuan K0, dan Rhi+MPF dengan nilai masing-masing 1,1 dan 1,23 g (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata berat basah bintil akar tanaman kedelai varietas Mitani

Perlakuan	Berat Basah Bintil Akar (g)
<b>K0</b>	1.1 c
<b>K (+)</b>	1.93 b
<b>Rhi</b>	2.57 a
<b>Rhi+MPF</b>	1.23 c
<b>Rhi+MPF+AZ8</b>	1.73 b

Keterangan: angka-angka pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji *Duncan* taraf 5%.

Kompleksitas populasi organisme cenderung menimbulkan kompetisi dalam memperoleh sumber daya yang dibutuhkan untuk hidup dan berkembang. Hal ini terlihat dalam penelitian ini terutama dalam pengamatan berat bintil akar yang menunjukkan bahwa berat basah bintil akar terbaik diperoleh pada perlakuan *Rhizobium* tunggal. Sementara, *Rhizobium* yang dikombinasikan dengan MPF dan *Azotobacter* memberikan hasil bintil akar yang lebih rendah. Adanya kebutuhan asimilat serta ruang dan tempat yang sama untuk berasosiasi dengan tanaman inang menjadi dugaan kuat adanya perbedaan bobot bintil akar yang dihasilkan pada penelitian ini. *Rhizobium* membutuhkan ruang dan tempat yang cukup untuk dapat berasosiasi dengan inang sehingga perlu berkompetisi dengan mikroba lain yang ada disekitar rhizosfer akar tanaman inang (Sari et al., 2015). Untuk dapat berasosiasi secara efektif, *Rhizobium* membutuhkan karbohidrat dari akar kedelai sedangkan MPF dan *Azotobacter* juga membutuhkan hal yang sama. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa kedelai varietas mitani dan *Rhizobium* dapat bersimbiosis dengan baik apabila tanpa campuran dengan mikroba lainnya.

Dugaan lain adalah bahwa pada tanaman kedelai yang kontrol nyata lebih rendah disebabkan oleh nodul yang terbentuk adalah nodul inefektif. Nodul tipe ini dapat berkembang namun tidak efektif yang terlihat dari tidak terlihatnya warna merah muda seperti nodul pada perlakuan *Rhizobium*. Bentuk nodul yang terlihat kecil juga mengindikasikan jaringan bakteroid yang tidak berkembang dengan baik (Sari et al., 2015).

### KESIMPULAN

Penggunaan pupuk hayati rhizobium + mikroba pelarut fosfat (MPF) hanya berdampak positif terhadap tinggi tanaman kedelai, sedangkan untuk variabel hasil, baik berat basah ataupun kering yang terbaik terjadi pada pemupukan 100% urea. Hasil rerata jumlah polong terbaik diperoleh pada perlakuan K+ dan Rhi+MPF. Secara umum, tanaman kedelai lebih merespons terhadap pemupukan urea dibanding pupuk hayati.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aasfar, A., Bargaz, A., Yaakoubi, K., & Hilali, A. (2021). *Nitrogen Fixing Azotobacter Species as Potential Soil Biological Enhancers for Crop Nutrition and Yield Stability*. 12(February), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.628379>
- Abdillah, M. H., & Aldi, M. (2021). Aplikasi Limbah Padat Karet Remah Pada Tanah Podsolik Merah Kuning Terhadap Ketersediaan Hara Makro Dan Perbaikan Sifat Fisika Tanah. *EnviroScienteeae*, 16(2), 264–275. <https://doi.org/10.20527/es.v16i2.9658>
- Bachtiar, T., & Waluyo, S. H. (2013). Pengaruh pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan effect of biofertilizer on growth and nitrogen uptake of soybean plants ( *glycine max* . L .) Varieties mitani and. *Widyariset*, 16(3), 411–418.
- Badan Teknologi Nuklir Nasional. (2016). Kedelai varietas baru hasil pemuliaan mutasi. In *Atomos : Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir* (pp. 1–6). [http://drive.batan.go.id/kip/documents/leaflet2018/Kedelai Varietas Baru.pdf](http://drive.batan.go.id/kip/documents/leaflet2018/Kedelai%20Varietas%20Baru.pdf)
- Burhanuddin, N., Yudarfis, N., & Idris, H. (2016). Pengaruh Pemberian Kapur Dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Jahe Putih Besar Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 27(1), 47. <https://doi.org/10.21082/bullittro.v27n1.2016.47-53>
- Dupin, S. E., Geurts, R., & Kiers, E. T. (2020). The Non-Legume Parasponia andersonii Mediates the Fitness of Nitrogen-Fixing Rhizobial Symbionts Under High Nitrogen Conditions. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1779. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2019.01779/BIBTEX>

- Faizah, F. (2021). *Efektivitas Rhizobium spp Pada Berbagai Intensitas Penyiraman Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Kacang Tanah*.
- Firmansyah, I. (Imam), Lukman, L. (Liferdi), Khaririyatun, N. (Nur), & Yufdy, M. P. (Muhammad). (2015). Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dengan Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati pada Tanah Alluvial. *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 133–141. <https://doi.org/10.21082/JHORT.V25N2.2015.P133-141>
- Frona, W. S., Zein, A., & Vauzia. (2017). Pengaruh penambahan bokhasi kubis (*brassica oleracea* var. *Capitata*) terhadap pertumbuhan bawang putih (*allium sativum* l) pada tanah podzolik merah kuning. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 10–19. <https://doi.org/10.31958/JS.V8I1.435>
- Hungria, M., Franchini, J. C., Campo, R. J., Crispino, C. C., Moraes, J. Z., Sibaldelli, R. N. R., Mendes, I. C., & Arihara, J. (2006). *Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: Contributions of biological N<sub>2</sub> fixation and N fertilizer to grain yield*.
- Ichsan, M. C., Ivan, S., & Oktarina. (2016). Uji Efektivitas Waktu Aplikasi Bahan Organik Dan Dosis Pupuk Sp-36 Dalam Meningkatkan Produksi Okra ( *Abelmoschus Esculentus* ) [ Effectiveness Test Time Application Of Organic Matter And Dose Of Fertilizer Sp-36 Increase In Production Okra ( *Abelmoschus e. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 134–150.
- Istina, I. N., Jakoni, J., & Nurhayati, N. (2019). Sumbangan mikroba pelaruf fosfat indegenus terhadap peningkatan produktivitas lahan pertanian di provinsi riau. *Dinamika pertanian*, 35(3), 27–34. [https://doi.org/10.25299/DP.2019.VOL35\(3\).4562](https://doi.org/10.25299/DP.2019.VOL35(3).4562)
- Koryati, T., & Sojuangan, D. (2007). *Peranan Rhizobium dalam Fiksasi N Tanaman Legum*. 8–17.
- Kumar, S., Siba, S., & Adhikary, P. (2012). *Azotobacter : A Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Used as Biofertilizer*.
- Kustanto, H. (2022). Optimalisasi Populasi Tanaman pada Varietas Kacang Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Crindo 19. *Agrikultura*, 33(3), 266–275. <https://doi.org/10.24198/AGRIKULTURA.V33I3.40967>
- Lele, O. K., Rai, I. N., & Suada, I. K. (2018). Uji Efektifitas Endomikoriza Indigenus terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung ( *Zea mays* L . ) The Effectiveness Test of Indigenous Endomycorrhiza on Maize Plant. *Agrotrop*, 8(1), 20–27.
- Liem, J. L., Arianita, B. A., Sugiarti, S., & Handoko, Y. A. (2019). Optimalisasi Bakteri *Rhizobium japonicum* sebagai Penambat Nitrogen dalam Upaya Peningkatan Produksi Jagung. *Jurnal Galung Tropika*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.31850/JGT.V8I1.413>
- Made, N., Sari, P., Ngurah Sutapa, G., & Gunawan, A. A. N. (2020). Pemanfaatan Radiasi Gamma Co-60 untuk Pemuliaan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) dengan Metode Mutagen Fisik Utilization of Gamma Co-60 Radiation for Chili Plant (*Capsicum annum* L.) Breeding by Using a Physical Mutagen Method. In *Agustus* (Vol. 21, Issue 2).
- Manuhuttu, A. P., Rehatta, H., & Kailola, J. J. . (2018). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*. L). *Agrologia*, 3(1). <https://doi.org/10.30598/A.V3I1.256>
- Moelyohadi, Y., Harun, M. U., Hayati, R., & Gofar, N. (2012). Pemanfaatan Berbagai Jenis Pupuk Hayati pada Budidaya Tanaman Jagung(*Zea mays*. L) Efisien Hara di Lahan Kering Marginal. *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, 1(1). <https://doi.org/10.33230/JLSO.1.1.2012.6>
- Mudhor, ali M., Dewanti, P., Handoyo, T., & Ratnasari, T. (2022). Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Hitam Varietas Jeliteng. *Agrikultura*, 33(3), 247–256.

- <https://doi.org/10.24198/AGRIKULTURA.V33I3.40361>
- Panjaitan, F. J., Lele, O. K., Taopan, R. A., & Kurniawan, Y. (2020). Aplikasi Beberapa Jenis Dan Dosis Mikroorganisme Lokal Limbah Tomat Dan Sayuran Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum Annum L.*). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 72–91. <https://doi.org/10.31289/AGR.V5I1.4479>
- Permanasari, I., Irfan, M., & Abizar, A. (2014). Pertumbuhan dan hasil kedelai (*glycine max* (l.) Merrill) dengan pemberian rhizobium dan pupuk urea pada media gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 1–5. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/387871>
- Pradana, A. P., Mardhiana, Suriana, Adiwena, M., & Yousif, A. I. A. (2022). Formula Bakteri Endofit Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Jagung Pada Tanah Masam Podsolik Merah-Kuning. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 30–41. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3091>
- Purwaningsih, O., Indradewa, D., & Kabirun, S. (2013). Tanggapan Tanaman Kedelai terhadap Inokulasi Rhizobium. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 2(1), 25–32.
- Santoso, B. (2006). Pemberdayaan Lahan Podsolik Merah Kuning dengan Tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*) di Kalimantan Selatan. *Balai Penelitian Tanaman Tembakau Dan Serat*, 5(1), 01–12.
- Sari, R., Retno Prayudyansih, Balai Penelitian Kehutanan Makassar Jl Perintis Kemerdekaan Km, dan, & Selatan Kode pos, S. (2015). Rhizobium: Pemanfaatannya sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. *Buletin Eboni*, 12(1), 51–64. <https://doi.org/10.20886/BULEBONI.5054>
- Setiawan, I., & Septiana, M. (2020). Pengaruh Aplikasi Limbah Lumpur Padat (Sludge) Pabrik Kelapa Sawit terhadap Sifat Kimia Tanah Podsolik Merah Kuning di Kotawaringin Barat. *Agroekotek View*, 3(2), 28–36. <https://doi.org/10.20527/AGTVIEW.V3I2.1731>
- Susilawati, R. (2000). Penggunaan Media Kompos Fermentasi (Bokashi) dan Pemberian Effective Microorganism - 4 (EM - 4) pada Tanah Podzolik Merah Kuning Terhadap Pertumbuhan Semai Acacia mangium Wild. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UIJS>
- Tando, E., & Zainuddin, Y. (2021). Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Mer.*) Setelah Implementasi Jenis Bahan Organik dan Pemulsaan Pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Sulawesi Tenggara. *Agroradix : Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.52166/AGROTEKNOLOGI.V5I1.2703>
- Tania, N., & Budi, A. S. (2012). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Semi Pada Tanah Podsolik Merah Kuning Newar Tania 1 , Astina 2 dan Setia Budi 2. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 10–15.
- Trisilawati, O., Supriatun, T., & Indrawati, I. (2018). Pengaruh Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan Jambu Mente pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(2), 91–98. <https://doi.org/10.14203/JBI.V3I2.3476>
- Wahyuni, P. S., & Parmila, P. (2019). Peran bioteknologi dalam pembuatan pupuk hayati. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 2(1), 46–57. <https://doi.org/10.37637/AB.V2I1.408>
- Widakusuma, D. A., Pratiwi, E., & Nuraini, Y. (2016). Viabilitas Dan Aktivitas Enzim Fosfatase Serta Produksi Asam Organik Bakteri Pelarut Fosfat Pada Beberapa Suhu Simpan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 3(1), 311–318. <https://jtsl.uib.ac.id/index.php/jtsl/article/view/143>
- Widiayani, N. (2016). Daya Kecambah Benih Beberapa Varietas Jagung Pada Berbagai Tingkat Radiasi Sinar Gamma Dan Tingkat Salinitas. *J. Agrotan*, 2(1), 64–71.