

**PENGARUH BERBAGAI WAKTU DAN BENTUK APLIKASI
PUKUP P PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* L. Merril) VARIETAS ANJASMORO**

**Oleh:
KUSNUN AZIZAH**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**PENGARUH BERBAGAI WAKTU DAN BENTUK APLIKASI PUPUK P
PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
KEDELAI (*Glycine max* L. Merrill) VARIETAS ANJASMORO**

Oleh:

**KUSNUN AZIZAH
125040201111177**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

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

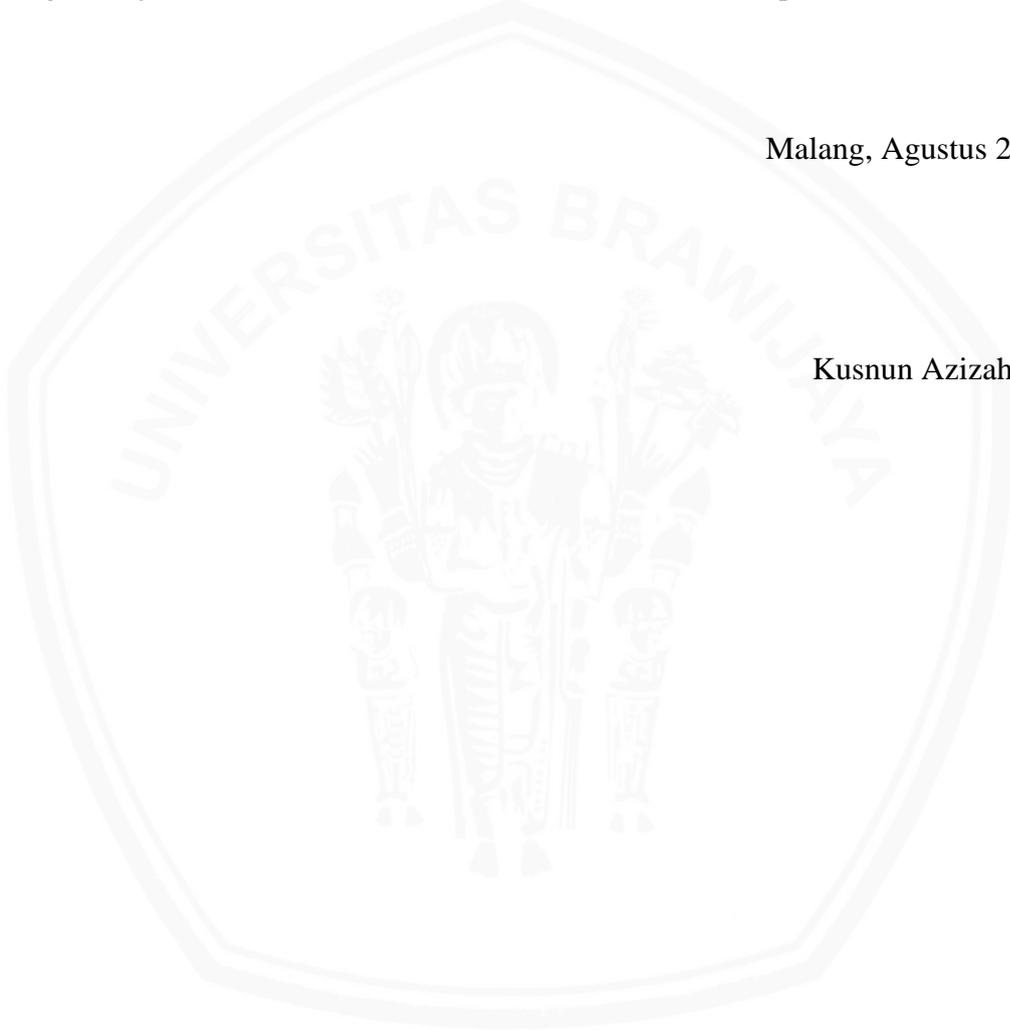
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2018

Kusnun Azizah



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Berbagai Waktu dan Bentuk Aplikasi Pupuk P Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril) Varietas Anjasmoro**

Nama Mahasiswa : **Kusnun Azizah**

NIM : 125040201111177

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Nur Edy Suminarti, MS.
NIP. 195805211986012001

Euis Elih Nurlaelih, SP., M.Si.
NIP. 197106281999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 196010121986012001

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

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

Euis Elih Nurlaelih, SP., M.Si.
NIP. 197106281999032001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Nur Edy Suminarti, MS.
NIP. 195805211986012001

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 196010121986012001

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

KUSNUN AZIZAH. 125040201111177. Pengaruh Berbagai Waktu dan Bentuk Aplikasi Pupuk P pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril) Varietas Anjasmoro. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Nur Edy Suminarti, MS sebagai Pembimbing Utama dan Euis Elih Nurlaelih, SP., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping.

Tanaman kedelai saat ini telah menjadi salah satu komoditas tanaman pangan yang perlu dipercepat upaya peningkatan produksinya. Hal ini cukup beralasan karena selain sebagai komponen pangan olahan, biji kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu 33% kalori, 35% protein, 18% lemak dan 8% air (Adisarwanto, 2005). Rata-rata kebutuhan kedelai nasional setiap tahunnya kurang lebih 2,2 juta ton biji kering, akan tetapi kemampuan produksi dalam negeri baru mampu memenuhi 963 juta ton (BPS, 2015). Sehubungan dengan hal tersebut upaya peningkatan produktivitas tanaman kedelai perlu dilakukan diantaranya melalui pemupukan tepat waktu dan tepat bentuk. Umumnya pupuk P yang diberikan sebelum tanam, sebagian masih utuh di dalam tanah dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu, permasalahan lain adalah bentuk pupuk P yang masih berbentuk granul. Apabila kebutuhan hara P pada tanaman tidak terpenuhi, tanaman akan mengalami defisiensi unsur hara P dan mengakibatkan penurunan hasil produksi yang ditandai dengan pertumbuhan tanaman terhambat, batang pendek dan kerdil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh berbagai waktu dan bentuk aplikasi pupuk P pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Anjasmoro, dan menentukan waktu dan bentuk aplikasi pupuk P yang sesuai untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Sedangkan untuk hipotesis yang diajukan adalah waktu aplikasi pupuk P yang berbeda diperlukan bentuk pupuk P yang berbeda pula untuk mencapai hasil yang tinggi.

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Agustus sampai Desember 2016 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Desa Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Alat yang digunakan meliputi cangkul, sabit, tugal, timbangan analitik, oven, LAM (*Leaf Area Meter*), alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan antara lain benih kedelai varietas Anjasmoro, pupuk Urea (45% N), pupuk SP-36 (36% P₂O₅), pupuk KCl (60% K₂O) dan insektisida. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT), dengan 2 ulangan. Perlakuan waktu aplikasi pupuk ditempatkan sebagai petak utama, yang terdiri dari 21 hari sebelum tanam (W1), 14 hari sebelum tanam (W2), 7 hari sebelum tanam (W3), bersama saat tanam (W4), 7 hari setelah tanam (W5), 14 hari setelah tanam (W6), sedangkan bentuk pupuk ditempatkan sebagai anak petak terdiri dari 3 bentuk, yang terdiri dari bentuk granul (B1), bentuk serbuk (B2), bentuk cair (B3). Pengamatan dilakukan secara destruktif dengan mengambil 2 tanaman contoh untuk setiap kombinasi perlakuan. Pengamatan tersebut meliputi komponen pertumbuhan pada saat tanaman berumur 25 hst, 40 hst, 55 hst, 75 hst, komponen hasil dan panen pada saat tanaman berumur 95 hst, dan analisis pertumbuhan tanaman. Komponen

pertumbuhan meliputi jumlah daun, luas daun, dan bobot kering total tanaman. Komponen hasil panen meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah polong isi per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji, bobot biji per petak panen, dan hasil biji per hektar. Analisis pertumbuhan tanaman meliputi laju pertumbuhan relatif, dan indeks panen. Data pengamatan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata di perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan perlakuan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berbagai waktu aplikasi pupuk dan berbagai bentuk pupuk didapatkan, terjadi interaksi nyata pada parameter jumlah polong isi, bobot kering biji per petak panen, dan hasil panen per hektar. Pada waktu aplikasi 14 hari sebelum tanam dengan bentuk granul menghasilkan bobot kering biji per petak panen dan hasil panen per hektar lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan *R/C ratio* sebesar 1,63.



SUMMARY

KUSNUN AZIZAH. 12504020111177. Effect of Various Forms Timing and P Fertilizer Application on Plant Growth an Yield of Soybean (*Glycine max* L. Merril) Varieties Anjasmoro. Supervised by Dr. Ir. Nur Edy Suminarti, MS and Euis Elih Nurlaelih, SP., M.Si.

Soybean is one of the food crop commodities that need to be accelerated efforts to increase production. This is quite reasonable because apart from being a component of processed food, soybean seeds have a high nutritional content of 33% calories, 35% protein, 18% fat and 8% water (Adisarwanto, 2005). The average national soybean needs each year is approximately 2.2 million tons of dry beans, but the ability of domestic production is only able to meet 963 million tons (BPS, 2015). In connection with this, efforts to increase the productivity of soybean plants need to be carried out including timely and appropriate fertilization. Generally P fertilizer is given before planting, some are still intact in the soil and cannot be used by plants. In addition, another problem is the form of P fertilizer which is still granular. If the P nutrient requirement on plants is not met, the plant will experience P nutrient deficiency and result in a decrease in production results which are characterized by stunted plant growth, short and stunted stems. The purpose of this study was to study the effect of various times and forms of P fertilizer application on the growth and yield of Anjasmoro varieties of soybean plants, and determine the time and form of P fertilizer application suitable for growth and yield of soybean crops. Whereas the proposed hypothesis is that different P fertilizer applications require different forms of P fertilizer to achieve high yields.

The research has been conducted in August until December 2016 at the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Jatimulyo Village, Lowokwaru District, Malang. The tools used include hoes, sickles, rulers, analytic scales, ovens, LAM (Leaf Area Meters), stationary, and cameras. The ingredients used include Anjasmoro variety soybean seeds, Urea fertilizer (45% N), SP-36 fertilizer (36% P₂O₅), and KCl fertilizer (60% K₂O) and insecticides. The design used in this study is the Split Plot Design, with 2 replications. The fertilizer application time was placed as the main plot, which consisted of 21 days before planting (W1), 14 days before planting (W2), 7 days before planting (W3), together during planting (W4), 7 days after planting (W5), 14 days after planting (W6), while the form of fertilizer placed as subplot consists of 3 forms, consisting of granules (B1), powder form (B2), liquid form (B3). Observations were carried out destructively by taking 2 sample plants for each combination treatment. These observations included growth components when the plants were 25 days old, 40 days old, 55 days old, 75 days old, yield and harvest components when the plants were 95 days old, and plant growth analysis. Components of growth include the number of leaves, leaf area, and total dry weight of plants. The harvest components include the number of pods per plant, number of filled pods per plant, number of seeds per plant, weight of 100 seeds, seed weight per plot, and grain yield per hectare. Analysis of plant growth

includes the relative growth rate, harvest index and R/C ratio. The data were analyzed using the F test at level $\alpha = 0.05$ to determine whether there is a significant effect of treatment. If there is significant, then continued with test between treatments using HSD (Honestly Significant Difference) at the level of $\alpha = 0.05$.

The results showed that the various time treatment applications of fertilizer and various forms of fertilizer were obtained, there was a real interaction on the parameters of the number of pods, dry weight of seeds per plot, and yield per hectare. At the time of application 14 days before planting with granule produced dry seed weight per plot and yields per hectare was higher than other treatments with an *R / C ratio* of 1.63.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Berbagai Waktu dan Bentuk Aplikasi Pupuk P pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril) Varietas Anjasmoro**”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya, kepada Dr.Ir. Nur Edy Suminarti, MS dan Euis Elih Nurlaelih, SP.,M.Si. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasehat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr.Agr, Nunun Barunawati, SP.,MP. dan Dr.Ir. Nurul Aini, MS. selaku penguji atas nasehat, arahan, dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Dr.Ir. Nurul Aini, MS dan Sekretaris jurusan Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si. atas segala nasehatnya kepada penulis.

Penghargaan yang tulus juga penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik-adik tercinta atas doa, nasehat dan dukungan yang tak hentinya dicurahkan. Juga kepada mahasiswa pembahas Puput Wulandari dan Desy Dwi Prasetyaningsih, mahasiswa moderator Amelia Pratiwi dan Laili Nur, serta teman-teman mahasiswa Fakultas Pertanian khususnya angkatan 2012 Prodi Agroekoteknologi atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri pada Tanggal 18 Agustus 1994 sebagai putri pertama dari lima bersaudara dari Bapak Sukarjo, S.T dan Ibu Winarsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Burengan 5 Kediri pada tahun 2000 hingga 2006, kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 7 Kediri pada tahun 2006 hingga 2009. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 6 Kediri pada tahun 2009 hingga 2012 dan mengambil jurusan IPA. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata-1 Jurusan Budidaya Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur undangan SNMPTN.

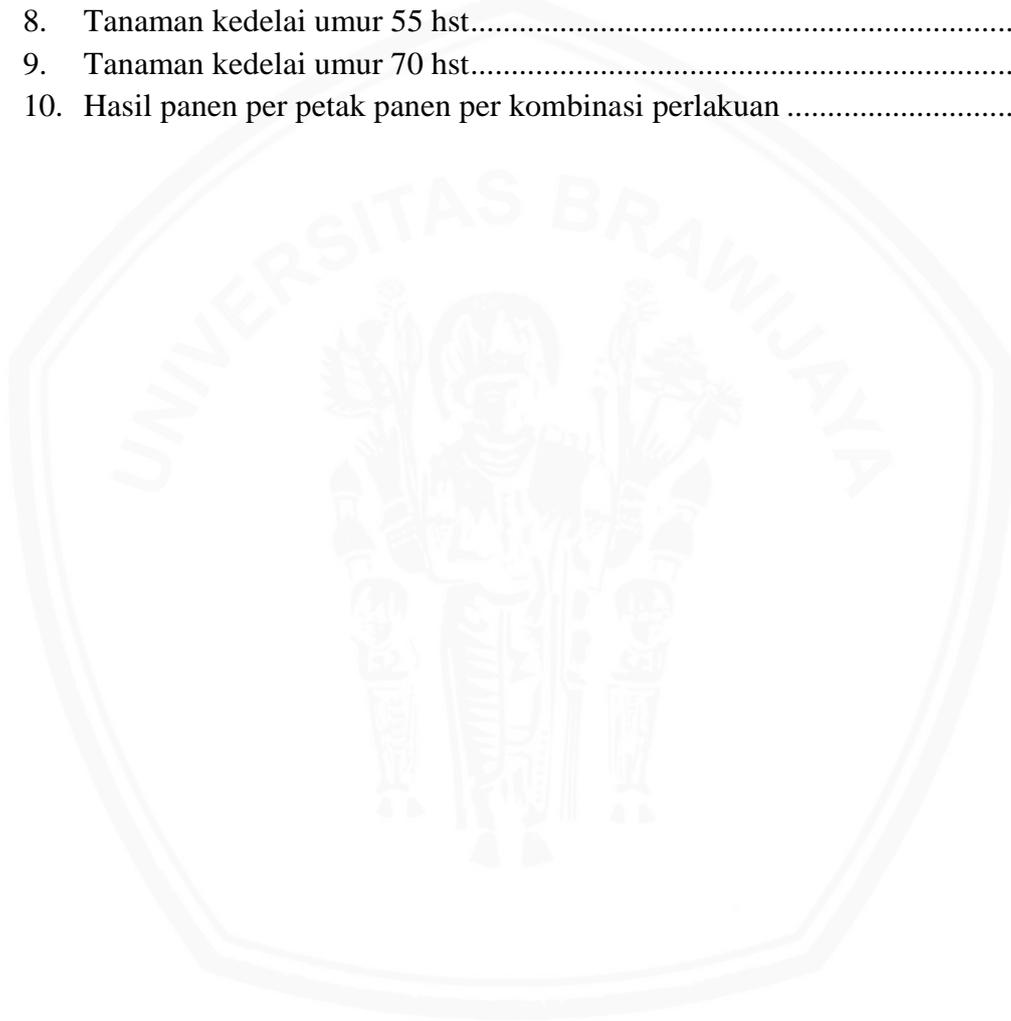
Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti kegiatan kepanitiaan INAGURASI sebagai sekretaris pelaksana pada tahun 2012, kepanitiaan CARNIVAL sebagai koordinator divisi kesehatan pada tahun 2014, kepanitiaan Diklatsar KSRUB sebagai koordinator divisi perlengkapan pada tahun 2014.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan	2
3. Hipotesis	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
1. Karakteristik Tanaman Kedelai Anjasmoro	3
2. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai	4
3. Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai	4
4. Fosfor (P) dan Perannya	5
5. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk P pada Tanaman	6
6. Pengaruh Bentuk Pupuk P pada Tanaman	7
III. BAHAN DAN METODE	8
1. Tempat dan Waktu	8
2. Alat dan Bahan	8
3. Metode Penelitian	8
4. Pelaksanaan Penelitian	9
5. Pengamatan	12
6. Analisis Data	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
1. Hasil	15
2. Pembahasan	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	28
1. Kesimpulan	28
2. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32

DAFTAR GAMBAR

No.		Halaman
1.	Denah Percobaan	32
2.	Denah Pengambilan Tanaman Contoh	33
3.	Pupuk P bentuk granul.....	57
4.	Pupuk P bentuk serbuk	57
5.	Pupuk P bentuk cair.....	57
6.	Tanaman kedelai umur 25 hst.....	58
7.	Tanaman kedelai umur 40 hst.....	58
8.	Tanaman kedelai umur 55 hst.....	59
9.	Tanaman kedelai umur 70 hst.....	59
10.	Hasil panen per petak panen per kombinasi perlakuan	60



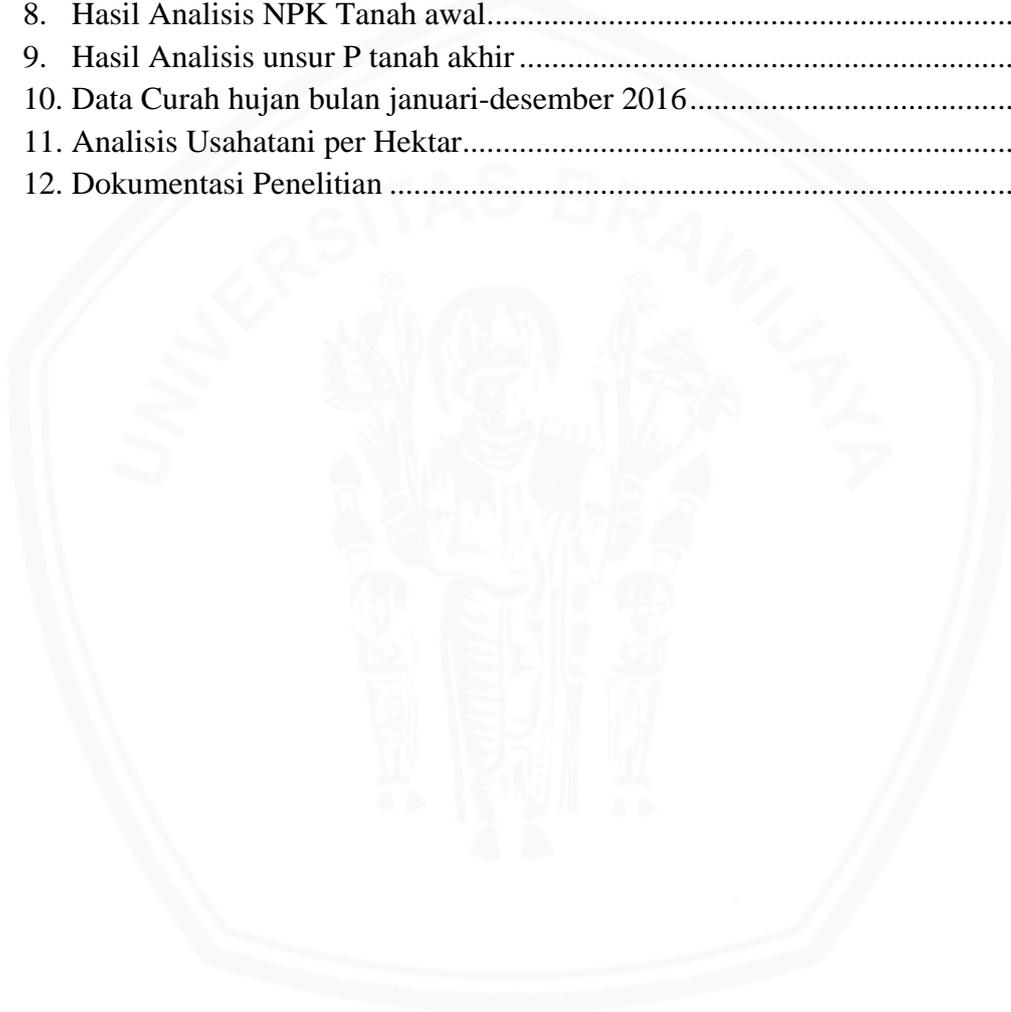
DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Kombinasi Perlakuan antara waktu dan bentuk aplikasi pupuk P.....	9
2. Rerata jumlah daun pada berbagai waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P pada umur pengamatan 40 dan 55 hst.....	15
3. Rerata luas daun pada berbagai waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P pada umur pengamatan 40 dan 55 hst	16
4. Rerata bobot kering total tanaman pada berbagai waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P pada umur pengamatan 55 dan 70 hst	17
5. Rerata jumlah polong per tanaman pada berbagai waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P.....	18
6. Rerata jumlah polong isi akibat interaksi antara waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P.....	19
7. Rerata bobot kering biji per tanaman akibat interaksi antara waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P	20
8. Rerata bobot 100 biji pada waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P	20
9. Rerata bobot kering biji per petak panen akibat interaksi antara waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P	21
10. Rerata hasil panen per hektar akibat interaksi antara waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P.....	22
11. Rerata laju pertumbuhan relatif pada berbagai waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P.....	23
12. Rerata indeks panen pada waktu pemupukan dan bentuk aplikasi pupuk P	24
13. Data Iklim Lokasi kecamatan Karangploso, Kabupaten malang selama penelitian berlangsung.....	24
14. Tabel analisis ragam jumlah daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 25 hst	43
15. Tabel analisis ragam jumlah daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 40 hst	43
16. Tabel analisis ragam jumlah daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 55 hst	43
17. Tabel analisis ragam jumlah daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 70 hst	44
18. Tabel analisis ragam luas daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 25 hst	44
19. Tabel analisis ragam luas daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 40 hst	44

20. Tabel analisis ragam luas daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 55 hst	45
21. Tabel analisis ragam luas daun akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 70 hst	45
22. Tabel analisis ragam bobot segar total tanaman akibat berbagai perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 25 hst.....	45
23. Tabel analisis ragam bobot segar total tanaman akibat berbagai perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 40 hst.....	46
24. Tabel analisis ragam bobot segar total tanaman akibat berbagai perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 55 hst.....	46
25. Tabel analisis ragam bobot segar total tanaman akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk 70 hst.....	46
26. Tabel analisis ragam jumlah polong per tanaman akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	47
27. Tabel analisis ragam jumlah polong isi per tanaman akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	47
28. Tabel analisis ragam bobot kering biji per tanaman akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	47
29. Tabel analisis ragam bobot 100 biji akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk.....	48
30. Tabel analisis ragam bobot kering biji per petak panen akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk.....	48
31. Tabel analisis ragam bobot kering biji per hektar akibat berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk.....	48
32. Tabel analisis ragam laju pertumbuhan relatif (25-40 hst) akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	49
33. Tabel analisis ragam laju pertumbuhan relatif (40-55 hst) akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	49
34. Tabel analisis ragam laju pertumbuhan relatif (55-70 hst) akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk	59
35. Tabel analisis ragam indeks panen akibat perlakuan berbagai waktu pemupukan dan bentuk pupuk.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	Denah Percobaan.....	32
2.	Denah Pengambilan Tanaman Contoh.....	33
3.	Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro.....	34
4.	Perhitungan Dosis Kebutuhan Benih	35
5.	Perhitungan Dosis Kebutuhan Unsur Hara	36
6.	Perhitungan Dosis Kebutuhan Pupuk	38
7.	Hasil Analisis Ragam.....	40
8.	Hasil Analisis NPK Tanah awal.....	48
9.	Hasil Analisis unsur P tanah akhir	49
10.	Data Curah hujan bulan januari-desember 2016.....	50
11.	Analisis Usahatani per Hektar.....	51
12.	Dokumentasi Penelitian	54



1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L. Merril) merupakan tanaman semusim yang penting dalam rangka mencukupi kebutuhan gizi masyarakat. Saat ini, tanaman tersebut menjadi komoditas wajib swasembada di Indonesia. Hal ini cukup beralasan karena biji tanaman kedelai merupakan komponen pangan sumber protein nabati yang relatif murah dan dibandingkan dengan protein hewani sehingga kebutuhan akan kedelai menjadi semakin meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015), rata-rata kebutuhan kedelai nasional setiap tahunnya kurang lebih 2,2 juta ton ha⁻¹, namun kemampuan produksi kedelai dalam negeri hanya mencapai 998 ribu ton ha⁻¹. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai dalam negeri perlu dilakukan, diantaranya melalui pemupukan tepat waktu dan tepat bentuk.

Penambahan pupuk P (Fosfor) ke dalam tanah merupakan hal yang umum dilakukan agar tanaman memperoleh P dalam jumlah optimal dengan harapan produktivitas tanaman yang tinggi dapat tercapai. Berdasarkan perannya, pupuk P berkontribusi dalam pembentukan protein biji, memperkuat batang, serta memacu pertumbuhan akar. Permasalahan yang muncul pada penggunaan pupuk P ialah informasi terkait aplikasi pupuk P yang tepat waktu dan tepat bentuk. Dewasa ini informasi tentang waktu yang tepat untuk aplikasi pupuk P pada tanaman kedelai masih bervariasi. Atman (2006) menyatakan, pemupukan P diaplikasikan ke dalam tanah saat pengolahan tanah atau beberapa hari sebelum tanam. Pada sisi lain, pemupukan P diberikan sekali paling lambat 14 hari setelah tanam (BPTP, 2009). Sementara, apabila pupuk P yang dibutuhkan tanaman tidak terpenuhi, akan menyebabkan defisiensi unsur yang ditandai dengan perubahan warna daun dari hijau gelap mejadi ungu kemerahan, ukuran daun tipis dan terlihat terbakar (Hosier dan Bradly, 1999). Permasalahan lain pada bentuk pupuk P yang diaplikasikan oleh petani adalah dimana bentuk granul membutuhkan pelarut sebagai media pengangkut. Dengan bentuk pupuk P yang granul dan sifatnya yang

lambat dilepaskan (*slow release*) akan membutuhkan air sebagai media pelarut untuk tercampur dengan larutan tanah. Oleh karena itu, melalui percobaan ini diharapkan akan dapat diperoleh informasi yang baik tentang waktu aplikasi dan bentuk pupuk P yang sesuai sehingga dapat meningkatkan produksi kedelai.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh berbagai waktu aplikasi dan bentuk pupuk P pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.
2. Menentukan waktu dan bentuk aplikasi pupuk P yang sesuai untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

1.3 Hipotesis

Waktu aplikasi pupuk P dengan bentuk yang berbeda, akan diperoleh pertumbuhan dan hasil yang berbeda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman Kedelai Anjasmoro

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) merril) tergolong famili *Leguminosae* (suku kacang-kacangan). Di Indonesia telah di lepas 83 varietas kedelai unggul. Menurut Adie dan Krisnawati (2016), klasifikasi tanaman kedelai adalah sebagai berikut, Bangsa: Polypetale, Suku: Leguminoseae, Marga: Glycine, Spesies: *Glycine max* (L). Merril.

Tanaman kedelai memiliki sistem perakar tunggang, memiliki cabang akar sekunder dan cabang akar adventif juga memiliki bintil akar yang tumbuh 10-12 hari setelah tanam tergantung kondisi lingkungan tanah dan suhu. Bintil akar tersebut dapat mengikat nitrogen di atmosfer melalui aktivitas pengikat nitrogen yaitu *Rhizobium japonicum*. Pertumbuhan batang kedelai dibedakan dibedakan menjadi dua tipe yaitu determinate dan indetermina. Tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbungaaa sedangkan indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman mulai berbunga. Sedangkan semideterminate dikaterogikan gabungan dari keduanya (Somantri, 2014).

Bunga kedelai berwarna ungu, periode berbunga berlangsung 3-5 minggu. jumlah bunga pada setiap ketiak daun sangat beragam antara 2-25 bunga tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Umumnya bunga pertama terbentuk pada buku kelima, keenam atau pada buku yang lebih tinggi. Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong sekitar 2-7 cm, satu polong berisi 2-3 biji, polong masak berwarna kuning muda sampai kuning kelabu atau coklat. Jumlah polong terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam antara 1-10 buah dalam setiap kelompok (Sukmawati. 2013).

Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama yaitu kulit biji dan embrio. Warna kulit biji umumnya berwarna kuning atau kecoklatan. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai biji kedelai dapat langsung ditanam.

Varietas Anjasmoro (Mansuria 395-49-4) adalah salah satu varietas varietas kedelai unggul nasional yang dilepas pada tahun 2001, termasuk kelompok berbiji besar yang dapat beradaptasi di agroekosistem lahan sawah, lahan kering, lahan rawa lebak, dan lahan sawa pasang surut (Jumakir dan Endrizal, 2003). Varietas ini banyak diminati petani karena produksinya tinggi, ukuran bijinya besar, polong tidak mudah pecah, tanaman tahan rebah, dan cukup tahan terhadap penyakit karat daun (Balitkabi, 2008).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai dapat tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Oleh karena itu tanaman kedelai dapat dibudidayakan pada berbagai jenis tanah dan ketinggian tempat. Pada daerah dataran tinggi umur kedelai menjadi lebih panjang. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai dipengaruhi faktor lingkungan seperti temperatur, curah hujan, maupun intensitas cahaya matahari.

Temperatur optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai berkisar antara 25°C - 27°C, dengan curah hujan antara 100 mm – 200 mm per bulan. Lama penyinaran yang di butuhkan tanaman kedelai adalah 12 jam per hari, ketinggian tempat yang sesuai adalah sekitar 300-500 m dpl (Setiatin, 2012). Menurut Sumarno dan Manshuri (2016), Tanaman kedelai dapat tumbuh pada tanah agak lembab dengan kadar kelembaban 70-80% kapasitas lapang dengan tekstur berliat dan berdrainase baik, atau tanah lempung berpasir yang kaya bahan organik. Tanah tidak ternaungi dan intensitas sinar matahari penuh, dan pH 6-7.

2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Menurut Adie dan Krisnawati (2016), fase pertumbuhan tanaman kedelai dibagi dalam dua fase (stadia) yakni fase vegetatif dan fase generatif (reproduktif). Fase vegetatif dilambangkan dengan huruf V, sedangkan fase generatif atau reproduktif dengan huruf R.

Fase vegetatif (V) diawali pada saat tanaman muncul dari tanah dan kotiledon belum terbuka (Ve). Jika kotiledon telah membuka dan diikuti oleh

membukanya daun tunggal (univoliat) menandakan memasuki fase kotiledon (Vc). Selanjutnya dihitung berdasarkan membukanya daun bertiga (Trivoliat) sekaligus menunjukkan posisi buku dari atas tanaman pada batang utama. Fase V1 dicirikan oleh daun tunggal dan diikuti oleh membukanya daun bertiga, posisi daun bertiga yang pertama membuka disebut sebagai buku pertama. Pada fase ini, mulai tumbuh bintil akar pertama. Pola penentuan fase vegetatif (Vn) ini akan berakhir setelah terbentuknya bunga, sebagai organ reproduktif.

Fase reproduktif (R) dikelompokkan dalam tiga fase yakni fase pembungaan, pembentukan polong, dan pematangan biji. Suhu hangat dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan kedelai dan sebaliknya, suhu yang lebih dingin akan menghambat dua proses tersebut. Hal ini yang menyebabkan penundaan penanaman akan memperpendek daur hidup kedelai apabila dihadapkan pada suhu hangat dan panjang hari pendek. Tanaman dikategorikan matang dan siap panen jika 90% polong telah berwarna coklat (matang).

2.4 Fosfor (P) dan Perannya

Fosfor ialah unsur hara penting kedua setelah nitrogen. Berbeda dengan nitrogen yang jumlahnya melimpah dan dapat diperoleh melalui fiksasi biokimia, ketersediaan fosfor di alam cukup terbatas. Sumber fosfor dalam tanah diperoleh melalui pemupukan, kotoran hewan, residu tanaman, limbah industri dan domestik, disamping senyawa fosfor alami baik organik maupun anorganik yang sudah tersedia dalam tanah (Krishnaveni, 2010).

Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}) (Brady dan Weil, 2002). Konsentrasi ion ortofosfat dalam tanah sangat tergantung pada kemasaman tanah (pH). Selain dipengaruhi oleh kemasaman tanah, ketersediaan fosfor dipengaruhi oleh waktu, temperatur dan jumlah bahan organik yang tersedia di dalam tanah.

Pada tanaman, fosfor mampu menyediakan energi kimiawi yang dibutuhkan bagi kegiatan metabolisme tanaman (Ismail *et al.*, 2001). Fosfor berhubungan dengan mekanisme biokimia yang menyimpan energi dan kemudian memindahkannya ke dalam sel-sel hidup diantaranya sebagai komponen adenosin

trifosfat (ATP), asam ribo nukleat (RNA), asam deoksiribo nukleat (DNA) serta berperan dalam reaksi transfer energi pada tanaman (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Serapan P yang tinggi akan meningkatkan gula fosfat yang berperan dalam reaksi fase gelap pada proses fotosintesis, kemudian meningkatkan laju fotosintesis sehingga fotosistat yang dihasilkan dialokasikan untuk pertumbuhan bagian-bagian tanaman.

2.5 Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk P pada Tanaman

Aplikasi pupuk P dianjurkan untuk di berikan seawal mungkin, mengingat unsur P termasuk ke dalam unsur hara yang relatif lambat berdifusi dalam akar (Mangoensoekarjo, 2007). Hakim et al (1986) menambahkan, bahwa pemberian pupuk seawal mungkin dalam pertumbuhan akan mendorong pertumbuhan akar yang akan memberikan tanaman berdaya serap hara lebih baik. Struktur peakaran yang sempurna memberikan daya serap nutrisi yang lebih baik.

Semakin lama pupuk P bersentuhan dengan tanah, semakin banyak P terfiksasi oleh tanah, sehingga waktu pemberian pupuk fosfat harus mendapat perhatian yang serius. Menurut Atman (2006), pupuk P baik diaplikasikan ke dalam tanah saat pengolahan tanah atau beberapa hari sebelum tanam. Hasil penelitian Walsen (2008) menyebutkan bahwa waktu aplikasi pupuk terbaik adalah saat tanam dan 14 hari sesudah tanam.

Setiap stadia pertumbuhan tanaman menghendaki unsur hara dalam jumlah yang berbeda, untuk itu kajian tentang waktu aplikasi pupuk perlu mendapat perhatian agar tanaman tidak mengalami defisiensi. Brady dan Weil (2002) menyatakan, tanaman yang mengalami defisiensi unsur P akan mengakibatkan gangguan metabolisme tanaman, bila hal ini terus berlangsung, maka akan menurunkan ukuran buah dan mengurangi berat buah panen. Demikian bila terlalu berlebihan akan menyebabkan penyerapan unsur hara lain seperti N dan K menjadi terganggu (Marsono, 2001).

2.6 Pengaruh Bentuk Pupuk P pada Tanaman

Pupuk P diserap oleh akar tanaman dalam bentuk senyawa terlarut yang lebih sederhana yang larut dalam air tanah (Setyanti *et al.*, 2013). Terdapat dua mekanisme yang mengendalikan gerakan unsur hara dalam tanah, yaitu difusi dan aliran massa (*mass-flow*) (Yoshida, 1981). Perbedaan konsentrasi suatu unsur tertentu antara dua tempat atau titik akan menyebabkan adanya gerakan hara yang bersangkutan, mengarah dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat berkonsentrasi rendah karena perbedaan tekanan atau ketinggian air dalam tanah mengakibatkan unsur tersebut bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Proses inilah yang disebut difusi. Air dalam tanah didapatkan dalam bentuk larutan, maka bersama air yang bergerak terangkut pula unsur atau senyawa yang terlarut di dalamnya. Mekanisme inilah yang disebut aliran massa.

Mayoritas petani menjadikan kegiatan pemupukan atau penambahan unsur hara ke dalam tanah sebagai kegiatan wajib dalam budidaya. Akan tetapi, tidak memperhatikan kondisi tanah dan kebutuhan tanaman. Apabila hal ini terus menerus dilakukan, unsur hara yang ditambahkan utamanya pupuk P akan terakumulasi di dalam tanah sehingga penambahan pupuk ke dalam tanah menjadi tidak efisien.

Umumnya bentuk pupuk fosfor yang diaplikasikan pada tanaman berbentuk padat seperti serbuk dan granul (Lingga dan Marsono, 2004). Bentuk demikian tentunya akan memerlukan waktu dalam proses penyerapan oleh akar dan memerlukan air sebagai pelarut. Oleh karena itu pupuk P dapat disederhanakan terlebih dahulu menjadi ukuran yang lebih kecil seperti serbuk atau dilarutkan dengan air sebelum diaplikasikan ke dalam tanah. Dewasa ini belum ada penelitian terkait mengubah bentuk pupuk granul SP-36 menjadi bentuk serbuk maupun bentuk cair. Oleh karena itu, diharapkan dengan mengubah bentuk pupuk P dapat lebih efisien dalam penggunaannya, dan dapat diserap oleh akar tanaman secara optimal terutama pada tanaman kedelai.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Agustus sampai Desember 2016 di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, yang terletak di Desa Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Berdasarkan geografisnya, lokasi terletak pada ketinggian ± 575 meter di atas permukaan laut.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: cangkul, sabit, tugal, kamera, penggaris, timbangan digital, gunting, oven, LAM (*Leaf Area Meter*), dan ATK. Bahan yang digunakan antara lain benih kedelai varietas Anjasmoro, pupuk Urea (45% N), pupuk SP-36 (36% P_2O_5), dan pupuk KCl (60% K_2O).

3.3 Metode Penelitian

Rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan menempatkan waktu aplikasi pupuk pada petak utama, terdiri dari 5 macam, yaitu:

W1: 21 hari sebelum tanam

W2: 14 hari sebelum tanam

W3: 7 hari sebelum tanam

W4: bersama waktu tanam

W5: 7 hari setelah tanam

W6: 14 hari setelah tanam

Sedangkan bentuk aplikasi pupuk P ditempatkan pada anak petak, terdiri dari 3 bentuk, yaitu:

B1: berbentuk granul

B2: berbentuk serbuk (digerus)

B3: berbentuk larutan (dilarutkan dalam air)

Dari dua perlakuan tersebut didapatkan 18 kombinasi perlakuan sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan antara waktu dengan bentuk aplikasi pupuk P

Perlakuan Waktu aplikasi pupuk	Bentuk aplikasi pupuk P		
	B1	B2	B3
W1	W1B1	W1B2	W1B3
W2	W2B1	W2B2	W2B3
W3	W3B1	W3B2	W3B3
W4	W4B1	W4B2	W4B3
W5	W5B1	W5B2	W5B3
W6	W6B1	W6B2	W6B3

Dari hasil penggabungan kedua perlakuan tersebut diperoleh 18 kombinasi perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan di ulang 2 kali sehingga diperoleh 36 unit kombinasi perlakuan. Denah percobaan disajikan pada Gambar 1 (Lampiran 1), sedangkan denah pengambilan tanaman contoh disajikan pada Gambar 2 (Lampiran 1). Perhitungan kebutuhan benih kedelai disajikan pada Lampiran 3. Perhitungan kebutuhan pupuk didasarkan pada hasil analisis tanah awal sebelum perlakuan. Hal ini untuk mengetahui hara N, P dan K dalam tanah. Perhitungan kebutuhan pupuk disajikan pada Lampiran 4. Analisis tanah akhir dilakukan setelah panen untuk mengetahui hara P yang masih tersedia di dalam tanah setelah panen. Penyederhanaan bentuk pupuk pada bentuk serbuk, dilakukan dengan cara ditimbang terlebih dahulu sesuai perhitungan kebutuhan pupuk kemudian ditumbuk hingga menjadi serbuk. Sedangkan untuk bentuk larutan dilakukan dengan cara ditimbang terlebih dahulu sesuai perhitungan kebutuhan pupuk kemudian diletakkan pada wadah dan ditambahkan air hingga larut sepenuhnya

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan lahan

Kegiatan awal yang dilakukan dalam persiapan lahan adalah melakukan pengukuran lahan yang digunakan untuk penelitian. Luas lahan yang digunakan dalam penelitian adalah 278,375 m² dengan panjang 42,5 m dan lebar 6,55 m. Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan cangkul yang bertujuan untuk mendapatkan struktur tanah yang remah dan gembur, mengendalikan pertumbuhan gulma, dan pembersihan seresah tanaman sebelumnya. Setelah

pengolahan tanah, kemudian dibuat 2 petak ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 18 bedengan, dan setiap bedengan berukuran 2,6 meter x 2 meter. Setiap bedengan terdapat 65 lubang tanam. Jarak antar ulangan 45 cm, jarak antar petak utama 40 cm, jarak antar bedengan dalam petak 30 cm.

3.4.2 Persiapan benih

Benih yang digunakan adalah varietas Anjasmoro dengan kriteria daya tumbuh tinggi (80% atau lebih), murni (tidak tercampur dengan varietas lain), sehat, bebas dari hama penyakit, bersih, bernas dan tidak keriput.

3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan cara tugal, sedalam 3 – 5 cm. Setiap lubang tanam diisi 4 biji, kemudian ditutup dengan tanah. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 40 cm.

3.4.4 Pemupukan

Pemberian pupuk didasarkan pada hasil analisis kadar hara dalam tanah, rumus perhitungan kebutuhan pupuk disajikan pada Lampiran 4. Pemupukan dibenamkan diantara sela baris tanaman. Pemupukan Urea dan KCl dilakukan secara bertahap, tahap pertama diberikan 1/3 bagian ketika tanaman berumur 14 hst, sisanya (2/3 bagian) diberikan saat tanaman berumur 54 hst yang bertujuan untuk memacu proses inisiasi dan perkembangan pengisian polong. Sedangkan pupuk SP-36 diaplikasikan seluruhnya sesuai perlakuan.

3.4.5 Pengairan

Pengairan dilakukan dengan cara mengalirkan air di antara bedengan. Pengairan dilakukan 1 hari sebelum tanam yang bertujuan untuk mempermudah dalam penanaman. Pengairan selanjutnya dilakukan setelah pemupukan dan melihat kondisi lahan untuk mempermudah penyiraman.

3.4.6 Penyulaman

Penyulaman dilakukan saat tanaman kedelai berumur 1 minggu untuk benih yang tidak tumbuh atau bibit yang tumbuhnya tidak normal. Penyulaman

dilakukan dengan mencabut bibit yang mati dan mengganti dengan benih yang baru.

3.4.7 Penjarangan

Kegiatan penjarangan dilakukan untuk mengurangi jumlah tanaman tumbuh pada setiap lubang tanam dengan menyisakan 2 tanaman pada setiap lubang tanam. Penjarangan dilakukan untuk mencegah terjadinya persaingan unsur hara, air, maupun cahaya matahari. Penjarangan dilakukan dengan cara memotong pangkal batang tanaman di atas permukaan tanah dengan menggunakan gunting.

3.4.8 Penyiangan

Penyiangan dilakukan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma di sekitar tanaman yang dapat menjadi pesaing dalam penyerapan unsur hara dan penggunaan cahaya matahari. Penyiangan dilakukan dua kali, yaitu pada umur 14 – 28 hari setelah tanam dan setelah fase pembungaan (umur tanaman 45 – 60 hari). Penyiangan dilakukan dengan cara manual (*hand weeding*).

3.4.8 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Pengendalian organisme pengganggu tanaman meliputi hama dan penyakit. Insektisida menggunakan Callicron 500 EC berbahan aktif profenofos 500g/l, fungisida menggunakan Antracol berbahan aktif propineb 70%. Pengaplikasian menggunakan alat semprot dengan springkle lebih kecil dan diaplikasikan di antara sela tanaman budidaya. Pengendalian dilakukan dengan metode kimiawi ini dilakukan saat populasi hama dan penyakit mencapai ambang batas ekonomis.

3.4.9 Panen

Panen kedelai dilakukan ketika 80% dari daun sudah menguning, polong mulai berubah warna dari hijau menjadi kuning kecoklatan dan retak, batang berwarna kuning agak coklat. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong pangkal batang dengan menggunakan gunting sedekat mungkin dengan permukaan tanah.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara destruktif dengan cara mengambil 2 tanaman contoh untuk setiap kombinasi perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan interval waktu 15 hari sekali diambil ketika tanaman berumur 25, 40, 55, 70 hst dan 95 hst (saat panen). Pengamatan meliputi komponen pertumbuhan dan hasil, panen, dan analisis pertumbuhan tanaman.

Komponen pertumbuhan dan hasil, meliputi:

1. Jumlah daun (helai), dihitung semua daun yang telah membuka sempurna dan masih berwarna hijau.
2. Luas daun (cm^2), diukur dengan menggunakan alat LAM (*Leaf Area Meter*). Daun yang diukur ialah daun yang telah membuka sempurna dan masih berwarna hijau.
3. Bobot kering tanaman (g), didapatkan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dioven pada suhu 80°C hingga diperoleh bobot yang konstan.

Komponen panen, meliputi:

1. Jumlah polong per tanaman, diperoleh dengan menghitung semua polong yang terbentuk per tanaman.
2. Jumlah polong isi per tanaman, diperoleh dengan menghitung semua polong isi yang terbentuk per tanaman
3. Bobot kering biji per tanaman, diperoleh dari menimbang seluruh biji yang terbentuk per tanaman.
4. Bobot 100 biji (g), diamati dengan cara menimbang setiap 100 biji yang dilakukan secara acak per tanaman dengan menggunakan timbangan digital.
5. Bobot biji per petak panen (g), didapatkan dengan cara ditimbang seluruh biji yang dihasilkan per petak panen menggunakan timbangan digital.
6. Hasil biji per hektar, didapatkan dengan cara mengkonversikan hasil panen per petak panen ke satuan hektar dengan menggunakan rumus dari Suminarti (2011)

$$HPPH = \frac{\text{Luas lahan 1 ha}}{\text{Luas petak panen}} \times \sum \text{tanaman per petak} \times \text{bobot biji per petak panen} \text{ (ton ha}^{-1}\text{)}$$

Analisis pertumbuhan tanaman, meliputi:

1. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Laju Pertumbuhan Relatif (LPR) dihitung untuk mengetahui besarnya produksi biomassa per bobot awal tanaman per satuan waktu. Menurut Hasanah (2015) LPR dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LPR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1} (\text{g g}^{-1} \text{ hari}^{-1})$$

Keterangan:

T1 = waktu pengamatan ke 1

T2 = waktu pengamatan ke 2

W1 = berat kering total tanaman pada saat pengamatan T₁

W2 = berat kering total tanaman saat pengamatan T₂

2. Indeks Panen (IP)

Indeks Panen (IP) berfungsi untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyalurkan asimilat ke bagian *sink* atau lubuk dari asimilat total yang dihasilkan. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) IP dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP = \frac{HE}{BKTT}$$

Keterangan:

HE : bobot bagian ekonomis tanaman (biji)

BKTT : bobot kering total tanaman

3. R/C Rasio

R/C rasio ialah perbandingan antara total penerimaan hasil penjualan dengan modal produksi (biaya total) yang dikeluarkan R/C rasio dihitung dengan rumus (Prajnanta, 2010):

$$\text{R/C rasio: } \frac{\text{penerimaan penjualan}}{\text{modal produksi}}$$

Keterangan:

R/C rasio > 1 , usahatani menguntungkan dan layak untuk diusahakan

R/C rasio < 1 , usahatani merugikan dan tidak layak untuk diusahakan

R/C rasio $= 1$, usahatani impas (tidak menguntungkan dan tidak merugikan).

3.6 Analisa Data

Data pengamatan yang telah diperoleh, kemudian dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5%. Apabila dari hasil pengujian terdapat interaksi nyata, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf $p = 0,05$ atau 5% untuk mengetahui perbedaan di antara perlakuan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Komponen Pertumbuhan dan Hasil

1. Jumlah daun

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada jumlah daun. Secara terpisah waktu aplikasi dan bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun umur pengamatan 40 dan 55 hst (Lampiran 7, Tabel 14-17). Pengaruh nyata dari waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk umur pengamatan 40 dan 55 hst disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rerata jumlah daun pada berbagai waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P pada umur pengamatan 25, 40, dan 55 hst

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun pada Umur Pengamatan		
	25 hst	40 hst	55 hst
Waktu aplikasi pupuk			
21 hari sebelum tanam	9,33	17,00	28,17 ab
14 hari sebelum tanam	8,83	17,25	29,08 b
7 hari sebelum tanam	9,42	17,50	29,08 b
Saat tanam	8,75	18,08	26,42 ab
7 hari setelah tanam	8,17	18,00	24,75 ab
14 hari setelah tanam	9,33	16,67	21,92 a
BNJ 5%	tn	tn	6,57
Bentuk pupuk			
Granul	9,50	18,88 b	27,71 b
Serbuk	8,50	17,13 ab	27,04 b
Cair	8,92	16,25 a	24,96 a
BNJ 5%	tn	2,21	2,57

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 55 hst, jumlah daun yang dihasilkan perlakuan waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Namun demikian, perlakuan 14 hari sebelum tanam dan 7 hari sebelum tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan perlakuan 14 hari setelah tanam. Sementara perlakuan 14 hari sebelum tanam dan 7 hari sebelum tanam adalah tidak berbeda nyata. Pada umur pengamatan 40 hst, jumlah daun yang dihasilkan oleh perlakuan bentuk serbuk adalah tidak berbeda nyata dengan bentuk granul maupun bentuk cair. Namun demikian, jumlah daun lebih tinggi

didapatkan oleh bentuk granul bila dibandingkan dengan bentuk cair. Sedangkan pada umur pengamatan 55 hst, jumlah daun yang lebih tinggi didapatkan pada bentuk granul dan bentuk serbuk.

2. Luas Daun

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada luas daun. Secara terpisah waktu aplikasi dan bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata pada luas daun umur pengamatan 40 dan 55 hst (Lampiran 7, Tabel 18-21). Pengaruh nyata dari waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk umur pengamatan 40 dan 55 hst disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata luas daun pada berbagai waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P pada umur pengamatan 25, 40, dan 55 hst

Perlakuan	Rerata Luas Daun (cm ²)		
	25 hst	40 hst	55 hst
Waktu aplikasi pupuk			
21 hari sebelum tanam	31,03	37,28	33,88 a
14 hari sebelum tanam	28,90	40,99	40,80 ab
7 hari sebelum tanam	33,11	37,93	37,50 ab
Saat tanam	34,26	40,48	45,33 ab
7 hari setelah tanam	28,55	40,46	41,29 ab
14 hari setelah tanam	30,55	48,46	57,29 b
BNJ 5%	tn	tn	20,68
Bentuk pupuk			
Granul	28,86	33,49 a	38,07 a
Serbuk	32,58	41,11 ab	43,74 ab
Cair	31,77	48,20 b	46,24 b
BNJ 5%	tn	13,33	7,96

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 55 hst, luas daun yang didapatkan oleh berbagai waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Akan tetapi waktu aplikasi pupuk 14 hari setelah tanam menunjukkan luas daun lebih luas dibandingkan dengan waktu aplikasi pupuk 21 hari sebelum tanam. Sedangkan pengamatan luas daun umur pengamatan 40 hst, luas daun perlakuan bentuk serbuk tidak berbeda nyata dengan bentuk granul dan bentuk cair. Akan tetapi perlakuan bentuk cair menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan bentuk granul. Demikian pula hasil yang sama pada perlakuan bentuk pupuk umur pengamatan 55 hst.

3. Bobot Kering Tanaman

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada bobot kering tanaman. Secara terpisah waktu aplikasi dan bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata bobot kering tanaman umur pengamatan 70 hst (Lampiran 7, Tabel 22-25). Pengaruh nyata dari waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk umur 70 hst disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata bobot kering tanaman pada waktu aplikasi dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata Bobot Kering Tanaman (g) pada Umur Pengamatan			
	25 hst	40	55 hst	70 hst
Waktu aplikasi pupuk				
21 hari sebelum tanam	1,08	3,13	5,99	7,83 a
14 hari sebelum tanam	0,96	3,69	5,71	9,48 ab
7 hari sebelum tanam	0,93	3,83	6,05	8,84 ab
Saat tanam	0,98	3,27	6,65	9,78 ab
7 hari setelah tanam	0,73	3,45	6,31	8,48 ab
14 hari setelah tanam	0,97	4,43	8,54	10,76 b
BNJ 5%	tn	tn	tn	2,63
Bentuk pupuk				
Granul	0,92	3,82	6,50	10,23 b
Serbuk	0,94	3,61	6,44	9,00 ab
Cair	0,96	3,47	6,68	8,36 a
BNJ 5%	tn	tn	tn	1,23

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 70 hst, bobot kering tanaman yang dihasilkan oleh semua perlakuan waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Akan tetapi perlakuan 14 hari setelah tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan perlakuan waktu aplikasi pupuk 21 hari sebelum tanam. Sedangkan bobot kering tanaman perlakuan bentuk serbuk adalah tidak berbeda nyata dengan bentuk granul dan bentuk cair. Namun demikian, bentuk granul menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan bentuk cair.

4.1.2 Komponen Panen

1. Jumlah Polong per Tanaman

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada jumlah polong per tanaman. Secara terpisah bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata pada jumlah polong per

tanaman (Lampiran 7, Tabel 26). Pengaruh nyata dari bentuk pupuk disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata jumlah polong per tanaman pada waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata Jumlah Polong Per Tanaman
Waktu aplikasi pupuk	
21 hari sebelum tanam	28,00
14 hari sebelum tanam	26,17
7 hari sebelum tanam	28,50
Saat tanam	30,33
7 hari setelah tanam	27,50
14 hari setelah tanam	26,50
BNJ 5%	tn
Bentuk pupuk	
- granul	29,58 b
- serbuk	27,25 ab
- cair	26,17 a
BNJ 5%	2,62

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman yang dihasilkan perlakuan bentuk pupuk dengan bentuk serbuk adalah tidak berbeda nyata dengan bentuk bentuk granul dan bentuk cair. Akan tetapi, bentuk granul menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan bentuk cair.

2. Jumlah polong isi per Tanaman

Analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi nyata antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk pada jumlah polong isi per tanaman (Lampiran 7, Tabel 27). Jumlah polong isi per tanaman akibat terjadinya interaksi antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuknya disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa, jumlah polong isi perlakuan 21 hari sebelum tanam dengan bentuk serbuk tidak berbeda nyata dengan bentuk granul dan bentuk cair. Akan tetapi ketika bentuk pupuk diubah dari bentuk granul ke bentuk cair, menunjukkan penurunan hasil jumlah polong isi per tanaman. Pada perlakuan 14 hari sebelum tanam, semua perlakuan bentuk pupuk menunjukkan jumlah polong isi per tanaman yang tidak berbeda nyata. Demikian pula perlakuan waktu aplikasi pupuk lainnya kecuali saat tanam. Pada perlakuan saat tanam, jumlah polong isi per tanaman bentuk serbuk tidak berbeda nyata dengan bentuk

granul maupun bentuk cair. Akan tetapi jumlah polong isi per tanaman lebih tinggi ketika bentuk pupuk granul diubah menjadi bentuk cair.

Tabel 6. Rerata jumlah polong isi akibat interaksi antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Waktu Aplikasi Pupuk	Aplikasi Pupuk P		
	Granul	Serbuk	Cair
21 hari sebelum tanam	26,80 b B	22,25 ab AB	20,60 a A
14 hari sebelum tanam	23,00 a AB	23,95 a AB	21,90 a A
7 hari sebelum tanam	21,80 a A	25,70 a B	24,00 a A
Saat tanam	21,60 a A	25,20 ab B	28,80 b B
7 hari setelah tanam	23,75 a AB	20,30 a A	20,40 a A
14 hari setelah tanam	23,25 a AB	24,05 a AB	21,85 a A
BNJ 5%	4,62		

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama maupun huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $p = 5\%$, hst = hari setelah tanam.

Pada perlakuan bentuk granul, jumlah polong isi semua perlakuan waktu aplikasi pupuk menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Akan tetapi, waktu aplikasi 21 hari sebelum tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan 7 hari sebelum tanam maupun saat tanam. Pada perlakuan bentuk serbuk, jumlah polong isi semua perlakuan waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Akan tetapi, perlakuan waktu aplikasi pupuk 7 hari sebelum tanam dan saat tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan 7 hari setelah tanam. Pada perlakuan bentuk cair jumlah polong isi paling tinggi didapatkan perlakuan waktu aplikasi pupuk saat tanam.

3. Rerata Bobot Kering Biji per Tanaman

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada bobot kering biji per tanaman. Secara terpisah bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata pada bobot kering biji per tanaman (Lampiran 7, Tabel 28). Rerata bobot kering biji per tanaman dari perlakuan bentuk pupuk disajikan dalam Tabel 7.



Tabel 7. Rerata bobot kering biji per tanaman pada waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata Bobot Kering Biji Per Tanaman (g)
Waktu aplikasi pupuk	
21 hari sebelum tanam	12,63
14 hari sebelum tanam	12,68
7 hari sebelum tanam	13,39
Saat tanam	14,25
7 hari setelah tanam	12,78
14 hari setelah tanam	13,95
BNJ 5%	tn
Bentuk pupuk	
- granul	14,60 b
- serbuk	13,29 ab
- cair	11,95 a
BNJ 5%	2,59

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Berdasarkan Tabel 7 dapat dijelaskan bahwa perlakuan bentuk serbuk menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan bentuk granul dan bentuk cair. Akan tetapi, bentuk granul menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan bentuk cair.

4. Rerata Bobot 100 Biji

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi terhadap perlakuan yang diberikan pada rerata bobot 100 biji (Lampiran 7, Tabel 29). Rerata bobot 100 biji dari waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rerata bobot 100 biji pada waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata Bobot 100 Biji (g)
Waktu aplikasi pupuk	
21 hari sebelum tanam	11,97
14 hari sebelum tanam	11,40
7 hari sebelum tanam	11,75
Saat tanam	12,10
7 hari setelah tanam	12,58
14 hari setelah tanam	11,65
BNJ 5%	tn
Bentuk pupuk	
- granul	12,22
- serbuk	11,75
- cair	11,76
BNJ 5%	tn

Keterangan: tn = tidak berpengaruh nyata.

5. Rerata Bobot Kering Biji per Petak Panen

Analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi nyata antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk pada bobot kering biji per petak panen (Lampiran 7, Tabel 30). Rerata bobot kering biji per petak panen akibat interaksi antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuknya disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rerata bobot kering biji per petak panen (g) akibat interaksi waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Waktu aplikasi pupuk	Bentuk Aplikasi Pupuk P (g)		
	Granul	Serbuk	cair
21 hari sebelum tanam	198,40 AB	173,65 AB	159,00 A
14 hari sebelum tanam	249,45 B	153,80 A	175,00 A
7 hari sebelum tanam	223,05 AB	243,55 B	215,75 A
Saat tanam	156,25 A	177,70 AB	205,00 A
7 hari setelah tanam	180,60 AB	216,25 AB	191,05 A
14 hari setelah tanam	182,15 AB	226,30 AB	194,50 A
BNJ 5%	84,83		

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama maupun huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $p = 5\%$, hst = hari setelah tanam.

Berdasarkan Tabel 9 dapat dijelaskan, pengaruh waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk perlakuan 21 hari sebelum tanam, bobot kering biji per petak panen semua perlakuan bentuk pupuk adalah tidak berbeda nyata. Pola yang sama juga didapatkan semua waktu aplikasi pupuk kecuali pada 14 hari sebelum tanam. Pada perlakuan 14 hari sebelum tanam, bobot kering biji per petak panen yang dihasilkan bentuk cair tidak berbeda nyata dibandingkan dengan bentuk granul maupun bentuk serbuk. Akan tetapi bentuk granul menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan bentuk serbuk.

Pada bentuk granul, bobot kering biji per petak panen semua perlakuan waktu aplikasi pupuk menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Akan tetapi peningkatan bobot kering biji per petak panen terjadi ketika waktu aplikasi pupuk saat tanam diubah menjadi 14 hari sebelum tanam. Pada bentuk serbuk, rerata bobot kering biji per petak panen yang dihasilkan adalah tidak berbeda nyata dengan waktu aplikasi pupuk lainnya. Namun demikian, perlakuan 7 hari sebelum

tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan waktu aplikasi pupuk 14 hari sebelum tanam. Sedangkan pada bentuk cair didapatkan hasil tidak berbeda nyata di semua perlakuan waktu aplikasi pupuk.

6. Rerata Hasil Panen Biji per Hektar

Analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi nyata antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk pada parameter hasil panen per hektar (Lampiran 7, Tabel 31). Rerata hasil panen per hektar akibat terjadinya interaksi antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuknya disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rerata hasil panen biji per hektar akibat interaksi antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Waktu aplikasi Pupuk	Bentuk Aplikasi Pupuk P (ton/Ha)		
	Granul	Serbuk	Cair
21 hari sebelum tanam	1,98 a AB	1,74 a AB	1,59 a A
14 hari sebelum tanam	2,49 b B	1,54 a A	1,75 ab A
7 hari sebelum tanam	2,23 a AB	2,44 a B	2,16 a A
Saat tanam	1,56 a A	1,78 a AB	2,05 a A
7 hari setelah tanam	1,81 a AB	2,16 a AB	1,91 a A
14 hari setelah tanam	1,82 a AB	2,26 a AB	1,95 a A
BNJ 5%	0,85		

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama maupun huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $p = 5\%$.

Tabel 10 menunjukkan bahwa, berdasarkan waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuknya, pada perlakuan 21 hari sebelum tanam, hasil panen per hektar yang didapatkan semua perlakuan bentuk pupuk adalah tidak berbeda nyata. Pola yang sama juga didapatkan semua perlakuan waktu aplikasi pupuk kecuali 14 hari sebelum tanam. Pada waktu aplikasi pupuk 14 hari sebelum tanam, hasil panen per hektar yang dihasilkan bentuk cair tidak berbeda nyata dibandingkan dengan bentuk granul maupun bentuk serbuk. Akan tetapi bentuk granul lebih baik dibandingkan dengan bentuk serbuk.

Pengaruh bentuk pupuk dan berbagai waktu aplikasi pupuk, maka pada bentuk granul, hasil panen per hektar semua perlakuan waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Akan tetapi, pada perlakuan 14 hari sebelum tanam

menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan waktu aplikasi saat tanam. Pada bentuk serbuk, rerata hasil panen per hektar yang dihasilkan semua perlakuan waktu aplikasi pupuk adalah tidak berbeda nyata. Akan tetapi, pada perlakuan 7 hari sebelum tanam menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan waktu aplikasi pupuk 14 hari sebelum tanam. Sedangkan pada bentuk cair, semua perlakuan waktu aplikasi pupuk didapatkan hasil panen per hektar yang tidak berbeda nyata.

4.1.3 Analisis Pertumbuhan Tanaman

1. Laju Pertumbuhan Relatif

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada laju pertumbuhan relatif. Secara terpisah bentuk pupuk memberikan pengaruh nyata pada laju pertumbuhan relatif (Lampiran 7, Tabel 32-34). Rerata laju pertumbuhan relatif pada waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Rerata laju pertumbuhan relatif pada waktu aplikasi dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata Laju Pertumbuhan Relatif ($\text{g g}^{-1} \text{ hari}^{-1}$) / Umur Pengamatan (hst)		
	25-40	40-55	55-70
Waktu aplikasi pupuk			
21 hari sebelum tanam	0,070	0,047	0,030
14 hari sebelum tanam	0,090	0,037	0,025
7 hari sebelum tanam	0,095	0,030	0,022
Saat tanam	0,081	0,048	0,029
7 hari setelah tanam	0,105	0,038	0,034
14 hari setelah tanam	0,103	0,038	0,021
BNJ 5%	tn	tn	tn
Bentuk pupuk			
- granul	0,098	0,047 b	0,032
- serbuk	0,090	0,042 ab	0,025
- cair	0,085	0,031 a	0,023
BNJ 5%	tn	0,014	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf $p = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata, hst = hari setelah tanam.

Berdasarkan Tabel 11 dapat dijelaskan bahwa rata-rata laju pertumbuhan relatif perlakuan bentuk serbuk umur pengamatan 40 hst menuju 55 hst adalah tidak berbeda nyata dengan bentuk granul dan bentuk cair. Namun demikian, laju pertumbuhan relatif lebih baik pada bentuk granul dibandingkan dengan bentuk cair.

2. Indeks Panen

Analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk pada indeks panen (Lampiran 7, Tabel 35). Rerata indeks panen dari perlakuan waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Rerata indeks panen pada waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk P

Perlakuan	Rerata indeks panen
Waktu aplikasi pupuk	
21 hari sebelum tanam	0,647
14 hari sebelum tanam	0,436
7 hari sebelum tanam	0,455
Saat tanam	0,642
7 hari setelah tanam	0,520
14 hari setelah tanam	0,640
BNJ 5%	tn
Bentuk pupuk	
- granul	0,632
- serbuk	0,510
- cair	0,529
BNJ 5%	tn

Keterangan: tn = tidak berpengaruh nyata.

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan tanaman merupakan proses perubahan bentuk, ukuran dan volume yang dilakukan tanaman. Sedangkan perkembangan tanaman merupakan proses pada tanaman menuju kedewasaan yang ditandai dengan munculnya organ perkembangbiakan. Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (keturunan). Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman diantaranya yaitu cahaya, air, dan unsur hara.

Tabel 13. Data Iklim Lokasi kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang selama penelitian berlangsung (Agustus-Desember 2016)

Bulan	Curah hujan (mm/bulan)	Kelembaban nisbi rata-rata (%)
Agustus	90	76
September	45	76
Oktober	248	78
November	434	83
Desember	268	84
Rata-rata	217	79,4

Sumber: BMKG (2016)

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus sampai Desember 2016, dengan jumlah total hari hujan selama penelitian adalah 71 hari hujan, curah hujan rata-rata 217 mm/bulan (Tabel 13), Gulma yang ditemui di lapang dominan gulma rumput-rumputan, di antaranya *Eleusine indica* (rumput belulang) dan *Echinochloa colonum* (rumput bebek). Berdasarkan data Curah hujan bulanan (Lampiran 10) diketahui bahwa pada waktu penelitian, curah hujan terendah terdapat pada Bulan September 2016 ketika benih baru di tanam. Curah hujan tertinggi terdapat pada Bulan November 2016 ketika tanaman kedelai sedang pembentukan dan pengisian polong. Akibat dari curah hujan tinggi, banyak unsur hara dalam bentuk kation-kation basa tercuci, sehingga tanah menjadi masam. Pada tanah yang masam, pupuk P yang di berikan banyak terikat menjadi aluminium fosfat (Al-P) dan besi fosfat (Fe-P) yang tidak dapat diserap oleh tanaman, akibatnya sebagian kecil saja pupuk P yang dapat diserap tanaman.

Kelembaban udara rata-rata yang baik bagi pertumbuhan tanaman kedelai adalah 65% (Rukmana dan Yuniarsih, 1996), sedangkan kelembaban udara rata-rata selama penelitian berlangsung yaitu 79,4%. Hal ini memungkinkan mudahnya tanaman terserang hama dan penyakit. Kelembaban udara berpengaruh langsung pada proses pemasakan biji kedelai karena semakin tinggi kelembaban, proses pemasakan biji akan semakin cepat sehingga proses pembentukan biji menjadi kurang optimal.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi interaksi nyata antara waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk pada beberapa parameter pengamatan yang diamati yaitu jumlah polong isi, bobot kering biji per petak panen, dan hasil panen per hektar. Sedangkan untuk pengaruh nyata terjadi pada parameter jumlah daun, luas daun, bobot kering total tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot kering biji per tanaman, dan laju pertumbuhan relatif.

Hasil penelitian jumlah polong isi per tanaman, terjadi interaksi nyata pada perlakuan 21 hari sebelum tanam, jumlah polong paling banyak didapatkan pada bentuk granul. Penurunan hasil terjadi ketika bentuk granul diubah menjadi bentuk cair. Hal ini dimungkinkan, ketika belum ada tanaman yang memanfaatkan unsur hara yang diberikan, kemungkinan pupuk P yang telah diberikan akan

dilepaskan dan terfiksasi menjadi Besi fosfat (Fe-P) dan Alumunium fosfat (Al-P) dimana bentuk tersebut tidak dapat diserap oleh tanaman. Semakin lama P bersentuhan dengan tanah, maka semakin banyak P terfiksasi sehingga terbentuk Al-P atau Fe-P yang sukar larut dan bersifat occluded (P yang terkepung) (Nyakpa *et al.*, 1988).

Pada waktu aplikasi pupuk saat tanam, jumlah polong isi paling sedikit didapatkan pada bentuk granul dan pertambahan terjadi ketika bentuk pupuk diubah menjadi bentuk cair. Hal ini ketika pupuk P dengan bentuk cair yang diberikan ke dalam tanah segera bercampur dengan larutan tanah dan dapat segera diserap oleh akar tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur P bersama dengan unsur N dapat merangsang pertumbuhan akar dan memperkuat bulu-bulu akar, sehingga sistem perakaran menjadi lebih baik. Hal ini mengakibatkan unsur hara dan air dapat diserap secara maksimal, mendukung pembentukan buah secara optimal sehingga hasil buah yang terbentuk mempunyai jumlah dan berat yang lebih banyak dan lebih besar (Badrudin *et al.*, 2011). Disamping itu, secara umum pemberian pupuk P dapat meningkatkan produktivitas kedelai (Istikhori, 2016)

Pengaruh nyata terjadi pada laju pertumbuhan relatif pada umur pengamatan 40-55 hst, pupuk P yang diaplikasikan dalam bentuk granul menghasilkan laju pertumbuhan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk pupuk cair (Tabel 16). Dengan diubahnya bentuk pupuk granul menjadi bentuk cair dapat berakibat pada hasil biji kedelai. Ketika biji memasuki fase perkecambahan, dalam pertumbuhannya bergantung pada cadangan makanan yang terdapat pada biji. Setelah organ akar tanaman dapat menyerap unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan memiliki daun sempurna untuk fotosintesis, maka tanaman tersebut akan menghasilkan asimilat untuk didistribusikan ke organ-organ tanaman yang memerlukan sesuai dengan fase pertumbuhannya. Akibat dari proses tersebut adalah laju pertumbuhan relatif meningkat bersamaan dengan ukuran tanaman dan waktu aplikasi.

Produktivitas tanaman mencerminkan kemampuan tanaman untuk memproduksi asimilat melalui proses fotosintesis. Distribusi akumulasi bahan

kering (biomassa) pada bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun dan bagian generatif dapat mencerminkan produktivitas tanaman (Sumarsono, 2008). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada Indeks Panen pada berbagai waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk tidak memberikan hasil berbeda nyata (Tabel 17). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kedelai dengan berbagai waktu aplikasi pupuk dan bentuk pupuk menghasilkan asimilat yang sama sehingga tanaman kedelai memanfaatkan hara tersedia dengan baik.

Analisis usahatani digunakan untuk mengetahui perlakuan waktu aplikasi pupuk yang paling efisien dalam penggunaan modal serta keuntungan yang akan diperoleh dari budidaya tanaman kedelai. Menurut Suryani, Zulfita, dan Utami (2012), R/C rasio adalah rasio antara total penerimaan dengan total biaya produksi yang dikeluarkan dalam kegiatan usaha. Nilai R/C rasio > 1 menunjukkan 1 rupiah biaya akan menghasilkan tambahan yang lebih besar dari 1 rupiah. Sehingga suatu usaha dikatakan layak untuk dikembangkan. Semakin tinggi nilai R/C rasio maka semakin besar penerimaan yang didapat di akhir usahatani. Perlakuan waktu aplikasi pupuk 14 hari sebelum tanam dengan bentuk granul dan 7 hari sebelum tanam dengan bentuk serbuk memiliki nilai R/C rasio paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan waktu aplikasi dan bentuk pupuk lainnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan argumentasi yang telah disampaikan, maka dapat diajukan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Terjadi interaksi nyata antara perlakuan waktu dan bentuk aplikasi pupuk P pada parameter yang diamati, yaitu jumlah polong isi, bobot biji per petak panen, dan hasil panen per hektar.
2. Waktu aplikasi pupuk P pada 14 hari sebelum tanam dengan bentuk granul menghasilkan bobot biji per petak panen dan hasil panen per hektar lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya didukung dengan analisis usahatani dengan nilai R/C sebesar 1,63.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efisiensi pupuk P pada musim kemarau. Apabila ingin menanam kedelai varietas Anjasmoro untuk mendapatkan hasil panen lebih tinggi akan lebih baik jika aplikasi pupuk diberikan 14 hari sebelum tanam dengan bentuk granul karena lebih efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M., dan A. Krisnawati. 2016. Biologi Tanaman Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang. pp 45-73
- Atman, R. 2006. Pengelolaan Tanaman Kedelai di Lahan Kering Masam. Jurnal Ilmiah Tambua UMMY. 5 (3): 82-86
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2016. Data Curah Hujan Bulanan Satuan Milimeter (mm) 2016. BMKG Stasiun Geofisika. Kecamatan Lowokwaru. Malang
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai. Angka Sementara Tahun 2015 (Online). <http://bps.go.id>. Diakses 15 April 2016
- Badrudin, U., S. Jazilah, dan A. Setiawan. 2011. Upaya Peningkatan Produksi Mentimun (*Cucumis sativus* L) Melalui Waktu Pemangkasan Pucuk dan Pemberian Pupuk Posfat. Fakultas Pertanian Universitas Pekalongan. Pekalongan. pp 18-24
- Balai Penelitian Tanaman (Balittan). 2016. Deskripsi Tanaman Kedelai Varietas Anjasmoro (Online). <http://puslittan.bogor.net>. Diakses 15 April 2016
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (Balitkabi). 2008. Teknologi Produksi Kedelai, Kacang Tanah, Kacang Hijau, Ubi Kayu dan Ubi Jalar. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian. Malang. p 38
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2009. Budidaya Tanaman Kedelai. Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh. NAD
- Brady, N.C dan R.R. Weil. 2002. The Nature and Properties of Soil, 13th edition. NJ: Prentice Hall. Upper Saddle River. New York
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Dina, G.B. Hong. H.H Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K.A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Hosier, S. and L. Bradly. 1999. Guide to Symptoms of Plant Nutrient Deficiencies. The University of Arizona. U.S. pp 1-3
- Ismail, C., Suwono dan Kasijadi. 2001. Pengaruh Pupuk SP-36 Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah. Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian. 4 (1): 94-102

- Istikhori, R. 2016. Serapan Fosfor, Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.Merril) Yang Diberi Pupuk Fosfor. *Jom Fakultas Pertanian*. 3 (1): 1-8
- Jumakir dan Endrizal. 2003. Potensi Produksi Kedelai di Lahan Pasang Surut Wilayah Rantau Rasau Provinsi Jambi. *Presiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi*. BPTP dan BLD Provinsi Jambi. Jambi
- Krisnaveni, M.S. 2010. Studies on Phosphate solubilizing bacteria (PSB) in Rizosphere and Rizosphere Soils in Different Varieties of Foxtail Millet (*Setaria italica*). *Inl J Agric Food Tech* (1): 23-39
- Leiwakabessy, F.M., dan A. Sutandi. 2004. Pupuk dan Pemupukan. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Lingga, P., dan Marsono. 2004. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Mangoensoekarjo, S. 2007. *Manajemen Tanah dan Pemupukan Budidaya Perkebunan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Marsono, P.S. 2001. *Pupuk Akar: Jenis dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Nyakpa, Y.M., A.A. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah., A. Munawar, B.H. Go, dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung
- Novisan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agro Media Pustaka. Surabaya
- Prajnanta, F. 2010. *38 Kiat Sukses Bertanam Cabai di Musim Hujan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai: Budidaya dan Pasca Panen*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Shanmegasundaram, S. dan Sumarno. 1993. *Kedelai. dalam Van Der Maesen LJG, Somaatmadja S, penyunting PROSEA Sumber Daya Nabati Asia Tenggara* (1) Kacang-kacangan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Setyanti S., S. Anwar, dan W. Slamet. 2013. Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda. *Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang. Animal Agriculture Journal*, 2 (1): 86-96
- Sitompul, S.M., dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

- Somantri, R.U. 2014. Optimalisasi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Kedelai di Sumatra Selatan Melalui Penerapan Inovasi Teknologi. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Palembang. ISBN: 979-587-529-9
- Sukmawati. 2013. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Pemberian Pupuk Organik Inokulasi FMA dan Varietas Kedelai di Tanah Pasiran. Universitas Nahdlatul Wathan Mataram. Riau. 7 (4) : 1978-3787
- Sumarsono. 2008. Analisis Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman Kedelai. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak. Falukas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Sumarno dan A.G. Manshuri. 2016. Persyaratan Tumbuh dan Wilayah Produksi Kedelai di Indonesi. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang. pp 74-103
- Suminarti, N.E. 2011. Paket Teknologi Budidaya Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* L.) Schott Var. Antiquorum) Pada Kondisi Basah dan Kering. Disertasi. Program Pasca Sarjana, FP Universitas Brawijaya. Malang
- Sundari, H.A., Zulfanita., dan D.P. Utami. 2012. Kontribusi Usahatani Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) terhadap Pendapatan Rumah Tangga Petani di Desa Ukirsari Kecamatan Grabag Kabupaten Purworejo. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purworejo. Jurnal Surya Agritama. 2 (1): 34-45
- Walsen, A. 2008. Aplikasi Pupuk Subur In dengan Dosis dan Waktu Berbeda pada Tanaman Ketimun. Jurnal Budidaya Pertanian (4): 29-37
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. Laguna: The Internatioanl Rice Research Intitute. Los Banos