

Inokulasi Rhizobium dan Populasi Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Sistem Tanpa Olah Tanah

Aldhera Nanda Augusta¹, Supriyono Supriyono^{2*}, Sri Nyoto³

¹⁻³Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding Author:

E-mail: supriyono_uns@yahoo.com

Received 11 July 2019; Accepted 19 November 2019; Published 30 December 2019

ABSTRACT

One of the factors of less soybean productivity of in Indonesia is caused by the N fixation. It can decrease the growth and the yield of soybean. One of the methods to overcome the N fixation is by rhizobium inoculation. The aim of this research was to observe the effects of rhizobium inoculation dosage and the number of seed per hole (population) to the growth and yield of soybean. The method used was Split Plot Randomized Completely Block Design (RCBD). The treatments were type of inoculant rhizobium dosage: without treatment, 3 and 6 g kg⁻¹ as well as the number of plants, 2 and 3 on planting pit. The result showed that the lowest plant height was in soybean without inoculated by rhizobium and 3 plants per planting pit. The lowest branches number was three plants per planting pit when compared than 2 plants on planting pit. Rhizobium inoculation was not significant to affect the number of leaves, number of branches, leaf area index, number of beans per pod, number of pods per plant, weight of 100 seeds, fresh weight, dry weight and yield.

© 2019 Agrotechnology Research Journal

Keywords: Inoculation; Seed Number Per Hole; Seed Weight; Soybean

Cite This As: Augusta AN, Supriyono S, Nyoto S. 2019. Inokulasi Rhizobium dan Populasi Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Sistem Tanpa Olah Tanah. *Agrotech Res J* 3(2): 80-84. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v3i2.32080>

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah padi dan jagung. Permintaan terhadap kedelai termasuk stabil, namun tidak diimbangi dengan ketersediaan produksi. Permasalahan dalam budidaya kedelai pada tingkat petani yaitu produksi tanaman rendah. Rata-rata hasil tanaman kedelai di Indonesia 2,14 ton ha⁻¹ sedangkan potensi hasil mencapai 3,7 ton ha⁻¹ (Balitkabi 2018). Untuk meningkatkan produksi kedelai nasional salah satu upaya yang harus dilakukan adalah melakukan perluasan areal dan pengelolaan lahan. Kedelai merupakan salah satu tanaman leguminosa yang mampu memanfaatkan sumber energi secara biologis. Simbiosis leguminosa dan rhizobium mampu memanfaatkan N₂. Rhizobium mengubah unsur nitrogen (N₂) menjadi amonia (NH₃) sehingga menyumbang 65% kebutuhan nitrogen di bidang pertanian (Simon 2014). Penggunaan rhizobium yang sesuai dan populasi tanaman merupakan faktor penting untuk meningkatkan produksi kedelai.

Inokulasi secara umum dilakukan dengan memberikan biakan *Rhizobium* sp. ke dalam tanah agar bakteri ini berasosiasi dengan tanaman leguminosae dan mengikat N₂ bebas dari udara. Jumlah rhizobium di dalam tanah sudah cukup apabila populasi 1.000 sel per gram tanah (Barus 2010). Semakin tinggi kepadatan populasi tanaman, maka semakin tinggi kebutuhan nutrisi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan (Sarifi et al. 2009). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh dosis inokulasi rhizobium dan jumlah benih per lubang tanam (populasi) dalam peningkatan pertumbuhan dan hasil kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan sawah rotasi pertanaman padi dan kedelai di desa Celep, Kecamatan Kedawung, Kabupaten Sragen dan Laboratorium Ekologi dan Manajemen Produksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret pada bulan Juni sampai September 2018. Lokasi penelitian terletak pada 7°31'4" LS dan 110°59'57" BT dengan ketinggian tempat 182 mdpl. Penelitian dengan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) *split plot* dua faktor. Faktor pertama (petak utama) adalah dosis inokulan yaitu tanpa inokulan (kontrol), inokulan 3, dan 6 g kg⁻¹ benih. Faktor kedua (anak petak) yaitu jumlah benih per

This is an open access article
Licensed under the Creative Commons Attribution
International License CC-BY-SA 4.0



lubang dengan 2 taraf yaitu 2 dan 3 benih per lubang tanam. Analisis tanah didapat dikategorikan dengan menggunakan kriteria dari Balai Penelitian Tanah 2009. Lahan penelitian memiliki sifat fisika dan kimia sebagai berikut: N total sebesar 0,27% (sedang); P₂O₅ sebesar 15,61 ppm (sangat tinggi); K₂O sebesar 0,32 me% (sedang); C. Organik sebesar 1,59% (rendah); Bahan organik sebesar 2,74% (sedang); C/N sebesar 5,89 (rendah) serta pH tanah sebesar 6,78 (netral).

Variabel yang diamati, meliputi tinggi tanaman jumlah daun, jumlah cabang, Indeks Luas Daun (ILD), jumlah biji per polong, jumlah polong per tanaman, berat 100 biji, berat segar tanaman, berat kering tanaman dan hasil per petak. Data pengamatan dianalisis dengan uji F taraf 5% dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% untuk membandingkan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rhizobium terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai

Inokulasi rhizobium tidak berpengaruh nyata terhadap beberapa variable pengamatan kecuali tinggi tanaman. Inokulasi rhizobium adalah proses pemberian inokulan bakteri *Rhizobium sp.* ke dalam tanah yang digunakan sebagai media tanam tanaman leguminosa. Inokulasi ini bertujuan untuk membuat simbiosis akar antara akar tanaman dengan bakteri sehingga terbentuk bintil akar. Inokulasi rhizobium pada kedelai dilakukan untuk membantu tanaman dalam fiksasi nitrogen sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan N untuk tanaman dan tanah. Menurut Kaschuk et al. (2009), rhizobium berperan meningkatkan fotosintesis tanaman melalui akuisisi nitrogen dan fosfor. Peningkatan ini disebabkan oleh efisiensi penggunaan hara oleh tanaman meningkat melalui mekanisme adaptasi.

Dosis rhizobium berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pemberian rhizobium dosis 3 gkg⁻¹ meningkatkan tinggi tanaman (68,15 cm) dibanding tanpa inokulan (63,06 cm). Tinggi tanaman dengan rhizobium dosis 3 gkg⁻¹ tidak berbeda nyata dengan dosis 6 gkg⁻¹ (Tabel 1). Menurut Muslikah et al. (2016), pengaruh nyata pada tinggi tanaman karena mikroba yang diaplikasikan mampu mendekomposisi bahan

organik sehingga nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dapat tersedia. Nyoki (2017) menambahkan bahwa inokulasi rhizobium dapat melepas sel-sel mati ke dalam tanah yang mengandung nutrisi untuk tanaman atau nutrisi molekul kimia yang tidak tersedia yang tidak digunakan tanaman.

Inokulasi rhizobium tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kedelai (Tabel 1). Ervina (2016), bahwa pertumbuhan tanaman diasosiasikan dengan jumlah daun terbentuk. Benih dapat beradaptasi baik dengan lingkungannya dan mampu mempergunakan unsur hara, air dan CO₂ untuk proses fotosintesis, sehingga daun yang terbentuk semakin banyak.

Jumlah daun tidak lepas kaitannya dengan jumlah cabang. Jumlah cabang kedelai pada penelitian ini tidak menunjukkan beda nyata antar perlakuan. Menurut Imam et al. (2015), rhizobium memberikan peranan penting dalam menyediakan unsur hara N, dimana membentuk bintil akar tanaman legum yang berfungsi untuk menfiksasi N di udara menjadi N yang tersedia bagi tanaman. Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman di dalam pembentukan organ vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Aplikasi dosis rhizobium juga tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap indeks luas daun (Tabel 1). Perlakuan dosis 3 gkg⁻¹, dan 6 gkg⁻¹ memberikan hasil yang sama, sehingga perlakuan dosis rhizobium tidak berbeda dengan tanpa inokulan. Menurut Sumarsono (2010) yang mempengaruhi nilai indeks luas daun (ILD) yaitu kepadatan tanaman, semakin tinggi kepadatan populasi akan meningkatkan ILD tanaman.

Pengaruh perlakuan dosis rhizobium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah biji per polong tanaman kedelai. Hal ini diduga karena pengaruh faktor genetik pada tanaman itu sendiri. Banyaknya biji tanaman biasanya akan mempengaruhi produksi yang diperoleh. Menurut Pandiangan dan Rasyad (2017), produktifitas suatu varietas tanaman ditentukan oleh interaksi faktor genetik dengan lingkungan tumbuhnya seperti kesuburan tanah, ketersediaan air, dan pengelolaan tanaman. Hal ini didukung oleh pendapat Arifin (2013), yang menyatakan bahwa hasil biji dikendalikan oleh banyak gen dan sangat peka terhadap perubahan.

Tabel 1. Pengaruh dosis inokulasi rhizobium terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai

Variabel Pengamatan	Dosis Inokulasi Rhizobium (g kg ⁻¹)		
	Tanpa Inokulan	3	6
Tinggi Tanaman (cm)	63,06 ^a	68,15 ^b	67,42 ^b
Jumlah Daun	10,67 ^a	11,29 ^a	11,75 ^a
Jumlah Cabang	3,04 ^a	2,96 ^a	3,33 ^a
Indeks Luas Daun	4,43 ^a	4,66 ^a	4,88 ^a
Jumlah Biji per Polong	2,33 ^a	2,38 ^a	2,34 ^a
Jumlah Polong per Tanaman	85,62 ^a	86,25 ^a	85,33 ^a
Berat 100 Biji (g)	12,49 ^a	12,69 ^a	12,86 ^a
Berat Tanaman Segar (g)	14,20 ^a	14,23 ^a	13,39 ^a
Berat Tanaman Kering (g)	11,50 ^a	11,78 ^a	11,00 ^a
Hasil per Petak (g)	438,26 ^a	463,51 ^a	460,40 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam baris tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada DMRT taraf 5%.

Perbedaan dosis rhizobium tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman pada tanaman kedelai. Penggunaan inokulasi rhizobium bertujuan untuk mengaktifkan bintil akar dalam menyerap unsur N dan untuk menghemat penggunaan pupuk N sintetis dalam jumlah besar. Unsur hara P merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman setelah nitrogen. Pemupukan P sangat mempengaruhi pembentukan buah, terutama pembentukan polong tanaman kedelai. Menurut Jayasumarta (2015), pemupukan fosfor memberikan manfaat seperti memperbaiki pembungaan, pembuahan dan pembentukan benih, mempercepat pemasakan buah, sehingga dalam hal ini penggunaan inokulasi rhizobium tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman.

Perlakuan perbedaan dosis rhizobium tidak berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji pada tanaman kedelai. Perlakuan dosis rhizobium 3 gkg⁻¹ dan dosis rhizobium 6 gkg⁻¹ memberikan hasil berat 100 biji yang sama dibandingkan dengan kontrol. Pemberian rhizobium pada pertanaman seharusnya akan membuat tanaman memperoleh hara nitrogen yang cukup untuk tumbuh dan berproduksi dengan baik, hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya bobot 100 biji. Menurut O'Callaghan (2016), inokulasi benih legum bertujuan untuk memaksimalkan potensi hasil dengan menyediakan jumlah rhizobia yang tinggi ke rhizosfer untuk mempercepat kolonisasi, nodulasi.

Rhizobium tidak memiliki pengaruh nyata terhadap berat segar tanaman kedelai. Perlakuan dosis 3 gkg⁻¹ dan 6 gkg⁻¹ tidak berbeda nyata dengan kontrol. Berdasarkan hasil tersebut diduga kemungkinan lahan yang digunakan penelitian sudah cukup mengandung rhizobium akibat pertanaman sebelumnya, sehingga hasil yang diberikan tidak berpengaruh nyata. Menurut Zahir et al. (2010), inokulasi rhizobium meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman legum. Unsur N yang tersedia bagi tanaman membuat kandungan klorofil pada daun akan meningkat dan proses fotosintesis juga meningkat, akibatnya pertumbuhan tanaman lebih baik sehingga berpengaruh terhadap berat segar tanaman. Perlakuan jumlah benih per lubang tanam juga tidak berpengaruh nyata terhadap berat segar tanaman.

Pengaruh perlakuan perbedaan dosis rhizobium tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman kedelai. Berat kering tanaman adalah hasil bersih dari kegiatan fotosintesis secara menyeluruh, sehingga seharusnya unsur N mampu membuat kandungan klorofil pada daun meningkat dan proses fotosintesis juga meningkat. Menurut Sumarsono (2010), akumulasi bahan kering pada tanaman mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi dari cahaya matahari melalui proses fotosintesis serta interaksinya dengan faktor-faktor lingkungan lainnya, maka diduga ada faktor lingkungan lain yang menyebabkan hasil tidak berbeda nyata. Hal ini bertentangan dengan pendapat Ju (2019), bahwa berat

kering suatu tanaman lebih tinggi dengan inokulasi rhizobium daripada kontrol.

Perlakuan dosis rhizobium tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap hasil per petak. Menurut Surtiningsih et al. (2009), seharusnya pemberian bakteri *Rhizobium japonicum* meningkatkan berat biji legum. Hal tersebut diduga akibat terjadinya hubungan antara jumlah polong dengan jumlah biji per tanaman. Semakin banyaknya jumlah polong dan biji per tanaman maka berat biji akan semakin besar.

Jumlah benih per lubang tanam terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai

Jumlah benih per lubang tanam berkaitan dengan kerapatan tanaman. Pada penelitian ini jumlah benih per lubang tanam tidak berpengaruh nyata terhadap beberapa variable pengamatan dan hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang. Kerapatan tanam merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena penyerapan energi matahari oleh permukaan daun yang sangat menentukan pertumbuhan tanaman juga sangat dipengaruhi oleh kerapatan tanaman ini, jika kondisi tanaman terlalu rapat maka dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena dapat menghambat perkembangan vegetatif dan menurunkan hasil panen akibat menurunnya laju fotosintesis dan perkembangan daun. Menurut Pithaloka (2015), kerapatan berpengaruh terhadap naungan daun karena adanya perombakan struktur daun, penambahan tinggi tanaman, penurunan jumlah anakan dan jumlah cabang. Hasil pengaruh jumlah benih per lubang tanam disajikan dalam Tabel 2.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Menurut Pithaloka (2015), kerapatan berhubungan dengan terjadinya kompetisi ruang tumbuh, intersepsi cahaya, air dan unsur hara yang diperlukan tanaman, jika kondisi tanaman terlalu rapat maka dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena dapat menghambat perkembangan vegetatif dan menurunkan hasil panen akibat menurunnya laju fotosintesis dan perkembangan daun.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang tanaman kedelai (Tabel 2). Jumlah cabang yang dihasilkan perlakuan 2 benih per lubang tanam lebih banyak dengan 3,67 cabang, dibandingkan dengan perlakuan 3 benih per lubang tanam dengan 2,56 cabang. Hal ini dikarenakan tanaman yang per lubang tanamnya lebih banyak akan saling ternaungi dan menyebabkan tanaman saling berkompetisi dalam mencari sinar matahari. Menurut Afandi (2013), Pada kondisi ternaungi, tanaman akan menerima intensitas cahaya yang sedikit sehingga terjadi peningkatan aktifitas auksin dan akibatnya sel-sel tumbuh memanjang. Pemanjangan ruas tercermin pada jumlah cabang. Cabang tanaman merupakan tempat tumbuhnya daun. Apabila jumlah cabang kecil, maka jumlah daun juga

menjadi kecil. Sun (2019) juga menambahkan bahwa, jumlah cabang suatu tanaman tergantung dari tingkat kerapatan.

Jumlah benih per lubang tanam berhubungan dengan jumlah populasi tanaman, pada perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam tingkat kompetisi antar tanaman sama, yang menyebabkan tanaman dapat tumbuh optimal dengan jumlah daun dan luas daun yang tidak berbeda nyata. Menurut Aprilyanto (2016), penanaman kedelai dengan jarak tanam lebar diperoleh populasi lebih sedikit sehingga tanaman mampu memanfaatkan faktor lingkungan secara optimal. Populasi yang optimal menyebabkan tanaman memperoleh cahaya yang lebih optimal sehingga menghasilkan daun dengan permukaan yang lebih luas dan berakibat daun bagian bawah ternaungi oleh daun pada bagian atas.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam juga tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah biji per polong tanaman kedelai. Perlakuan 2 benih per lubang tanam memiliki rata-rata jumlah biji per polong sebanyak 2,39 biji dan perlakuan 3 benih per lubang tanam memiliki rata-rata jumlah biji per polong sebanyak 2,31 biji. Jumlah biji per polong yang dihasilkan perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam tidak berbeda nyata, sehingga perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam memberikan hasil jumlah benih per polong yang sama. Hal ini diduga karena jumlah polong bernas yang dihasilkan masing-masing tanaman tidak jauh berbeda jumlahnya, sehingga hasil jumlah biji yang dihasilkan juga tidak jauh berbeda. Menurut Pandiangan dan Rasyad (2017), semakin banyak jumlah polong bernas per tanaman, maka akan bertambah jumlah biji per tanaman.

Tabel 2. Pengaruh Jumlah Benih per Lubang Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai

Variabel Pengamatan	Jumlah Benih per Lubang Tanam	
	2	3
Tinggi Tanaman (cm)	66,69 ^a	65,72 ^a
Jumlah Daun	11,78 ^a	10,69 ^a
Jumlah Cabang	3,67 ^a	2,56 ^b
Indeks Luas Daun	4,59 ^a	4,73 ^a
Jumlah Biji per Polong	2,39 ^a	2,31 ^a
Jumlah Polong per Tanaman	87,44 ^a	84,03 ^a
Berat 100 Biji (g)	12,63 ^a	12,72 ^a
Berat Tanaman Segar (g)	13,73 ^a	14,15 ^a
Berat Tanaman Kering (g)	11,25 ^a	11,61 ^a
Hasil per Petak (g)	463,00 ^a	445,11 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama dalam baris tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada DMRT taraf 5%.

Perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam masing-masing tidak berbeda nyata atau tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah polong per tanaman, sehingga hasil yang

diberikan sama. Hal ini diduga karena jumlah populasi antara 2 benih per lubang tanam dengan 3 benih per lubang tanam sama-sama menyebabkan adanya kompetisi dalam memperoleh unsur hara ataupun cahaya, sehingga produksi polong tidak jauh berbeda seperti yang dikatakan Sembiring et al. (2015), bahwa semakin tinggi tingkat kerapatan suatu pertanaman mengakibatkan semakin tinggi tingkat persaingan antar tanaman dalam hal mendapatkan unsur hara dan cahaya.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam juga tidak berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji kedelai. Perlakuan 2 benih per lubang tanam memiliki rata-rata berat 100 biji yang sama dengan perlakuan 3 benih per lubang tanam. Perlakuan tiga benih per lubang tanam belum mampu menghasilkan produksi lebih tinggi dibanding dengan dua benih per lubang tanam yang ditandai dengan meningkatkannya berat biji. Hal ini bertentangan dengan pendapat Bunyamin (2013), bahwa terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi populasi per satuan luas maka produksi yang dihasilkan semakin tinggi.

Perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam tidak memberikan hasil yang berbeda nyata, meskipun perlakuan 3 benih per lubang tanam cenderung menghasilkan berat segar yang lebih tinggi berdasarkan data lapangan. Hal ini diduga karena adanya hubungan antara jumlah benih per lubang tanam dengan proses fotosintesis tanaman. Menurut Peng (2019), tingginya kerapatan tanaman dipercaya menjadi faktor utama untuk meningkatkan hasil.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam juga tidak memiliki pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman kedelai. Hal ini diduga bahwa perlakuan 2 benih per lubang tanam dan 3 benih per lubang tanam sama-sama memberikan pengaruh yang sama, sehingga tidak ada perbedaan akibat dari jumlah populasi. Menurut Aprilyanto (2016), jika dilihat secara keseluruhan populasi dalam suatu satuan luas, maka hasil yang lebih tinggi seharusnya akan dapat diperoleh jika populasi lebih tinggi.

Perlakuan jumlah benih per lubang tanam tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap hasil kedelai. Menurut Made (2010), penanaman tanaman lebih dari dua tanaman tiap lubang tanam memberikan kesempatan yang sama yang menyebabkan tanaman menghasilkan polong yang kecil dan pendek, serta jumlah dan berat biji per polong kurang. Penanaman dua tanaman dan tiga tanaman tiap lubang tanam memberikan pengaruh yang sama terhadap tajuk tanaman yang saling menutupi antar individu tanaman. Akibat kondisi saling menutupi, tingkat penyerapan cahaya matahari tidak terdistribusi secara merata, dengan kurangnya cahaya matahari yang diserap oleh kanopi akan mengurangi efektifitas fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan kualitas hasil yang diperoleh rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

Inokulasi rhizobium tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada berbagai komponen pertumbuhan dan hasil kedelai. Jumlah benih per lubang berpengaruh pada jumlah cabang, yaitu dengan jumlah benih yang semakin banyak dapat menurunkan jumlah cabang. Tidak adanya interaksi antara inokulasi rhizobium dengan jumlah benih per lubang terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yaitu jumlah 2 benih per lubang tanam dapat dianjurkan pada pertanaman kedelai pada sistem tanpa olah tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi M, Lisa M, Syukri. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Empat Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) terhadap tingkat naungan. J Online Agroteknologi 1(2) : 2337- 6597.
- Aprilyanto W, Medha B, Bambang G. 2016. Pengaruh Populasi Tanaman dan Kombinasi Pupuk N, P, K Pada Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.). J Produksi Tanaman 4 (6): 438-446.
- Balitikabi. 2018. Teknologi Produksi Kacang Kedelai. Malang: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Barus J. 2010. Potensi Pengembangan dan Budidaya Kedelai pada Lahan Sub optimal di Lampung. Dalam Barus et al. (eds). Prosiding Seminar Nasional Lahan Sub optimal, Palembang, 20-21 September 2013. p1-12.
- Bunyamin Z, Awaluddin. 2013. Pengaruh Populasi Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi (*Baby Corn*). Makalah Seminar Nasional Serealia.p.214-219.
- Ervina O, Andjarwati, Historiwati. 2016. Pengaruh Umur Bibit Pindah Tanam dan Macam Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.) Varietas Antaboga 1. J Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika 1(1): 12-22.
- Jayasumarta D. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). J Ilmu Pertanian "AGRIUM" 17(3) : 148-154.
- Ju W, Lei L, Linchuan F. 2019. Impact of Co-inoculant With Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Rhizobium on The Biochemical Responses of Alfalfa-Soil System in Copper Contaminated Soil. Ecotoxicology and Environmental Safety 167: 218-226. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2018.10.016
- Kaschuk G, Kuyper TW, Leffelaar PA, Hungria M, Giller KE. 2009. Are the Rates of Photosynthesis Stimulated by The Carbon Sink Strength of Rhizobial and Arbuscular Mycorrhizal Symbioses? J Soil Biology & Biochemistry 41(6):1233-1244. DOI: 10.1016/j.soilbio.2009.03.005
- Made U. 2010. Respons Berbagai Populasi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt.) Terhadap Pemberian Pupuk Urea. J Agroland 17 (2) : 138 – 143.
- Muslikah S, Sudiarmo, Setyobudi L. 2016. Effect of Inoculation and Time of Application of Microbes on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). J Degraded and Mining Lands Management 4(1):709-715. DOI https://doi.org/10.15243/jdmlm.2016.041.709
- Nyoki D, Patrick AN. 2017. Rhizobium Inoculation Reduce P and K Fertilization Requirement in Corn-Soybean Intercropping. J Rhizosphere (5): 51-56. DOI: 10.1016/j.rhisph.2017.12.002.
- O'Callaghan M. 2016. Microbial Inoculation of Seed for Improved Crop Performance: Issues and Opportunities. J. Appl Microbial Biotechnol 100(1): 5729-5746. DOI: 10.1371/journal.pone.0103891
- Pandiang DN, Rasyad A. 2017. Komponen Hasil dan Mutu Biji Beberapa Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang Ditanam Pada Empat Waktu Aplikasi Pupuk Nitrogen. J Faperta 4(2): 1-14.
- Peng W, Wang Z and Sun X. 2019. Interaction Effect of Nitrogen Form and Planting Density on Plant Growth and Nutrient Uptake in Maize Seedling. J of Integrative Agriculture 18(5): 1120-1129. DOI: https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61977-X
- Pithaloka SK, Sunyoto, Muhammad K. 2015. Pengaruh Kerapatan Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). J Agrotek Tropika 3(1) : 56-63.
- Sarifi RS, M. Sedghi, Gholipouri A. 2009. Effect of Population Density on Yield Attributes of Maize Hybrids. J Biologi Science 4(4): 375-379. DOI: rjbsci.2009.375.379
- Sembiring AS, Ginting J, Sitepu FE. 2015. Pengaruh Populasi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) dan Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Pada Sistem Pola Tumpang Sari. J Online Agroteknologi 3(1): 52-71.
- Simon Z, Kelvin M, Amare G. 2014. Isolation and Characterization of Nitrogen Fixing Rhizobia from Cultivated and Uncultivated Soils of Northern Tanzania. American Journal of Plant Sciences 5:4050-4067. DOI: 10.4236/ajps.2014.526423
- Sumarsono S. 2010. Analisis Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Soybeans*) Project Report. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Sun W, Xincheng Y, Jiangshuo S. 2019. The Genetics of Planting Density-Dependent Branching in Chrysanthemum. Scientia Horticulturae 256:108-598
- Surtiningsih T, Farida, Nurhariyati T. 2009. Biofertilasi Bakteri Rhizobium Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). J Hayati 15(1): 31-35.
- Zahir ZA, Shah MK, Naveed M, Akhter MJ. 2010. Substrate-dependent Auxin Production by *Rhizobium phaseoli* Improves the Growth and Yield of *Vigna radiata* L. Under Salt Stress Conditions. J Microbiol Biotechnol 20(9): 1288-1294.