

Pertumbuhan dan Produksi Empat Genotipe Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Cara Pemberian N yang Berbeda

Growth and Production of Four Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) with Different N Fertilization Method

Sitta Mujahid¹, Iskandar Lubis^{2*}, Ahmad Zamzami²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB University)

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University) Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

*Penulis Korespondensi: iskandarlbs@yahoo.com

Disetujui: 29 Juli 2020/ Publish Online September 2023

ABSTRACT

Soybean is the third most important food commodity right after rice and corn. However, national soybean production was insufficient to fulfill national needs. Some ways that can be done to increase soybean production are nitrogen fertilization and the use of superior variety. This research aims to study the growth and production of four soybean genotypes (Tanggamus, Anjasmoro, Manshuu Masshokuto, and SJ4) on the different application method of nitrogen fertilization. This research was conducted at Sawah Baru experimental field and post-harvest laboratory from March to August 2019. This research used a randomized complete block design (RCBD) with two factors, genotype and dose of nitrogen fertilization (0 kg ha⁻¹, 25 kg ha⁻¹ through furrow at the sowing, at 3,4,5,6, WAP (week after planting) with 400 L spray volume ha⁻¹). The genotype of soybean showed a significant response to plant growth on plant height, leaf area index, plant age, leaf greenness, and the number of productive nodes. Genotype also had a significant response on yield components such as the number of pods per plant, number of seeds per plant, and normal and shriveled seed percent. Nitrogen fertilization affected only the flowering stage of each genotype. Tanggamus has the best growth and yield response compared to another genotype based on plant height, leaf area index, number of productive branches and nodes, normal seed percentage, number of pods, and number and weight of seeds per plant.

Keywords: inoculant, normal seed percentage, yield component

ABSTRAK

Kedelai merupakan komoditas pangan terpenting ketiga setelah jagung dan padi. Sayangnya, produksi kedelai dalam negeri belum mampu mencukupi kebutuhan nasional. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai yaitu pemupukan nitrogen dan penggunaan varietas unggul. Penelitian ini bertujuan mempelajari pertumbuhan dan produksi empat genotipe kedelai terhadap perbedaan cara pemupukan nitrogen. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Sawah Baru dan Laboratorium Pascapanen pada bulan Maret hingga Agustus 2019. Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RLKT) dengan dua faktor percobaan, yakni genotipe (Tanggamus, Anjasmoro, Manshuu Masshokuto, dan SJ4) dan dosis pemupukan nitrogen (0 kg ha⁻¹, 25 kg ha⁻¹ melalui alur, dan pada umur 3,4,5,6 MST (minggu setelah tanam) dengan volume semprot 400 L ha⁻¹). Genotipe kedelai menunjukkan respon yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada tinggi tanaman, indeks luas daun, umur tanaman, nilai kehijauan daun, dan jumlah buku produktif. Genotipe juga memiliki respon yang nyata terhadap komponen hasil meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir biji, serta persentase kondisi biji normal dan keriput. Perbedaan pemupukan nitrogen hanya berpengaruh terhadap umur berbunga tanaman. Tanggamus memiliki respon pertumbuhan dan hasil paling baik jika dibandingkan dengan genotipe lainnya berdasarkan tinggi tanaman, indeks luas daun, jumlah cabang dan buku produktif, persentase biji normal, jumlah polong, serta jumlah dan bobot biji per tanaman.

Kata kunci: inokulan, komponen hasil, persentase biji normal

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan komoditas pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai merupakan sumber protein nabati paling populer bagi masyarakat Indonesia pada umumnya. Konsumsi utamanya dalam bentuk tempe dan tahu yang merupakan lauk pauk utama bagi masyarakat Indonesia. Bentuk lain produk kedelai adalah kecap, tauco, dan susu kedelai. Tidak hanya sebagai bahan pangan, kedelai juga dikenal sebagai bahan pakan ternak dan industri.

Merujuk pada Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian (2019), produksi kedelai selama 5 tahun terakhir cukup fluktuatif. Produksi kedelai tahun 2015 merupakan yang tertinggi dalam 5 tahun terakhir, dengan nilai 963,183 ton. Jumlah ini justru menurun di tahun 2016 menjadi 859,653 ton. Tahun 2017 bahkan mengalami penurunan yang sangat drastis, menjadi hanya 538,728 ton saja. Penurunan produksi ini sangat drastis mengingat kebutuhan kedelai dalam negeri yang tinggi, sehingga peningkatan produksi sangat diperlukan.

Usaha yang dapat dilakukan agar mendapatkan produksi yang tinggi dan kualitas yang baik adalah dengan meningkatkan kesuburan tanah dengan cara pemupukan dan penggunaan varietas unggul. Penggunaan varietas unggul ada kaitannya dengan penggunaan teknik budidaya yang akan diterapkan sesuai varietas yang dibudidayakan. Pemilihan varietas juga perlu didasarkan pada kondisi lingkungan budidaya, iklim, serta karakteristik varietasnya.

Pemupukan dilakukan untuk memenuhi unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pupuk anorganik nitrogen dalam bentuk Urea sudah menjadi salah satu pilihan bagi petani khususnya di Indonesia karena dianggap dapat langsung meningkatkan produktivitas. Menurut Rabani *et al.* (2022) pemupukan NPK berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas dan bobot biji kacang tunggak. Budidaya kedelai memerlukan unsur hara nitrogen yang sangat tinggi, yang merupakan salah satu unsur yang sangat esensial.

Nitrogen diperlukan kedelai dalam metabolisme, seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, inisiasi bunga, pembentukan daun, dan biji (Davenport *et al.*, 2015). Menurut Bachtiar *et al.* (2016) pemupukan nitrogen pada masa tanam dapat meningkatkan volume dan bintil akar sehingga meningkatkan efektivitas bakteri *Rhizobium* sp. Purwaningsih *et al.* (2012) menyatakan bahwa untuk menghasilkan 1 kg biji kedelai, tanaman menyerap 70-80 g nitrogen dari dalam tanah. Hal ini berarti jika hasil

panen 1.5 ton ha⁻¹ maka tanaman kedelai membutuhkan 105-120 kg nitrogen yang dapat diserap.

Kebutuhan nitrogen tanaman kedelai akan berbeda tergantung dari genotipe yang dibudidayakan serta tingkat kesuburan tanah. Hal ini dikarenakan kedelai merupakan salah satu tanaman legum yang mampu memfiksasi nitrogen bebas di udara dengan bantuan *Rhizobium* sp. Faktor ini akan menentukan besarnya nitrogen yang diberikan kepada tanaman, baik saat fase awal pertumbuhan maupun ketika fase generatif. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh genotipe dan perbedaan pemupukan N pada awal pertumbuhan terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan sawah baru, Desa Babakan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor yang berada pada ketinggian 250 m dpl dan laboratorium pascapanen departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Maret sampai Juni 2019. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai genotipe Anjasmoro, Tanggamus, SJ4, dan Manshuu Masshokutou, Inokulan *Rhizobium* sp., pupuk urea, KCl, SP-36, insektisida berbahan aktif *karbofuran*, insektisida berbahan aktif *deltametrin*, dan fungisida berbahan aktif *Mankozeb*. Alat yang digunakan adalah peralatan pertanian, meteran, timbangan, label, ajir, *field router*, klorofil meter SPAD, dan alat tulis.

Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) dengan 2 faktor, yakni genotipe dan pupuk N. Genotipe yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai genotipe Tanggamus, Anjasmoro, dan dua genotipe luar negeri yakni SJ4 dan Manshuu Masshokuto. Perlakuan pupuk N terbagi menjadi 3 cara, tanpa pupuk N, pemberian N lewat tanah, dan pemberian N lewat daun. Pupuk N lewat tanah diberikan secara alur, sedangkan pupuk N lewat daun disemprotkan pada umur 3, 4, 5, dan 6 MST dengan volume semprot 400 L ha⁻¹. Benih kedelai sebelum ditanam diberi inokulan *Rhizobium* sp. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Model linier aditif yang akan digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + P_j + k_k + (V_i P_j) + \epsilon_{ijk}$$

Dengan:

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada perlakuan genotipe taraf ke-I, pupuk taraf ke-j, kelompok ke-k
 μ = rata-rata umum

- V_i = pengaruh genotipe pada taraf ke-i (i= 1, 2, 3, 4)
 I_j = pengaruh perbedaan pemupukan N taraf ke-j (j= 1, 2,3)
 K_k = pengaruh kelompok ke-k
 V_{jI} = pengaruh interaksi genotipe pada taraf ke-i
 ϵ_{ijk} = galat percobaan

Prosedur pertama adalah pengolahan tanah dan pembuatan petak berukuran 3 m x 4 m sebanyak 36 petakan. Analisis tanah rutin dilakukan dua minggu sebelum penanaman. Benih kedelai yang hendak ditanam dilembapkan terlebih dahulu menggunakan air, lalu ditaburi inokulan *Rhizobium* dosis 7 g kg⁻¹ benih (Sopacua, 2014), biarkan selama 5 menit di bawah naungan. Benih kemudian ditanam pada lubang tanam dengan jarak 30 cm x 15 cm sebanyak 2 benih per lubang, kemudian diberi *karbofuran* sebanyak 5-7 butir tiap lubang tanam. Pupuk yang diaplikasikan adalah SP-36 100 kg ha⁻¹, KCl 50 kg ha⁻¹ (Sari, 2018), dan urea sesuai perlakuan (0 kg ha⁻¹, 25 kg ha⁻¹, dan 10 g L⁻¹). Urea yang aplikasinya melalui *foliar spray* memakai volume semprot 400 L ha⁻¹ dengan konsentrasi 10 g L⁻¹ (Abimanyu, 2016). Penyiangan dilakukan 2 minggu sekali sejak 3 MST. Pengendalian hama dan penyakit diperlukan jika tingkat serangannya sudah cukup masif. Panen dilakukan apabila $\geq 95\%$ polong setiap genotipe telah menunjukkan warna masak dan sebagian daun sudah gugur.

Pengamatan yang dilakukan meliputi karakter vegetatif berupa tinggi tanaman tiap 2 minggu setelah tanam (MST) 3 MST. Parameter lain yang diamati yaitu waktu berbunga (R1), waktu muncul polong (R3), waktu pengisian polong (R5), waktu panen (R8), Indeks luas daun (ILD) saat fase R1, R3, dan R5, jumlah cabang dan buku produktif, nilai kehijauan daun saat R5, serta bobot kering tanaman saat R1, R3, R5, dan R8. Selain itu, dilakukan pengamatan laju pertumbuhan tanaman (LPT) dengan rumus (Sutoro *et al.*, 2008) sebagai berikut:

$$LPT = \frac{W2 - W1}{P(t2 - t1)}$$

Keterangan:

- LPT = laju pertumbuhan tanaman (g m⁻² per hari)
W1 = bobot kering tanaman pada waktu t1 (g)
W2 = bobot kering tanaman pada waktu t2 (g)
t1 = waktu pengamatan awal (hari)
t2 = waktu pengamatan akhir (hari)

Pengamatan juga dilakukan pada komponen hasil yang meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir biji, bobot

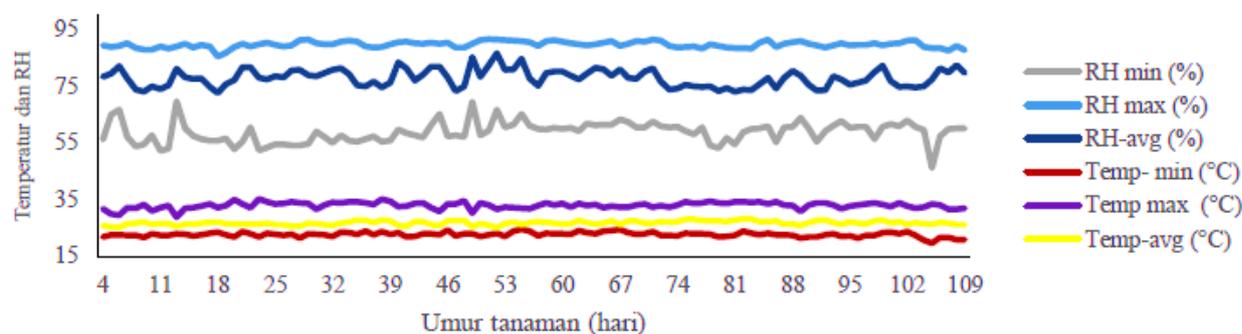
biji per tanaman, indeks panen, bobot ubinan, serta persentase kondisi biji (utuh, keriput, rusak). Hasil pengamatan bobot biji akan disetarakan pada kadar air 14% untuk semua genotipe. Pengamatan intensitas radiasi, suhu, dan kelembaban udara harian dilakukan dengan bantuan *field router*.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$. Jika hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf $\alpha = 5\%$. Aplikasi yang digunakan untuk pengolahan data adalah SAS 9.0 dan Ms Excel 2013.

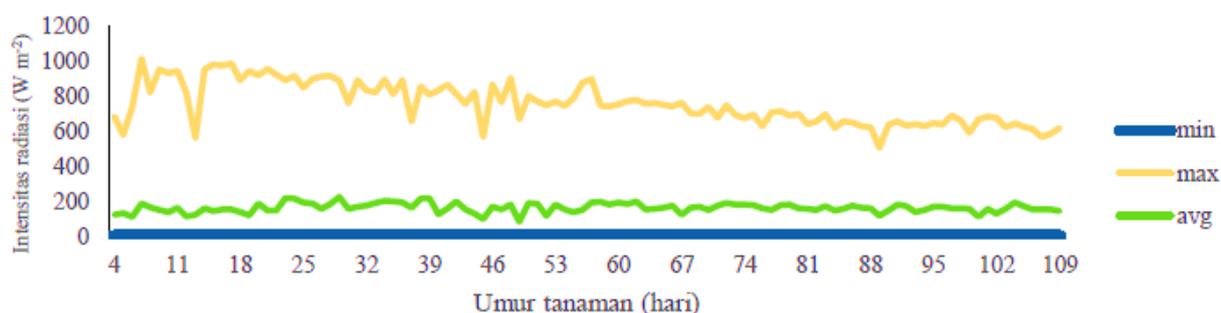
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *field router* menunjukkan temperatur harian berada pada kisaran suhu minimum harian 20 °C, suhu maksimum harian mencapai 35.20 °C dengan rata-rata suhu harian berada pada kisaran 25-28 °C (Gambar 1). Suhu yang tinggi selama proses budidaya ini tidak akan berdampak buruk selama kelembaban tanah terjaga. Kelembaban udara di KP sawah baru cukup fluktuatif selama fase pertumbuhan tanaman kedelai. Kelembaban udara harian berkisar pada kisaran 40-50% untuk skala minimum, kelembaban maksimum mencapai >88%, dengan rata-rata kelembaban harian berkisar antara 72.1-86.5% (ditunjukkan oleh Gambar 1). Intensitas radiasi harian selama penelitian berkisar antara 0-1,000 W m⁻² dengan nilai rata-rata sebesar 85-225 W m⁻² dalam kurun 24 jam (Gambar 2). Terjadi penurunan intensitas radiasi maksimum yang diterima tanaman terutama menjelang panen karena tingginya curah hujan saat fase R5.

Tanaman kedelai terkena serangan cendawan *Sclerotium rolfsii* dengan gejala tanaman layu, bagian akar dan batang mengering, diikuti pengeringan bagian daun, kemudian tanaman mati. Menjelang panen, genotipe Manshuu M. dan Tanggamus, terkena penyakit karat daun akibat serangan cendawan *Phakospora pachyrhizi*, ditandai dengan bercak hitam di permukaan daun kedelai. Hama yang menyerang pertanaman kedelai di antaranya adalah belalang (*Valanga nigricornis*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), dan kepik *Leptoglossus oppositus*. Pengendalian dilakukan dengan aplikasi insektisida berbahan aktif *Deltametrin* dan fungisida berbahan aktif *Mankozeb* dengan penyemprotan volume tinggi (*high volume*), interval penyemprotan 2 minggu sekali.



Gambar 1. Temperatur serta kelembapan udara minimum, maksimum dan rata-rata di KP sawah baru



Gambar 2. Intensitas radiasi harian minimum, maksimum dan rata-rata di KP sawah baru selama penelitian

Hasil analisis tanah KP sawah baru yang dijadikan lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Nilai kritis pH pada tanaman kedelai adalah 5.5. Apabila nilai pH lebih rendah, dapat mengakibatkan gangguan pada pertumbuhan tanaman, bahkan pada nilai pH <4.0, dapat berimbas pada meningkatnya kelarutan Al, Fe, dan Mn (Las *et al.*, 2007). Nilai pH yang didapatkan pada hasil analisis tanah terlihat lebih tinggi dari 5.5, sehingga kondisi tanah cukup baik untuk pertumbuhan kedelai. Hasil analisis tanah juga menunjukkan tidak adanya hal yang dapat mengakibatkan pertumbuhan kedelai terhambat.

Keragaan Karakter Agronomi dan Hasil Empat Genotipe Kedelai

Rekapitulasi sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh (nyata maupun sangat nyata) hampir pada keseluruhan parameter, kecuali bobot kering brangkas, jumlah cabang produktif, bobot biji per tanaman, persentase biji keriput, indeks panen, dan potensi hasil. Perlakuan pemupukan nitrogen hanya berpengaruh pada umur berbunga (fase R1).

Tabel 1. Hasil analisis sifat kimia tanah KP Sawah baru sebelum dilakukan perlakuan

Sifat kimia	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O	5.89	Agak masam
pH KCl	5.13	Masam
C-org (%)	1.23	Rendah
N-total (%)	0.25	Sedang
Ca (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	10.22	Tinggi
Mg (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	2.24	Sedang
K (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	0.19	Rendah
Na (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	0.20	Rendah
KTK (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	17.74	Sedang
KB (%)	72.44	Tinggi
Al-dd (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	Tr	Tr
H-dd (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	0.14	-

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pertumbuhan dan produksi empat genotipe kedelai pada perbedaan pemupukan N

Parameter	G	P	G x P	KK (%)
Tinggi tanaman				
a. 3 MST	**	tn	tn	9.76
b. 5 MST	**	tn	tn	11.72
c. 7 MST	**	tn	tn	10.99
d. 9 MST	**	tn	tn	10.44
e. 11 MST	**	tn	tn	9.23
Bobot kering brangkas				
a. R1	tn	tn	tn	21.16 ^t
b. R3	tn	tn	tn	19.49 ^t
c. R5	tn	tn	tn	23.86
d. R8	tn	tn	tn	13.66 ^t
Indeks luas daun				
a. R1	**	tn	tn	12.07 ^t
b. R3	**	tn	tn	10.71 ^t
c. R5	**	tn	tn	12.23 ^t
Laju pertumbuhan Tanaman				
a. R1-R3	tn	tn	tn	25.56 ^t
b. R3-R5	tn	tn	tn	37.85 ^t
c. R5-R8	tn	tn	tn	27.62 ^t
Nilai kehijauan daun R5	**	tn	tn	4.01
Umur tanaman				
a. R1	**	**	tn	1.34
b. R3	**	tn	tn	3.87
c. R5	**	tn	tn	1.52
d. R8	**	tn	tn	2.18
Cabang produktif	tn	tn	tn	13.29 ^t
Buku produktif	**	tn	tn	12.96
Jumlah polong per tanaman	**	tn	tn	25.36
Jumlah biji per tanaman	**	tn	tn	16.39 ^t
Bobot biji per tanaman	tn	tn	tn	16.89 ^t
Bobot 100 butir	**	tn	tn	6.77
Persentase biji normal	*	tn	tn	1.45
Persentase biji keriput	**	tn	tn	3.23
Persentase biji rusak	tn	tn	tn	0.71
Indeks panen	tn	tn	tn	2.71
Bobot ubinan	tn	tn	tn	18.89
Potensi hasil	tn	tn	tn	19.00

Keterangan: tn = tidak nyata, * = berpengaruh nyata pada taraf uji 5%, ** berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 1%. V = genotipe. P = pemupukan N. V x P = interaksi antara genotipe dan perbedaan pemupukan N. t = data hasil transformasi akar (SQRT)

Interaksi antara genotipe dengan perbedaan pemupukan N tidak berpengaruh pada semua peubah yang diamati. Menurut Manshuri (2010), total hara nitrogen yang dibutuhkan kedelai untuk mencapai tingkat produksi 3 ton ha⁻¹ adalah sebesar 211 kg. Berdasarkan hasil analisis tanah pada Tabel 1, maka hara nitrogen yang disediakan tanah mencapai 500 kg ha⁻¹ (pada kedalaman solum 20 cm). Jumlah nitrogen yang disediakan tanah jauh lebih banyak daripada yang diperlukan kedelai selama masa hidupnya. Selain itu, kedelai juga mampu memfiksasi nitrogen bebas di udara setelah memasuki fase berbunga. Hal ini kemungkinan yang menyebabkan faktor perbedaan

taraf nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap hampir keseluruhan parameter yang ada.

Tinggi Tanaman

Tabel 3 menunjukkan pertambahan tinggi kedelai signifikan pada 3 MST menuju 5 MST dan 7 MST. Genotipe Tanggamus memiliki nilai pertumbuhan yang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan genotipe lainnya sampai 5 MST. Salah satu faktor penting dalam pertambahan tinggi kedelai adalah penyerapan nitrogen. Anwar (2014) menyatakan bahwa nitrogen merupakan salah satu hara makro yang berperan penting dalam pertumbuhan daun, batang dan akar pada tanaman.

Namun, apabila pemberian nitrogen melebihi dosis akan menghambat pertumbuhan bunga dan pembentukan biji. Pertumbuhan cenderung lambat setelah 9 MST. Hal ini dikarenakan tanaman telah memasuki fase R5 (pengisian biji), sehingga sebagian besar nutrisi yang diserap tanaman akan dialihkan ke bagian polong.

Perbedaan pemberian pupuk nitrogen tidak memberikan pengaruh yang nyata. Aplikasi nitrogen yang berbeda (melalui tanah dan semprot) pada kedelai menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Penambahan dosis pupuk nitrogen yang tinggi biasanya bersifat kurang efektif terhadap tanaman kedelai. Hal ini dikarenakan penambahan nitrogen melalui pupuk cenderung menurunkan tingkat fiksasi nitrogen melalui bintil akar, namun tidak disertai peningkatan hasil (Hellal dan Abdelhamid, 2013).

Umur Tanaman pada berbagai Fase Pertumbuhan

Umur berbunga berbeda nyata diantara genotipe yang diuji, dengan kisaran 29-43 HST (Tabel 4). Menurut Kustera (2013) hal ini karena perbedaan genetik yang dimiliki setiap tanaman sehingga umur berbunganya juga berbeda.

Menurut Suprpto (1996), umur berbunga pada kedelai sangat dipengaruhi oleh lama penyinaran dan suhu. Rentang waktu dari umur berbunga hingga panen tiap genotipe sangat beragam dan nilainya berada di antara 51-71 hari. Perbedaan pada tiap umur tanaman ini kemungkinan disebabkan karena respon perkembangan masing-masing genotipe terhadap panjang hari dan atau temperatur (Saryoko, 2017). Umur berbunga Manshoo M. dan SJ4 pada penelitian ini jauh lebih singkat dibandingkan dengan hasil yang didapat Saryoko (2017), yang menunjukkan umur berbunga diatas 36 HST.

Pemberian pupuk nitrogen, baik secara alur maupun semprot berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian nitrogen pada parameter umur berbunga. Umur panen genotipe Anjasmoro tidak berbeda nyata dengan Manshoo M namun berbeda nyata dengan dua genotipe lainnya. Umur panen kedelai di Indonesia dikelompokkan menjadi genjah (<80 hari), sedang (80-85 hari), dalam (85-90 hari), dan sangat dalam (>90 hari) (Adie dan Krisnawati, 2013). Genotipe Anjasmoro dan Manshoo M memiliki umur panen dalam, sedangkan Tanggamus dan SJ4 memiliki umur panen sangat dalam.

Tabel 3. Nilai tengah tinggi tanaman dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				
	3 MST	5 MST	7 MST	9 MST	11 MST
Genotipe					
Tanggamus	12.85b	30.47b	56.63a	64.35a	64.64a
Anjasmoro	18.15a	38.60a	56.49a	59.93a	59.98ab
Manshoo M.	9.64c	24.66a	43.37b	49.00b	50.12c
SJ4	18.31a	30.60a	49.30ab	51.11b	53.58bc
Pemupukan N					
Tanpa N	14.68	32.14	50.28	54.88	55.46
Alur	14.96	33.10	52.39	57.26	59.78
Semprot	14.57	32.51	51.67	56.15	57.01

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

Tabel 4. Nilai tengah umur tanaman pada berbagai fase dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	----- HST -----			
	R1	R3	R5	R8
Genotipe				
Tanggamus	43.89a	54.33a	62.78a	94.22a
Anjasmoro	36.22b	44.78b	53.00b	88.22b
Manshoo M.	29.56c	43.11b	52.44b	90.00b
SJ4	35.00d	44.56b	54.67c	105.33c
Pemupukan N				
Tanpa N	36.83a	46.75	55.92	94.67
Alur	35.75b	46.33	55.67	94.42
Semprot	35.92b	47.00	55.58	94.08

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

Indeks Luas Daun dan Nilai Kehijauan Daun

Nilai tengah indeks luas daun dan nilai kehijauan daun ditunjukkan oleh Tabel 5. Terjadi kenaikan nilai ILD pada semua genotipe di setiap fase pertumbuhan, namun tidak berbeda nyata satu sama lain pada setiap fase pertumbuhan. Faktor yang mempengaruhi peningkatan indeks luas daun yaitu penambahan umur tanaman, jumlah daun dan ukuran (Latiifah, 2018).

Luas areal daun tiap genotipe kedelai akan mempengaruhi hasil pertumbuhan kedelai, terutama pada awal fase pertumbuhan vegetatif. Fatichin *et al.* (2013) menyatakan bahwa kultivar dengan nilai luas daun yang tinggi akan memiliki hasil pertumbuhan vegetatif terbaik pada awal fase pertumbuhan. Hal ini juga berkaitan erat dengan cadangan energi pada biji yang akan memacu pertumbuhan jumlah dan ukuran daun pada awal pertumbuhan.

Genotipe SJ4 memiliki nilai kehijauan yang paling tinggi dibandingkan genotipe lainnya. Menurut Sundari dan Susanto (2015) tingkat kehijauan daun ditentukan oleh indeks klorofil. Semakin tinggi indeks klorofil maka warna daun akan semakin hijau. Tingginya nilai kehijauan daun menandakan tingginya aktivitas fotosintesis, sehingga lebih banyak fotosintat yang dialihkan

selama proses pengisian biji. Tanggamus memiliki nilai terendah karena saat dilakukan pengukuran, banyak yang terserang penyakit karat daun.

Jumlah Cabang dan Buku Produktif

Nilai tengah cabang produktif pada masing-masing genotipe berkisar antara 2-4 cabang (Tabel 6). Tanggamus memiliki jumlah cabang produktif tertinggi, sebesar 4.06, meskipun nilainya tidak berbeda nyata dengan genotipe lainnya. Jumlah buku produktif Tanggamus juga memiliki nilai paling tinggi dibandingkan genotipe lainnya, yakni 14.34. Jumlah ini tidak berbeda nyata dengan Manshoo M yang memiliki buku produktif sebanyak 13.70. Jumlah terendah dimiliki SJ4 sebanyak 9.40 buku produktif, dan tidak berbeda nyata dengan Anjasmoro yang memiliki buku produktif sebanyak 9.92.

Jumlah cabang produktif yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 2.90-4.06. jumlah ini lebih banyak daripada penelitian Samosir *et al.* (2015) pada varietas Grobogan yang rata-rata hanya menghasilkan 1.7 cabang produktif. Hal ini menunjukkan perbedaan varietas yang digunakan akan menentukan hasil karakter tanaman yang didapatkan.

Tabel 5. Nilai tengah indeks luas daun dan kehijauan daun dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Indeks luas daun			Nilai kehijauan daun (R5)
	R1	R3	R5	
Genotipe				
Tanggamus	0.785a	1.035a	1.619a	43.11c
Anjasmoro	0.792a	1.102a	1.722a	44.54bc
Manshoo M.	0.781a	1.077a	1.674a	45.53b
SJ4	0.583a	1.010a	1.560a	48.69a
Pemupukan N				
Tanpa N	0.798	1.042	1.626	45.97
Alur	0.760	1.097	1.713	44.78
Semprot	0.648	1.031	1.593	45.66

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

Tabel 6. Nilai tengah jumlah cabang dan buku produktif dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Cabang produktif	Buku produktif
Genotipe		
Tanggamus	4.06	14.34a
Anjasmoro	2.96	9.92b
Manshoo M.	3.20	13.70a
SJ4	2.90	9.40b
Pemupukan N		
Tanpa N	3.14	12.71
Alur	3.32	11.39
Semprot	3.38	11.43

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

Bobot Kering dan Laju Pertumbuhan tanaman

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai tengah bobot kering brangkas pada fase R1, R3, R5, dan R8. Nilai yang dihasilkan pada semua genotipe di tiap fase pertumbuhan tidak berbeda nyata. Nilai brangkas pada tiap fase pertumbuhan semua genotipe menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Terjadi peningkatan bobot brangkas yang cukup besar dari fase R1 menuju R3. Menurut Fabbre dan Planchon (2000), kenaikan ini terjadi karena besarnya N yang di fiksasi pada akhir fase berbunga. Serapan N yang tinggi akan mendorong pertumbuhan tanaman lebih cepat. Hal ini juga didukung dengan data laju pertumbuhan tanaman dari fase R1-R3 memiliki nilai paling tinggi pada semua genotipe dibandingkan fase R3-R5 maupun R5-R8.

Pertambahan bobot brangkas dari fase R5 hingga R8 memiliki nilai yang sangat kecil. Hal ini dikarenakan pada saat fase R3, tanaman kedelai telah membentuk polong, sehingga sebagian besar fotosintat akan difokuskan ke pengisian polong. Terjadi perpindahan sejumlah massa nitrogen dari seluruh organ vegetatif menuju biji sejak fase R5

hingga fase R7 (Zhao *et al.*, 2014), sehingga pertambahan bobot kering tanaman menjadi lambat, bahkan pada beberapa genotipe, nilai tengah bobot keringnya mengalami penurunan. Genotipe Anjasmoro dan SJ4 bahkan memiliki nilai laju pertumbuhan tanaman yang negatif sejak R3-R5, yang mengindikasikan lebih banyak biomassa yang dipindahkan saat proses pengisian biji berlangsung daripada yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman.

Komponen Hasil Kedelai

Jumlah Polong, Bobot 100 Butir, dan Persentase Kondisi Biji

Tabel 8 menunjukkan nilai tengah jumlah polong, bobot 100 butir, dan persentase kondisi biji setiap perlakuan. Nilai tengah jumlah polong genotipe Tanggamus merupakan yang tertinggi, yakni 64.41 polong dan berbeda nyata dengan Anjasmoro dan SJ4. Jumlah ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan Hasna (2018) sebanyak 78.3 polong, begitu pun dengan genotipe Manshuu Mashokutou.

Tabel 7. Nilai tengah bobot kering dan laju pertumbuhan tanaman dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Bobot kering (g per tanaman)				Laju pertumbuhan tanaman (g m ⁻² per hari)		
	R1	R3	R5	R8	R1-R3	R3-R5	R5-R8
Genotipe							
Tanggamus	5.131	10.697	11.781	12.866	11.439	2.984	0.730
Anjasmoro	5.129	10.130	11.302	12.474	12.724	2.875	0.706
Manshuu M.	5.074	13.915	13.026	12.137	14.984	-1.682	-0.499
SJ4	5.516	12.682	12.576	12.471	15.753	-0.572	-0.039
Pemupukan N							
Tanpa N	5.316	12.208	12.479	12.750	14.960	0.619	0.205
Alur	5.387	12.909	12.561	12.213	14.462	-0.301	-0.086
Semprot	4.936	10.450	11.474	12.497	11.573	2.384	0.555

Tabel 8. Nilai tengah jumlah polong, bobot 100 butir, dan persentase kondisi biji dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Jumlah polong	Bobot 100 butir (g)	Persentase kondisi biji (%)		
			Normal	Keriput	Rusak
Genotipe					
Tanggamus	64.41a	11.84c	96.38a	2.84b	0.78
Anjasmoro	41.90c	19.81a	94.06ab	4.08b	0.76
Manshuu M.	58.52ab	15.60b	92.10ab	7.52ab	0.38
SJ4	43.08bc	18.50a	89.82b	9.13a	1.05
Pemupukan N					
Tanpa N	54.20	16.65	92.89	6.21	0.90
Alur	50.99	16.56	93.36	5.95	0.69
Semprot	50.74	16.10	93.01	6.36	0.63

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNP pada taraf 5%

Polong yang dihasilkan genotipe Anjasmoro juga lebih rendah (41.90 polong) jika dibandingkan dengan percobaan Sari (2018). Suprpto (2002) menyatakan jumlah polong yang terbentuk bervariasi sesuai dengan varietas, kesuburan tanah, dan teknik budidaya yang digunakan. Mengacu pada Adie dan Krisnawati (2016), jumlah polong berpengaruh nyata terhadap hasil biji kedelai.

Hasil pengamatan pada Tabel 8 menunjukkan genotipe Anjasmoro memiliki nilai yang tertinggi dibandingkan dengan genotipe lain sebesar 19.81 g, meskipun tidak berbeda nyata. Bobot 100 butir Anjasmoro pada percobaan ini (19.81 g) lebih tinggi daripada percobaan Sari (2018) sebesar 18.04 g. Hasil yang didapat pada genotipe Tanggamus, Manshoo Mashokutou, dan SJ4 memiliki nilai bobot 100 butir yang lebih besar dibandingkan dengan percobaan Hasna (2018). Hal ini menunjukkan kondisi lingkungan tumbuh optimal terhadap ketiga genotipe tersebut. Tulus (2011) menyatakan ukuran biji maksimum ditentukan oleh faktor genetis, sedangkan ukuran biji sesungguhnya yang diproduksi ditentukan oleh kondisi biji selama pengisian. Dwiputra *et al.* (2015) menyatakan bahwa jumlah cabang, jumlah biji, dan bobot 100 biji merupakan variabel komponen hasil dan memiliki hubungan langsung dengan hasil tanaman kedelai.

Biji kedelai dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yakni normal, keriput (*shriveled*), dan rusak (*damaged*) seperti pada Tabel 8. Persentase biji normal tertinggi adalah genotipe Tanggamus, mencapai 96.38% dan berbeda nyata dengan genotipe SJ4. Genotipe Anjasmoro dan Manshoo Mashokutou memiliki persentase biji normal yang tidak berbeda nyata, sedangkan SJ4 memiliki persentase biji normal terendah, yakni sebesar 89.82%. Hal sebaliknya justru berlaku terjadi pada persentase biji keriput dan rusak, dimana genotipe SJ4 memiliki nilai tertinggi daripada genotipe lain. Persentase biji keriput pada genotipe SJ4 adalah 9.13% dan berbeda nyata dengan genotipe lainnya.

Banyaknya persentase biji normal dipengaruhi oleh serapan N pada fase pengisian biji (R5). Translokasi N ke biji saat proses pengisian biji berlangsung sangat cepat sedangkan fiksasi N pada saat yang sama sudah mulai menurun aktivitasnya (Gutiérrez-boem *et al.*, 2004). Hal ini yang dapat mengakibatkan persentase biji normal berkurang dan persentase biji keriput meningkat. Selain itu, masa pengisian biji juga dapat menyebabkan percepatan penuaan atau senesen daun, sebagai akibat dari ditransfernya sebagian besar N dari daun dan organ vegetatif lainnya ke dalam polong untuk pembentukan biji. Kelebihan unsur N yang diserap tanaman kedelai, selain untuk

pertumbuhan, akan disimpan pada organ vegetatif (Hortensteiner dan Feller, 2002). Sementara itu, saat fase R5 tanaman kedelai mencukupi kebutuhan nitrogen untuk pengisian polong melalui fiksasi dan N tersedia di tanah, serta mengambil simpanan N pada organ vegetatif. Tidak adanya suplai nitrogen tambahan saat fase R5 ini yang kemungkinan menyebabkan hasil persentase biji normal setiap perlakuan tidak berbeda signifikan.

Jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot ubinan, potensi hasil, dan indeks panen

Tabel 9 menunjukkan nilai tengah semua genotipe untuk jumlah biji per tanaman, bobot biji pertanaman, bobot ubinan, potensi hasil, dan indeks panen. Tanggamus memiliki jumlah biji per tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan genotipe lainnya, sebanyak 135.87, dan diikuti oleh genotipe Manshoo Mashokutou (122.08), Anjasmoro (91.67), dan SJ4 (74.08). Menurut Wahda *et al.* (1996) jumlah biji per tanaman yang lebih dari 100 butir tergolong kedelai dengan potensi produksi tinggi. Bobot biji per tanaman semua genotipe tidak berbeda nyata satu sama lainnya. Menurut Sukmawati (2013), bobot biji merupakan indikator penting pada kedelai, karena biji merupakan wujud hasil panen dalam usaha budidaya kedelai.

Bobot biji per tanaman setiap genotipe menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, dengan nilai tengah tertinggi dimiliki oleh Tanggamus (15.83 g). Nilai tengah terendah dimiliki oleh genotipe SJ4 sebesar 13.38 g. Selama periode pengisian biji (fase R5), kedelai akan mengalami senesen atau penuaan. Hal ini dikarenakan sejumlah besar nitrogen (sekitar 48%) yang ada pada biji kedelai berasal dari organ vegetatif yang ada, seperti daun (28%), batang (11%), dinding polong (6%), dan petiol (3%) (Zhao *et al.*, 2014).

Hasil studi Zhao *et al.* (2014) juga menunjukkan hasil biji sangat sensitif terhadap pemberian nitrogen pada kedelai, bahkan pada aplikasi setelah fase R5 melalui *foliar spray*. Hal ini menunjukkan peluang peningkatan potensi hasil biji kedelai dengan aplikasi nitrogen yang cukup saat fase generatif. Suplai nitrogen yang cukup saat fase pengisian biji juga akan membantu menekan persentase biji keriput (*shriveled seed*).

Bobot ubinan dan potensi hasil tiap genotipe memiliki nilai yang tidak berbeda nyata. Anjasmoro memiliki bobot ubinan dan potensi hasil yang tertinggi dibandingkan genotipe lainnya, yakni sebesar 329.6 g m⁻² dan 3.286 ton ha⁻¹. Genotipe lainnya memiliki nilai yang relatif

tidak berbeda jauh satu sama lain. Potensi hasil varietas Anjasmoro juga memiliki nilai paling tinggi dibandingkan genotipe lainnya, yakni sebesar 3.286 ton ha⁻¹. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan genotipe lainnya, layaknya hasil ubinan.

Indeks panen genotipe Manshuu Mashokoutou adalah yang tertinggi, sebesar 55.14%, meskipun tidak berbeda nyata dengan

genotipe lain. Anjasmoro memiliki indeks panen sebesar 52.56%, namun tidak berbeda nyata dengan Tanggamus yang memiliki indeks panen sebesar 49.51%. SJ4 memiliki indeks panen terendah sebesar 47.78%. Indeks panen yang tinggi menunjukkan asimilasi fotosintat yang tinggi saat pengisian biji, dan menghasilkan biji dengan jumlah dan bobot yang tinggi pula.

Tabel 9. Nilai tengah jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot ubinan, potensi hasil, dan indeks panen dengan perlakuan perbedaan pemupukan N dan genotipe

Perlakuan	Jumlah biji per tanaman	Bobot biji per tanaman	Bobot ubinan (g m ⁻²)	Potensi hasil (ton ha ⁻¹)	Indeks panen (%)
Genotipe					
Tanggamus	135.87a	15.83	289.50	2.895	49.51
Anjasmoro	91.67ab	15.39	328.60	3.286	52.56
Manshuu M.	122.08ab	15.24	291.46	2.915	55.14
SJ4	74.08c	13.38	277.90	2.809	47.78
Pemupukan N					
Tanpa N	114.99	16.18	305.35	3.053	50.65
Alur	103.27	13.18	306.54	3.065	51.95
Semprot	99.52	14.88	278.70	2.810	51.15

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

KESIMPULAN

Genotipe kedelai yang digunakan menunjukkan perbedaan nilai tengah peubah tinggi tanaman, indeks luas daun, umur tanaman, nilai kehijauan daun, dan jumlah buku produktif. Genotipe juga menunjukkan respon yang berbeda terhadap komponen hasil meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 butir biji, serta persentase kondisi biji normal dan keriput. Perbedaan pemupukan nitrogen hanya berpengaruh terhadap umur berbunga tanaman. Tanggamus memiliki respon paling baik jika dibandingkan dengan genotipe lainnya berdasarkan parameter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, indeks luas daun, jumlah cabang dan buku produktif, persentase biji normal, jumlah polong, serta jumlah dan bobot biji per tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

[BMKG] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan geofisika. 2019. Staklimbogor.jabar.bmkg.go.id. [diakses pada 20 Oktobr 2019].
 [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian. 2019. Basis data statistik pertanian: subsektor kedelai. <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp/id/indikator> (diakses pada 8 November 2019).

Abimanyu, B. 2016. Pengaruh pupuk daun dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai pada budidaya jenuh air di lahan pasang surut [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
 Adie, M.M., A. Krisnawati. 2013. Hubungan antar komponen morfologi dengan karakter hasil biji kedelai. *Bul. Palawija*. 14(2):49-54.
 Anwar, K. 2014. Ameliorasi dan pemupukan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan gambut. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi*. Banjarbaru, 6-7 Agustus 2014.
 Bachtiar, M. Ghulamahdi, M. Melati, D. Guntoro, A. Sutandi. 2016. Kebutuhan nitrogen tanaman kedelai pada tanah mineral dan mineral bergambut dengan budi daya jenuh air. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 35(3):217-228.
 Davenport, S., P. Le Lay, J.P. Sanchez-tamburrino. 2015. Nitrate metabolism in tobacco leaves overexpressing Arabidopsis nitrite reductase. *Plant Phys. and Biochem.* 97(1):96-107.
 Dwiputra, A.H., D. Indradewa, E.T. Susila. 2015. Hubungan komponen hasil dan hasil tiga belas kultivar kedelai (*Glycine max* (L.) Merril). *Vegetalika*. 4(3):14-28.

- Fatichin, F., S. Zheng, S. Arima. 2013. Varietal difference in early vegetative growth during seedling stage in soybean. *Plant Prod. Sci.* 16(1):77-83.
- Guitereez-Boem FH, Scheiner JD, Korsakov HR, Lavado RS. 2004. Late season nitrogen fertilization of soybeans: effect on leaf senescence, yield and environment. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 68(1):109-115.
- Hasna, N. 2018. Respon pertumbuhan dan produksi enam genotipe kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap pemberian pupuk kalium [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hellal, F.A., M.T. Abdulhamid. 2013. Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max* L.) production. *Acta biol. Colomb.* 18(2):239-250.
- Hortensteiner, S., Feller, U. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *J. Exp. Bot.* 53:927-937.
- Kustera, A. 2013. Keragaman genotipe dan fenotipe galur-galur padi hibrida di Desa Kahuman, Polanharjo, Klaten [skripsi]. Solo (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Las, I., Sukarman, K. Subagyono, D.A. Suriadikarta, M. Noor, A. Jumberi. 2007. Grand design lahan rawa. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kalimantan Tengah.
- Latiifah, Z.I. 2018. Respon pertumbuhan dan produksi lima genotipe kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap pemberian bahan organik [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Manshuri, A. G. 2010. Pemupukan N, P, dan K pada kedelai sesuai kebutuhan tanaman dan daya dukung lahan. *J. Penel. Pert. Tan. Pangan.* 29(3):171-179.
- Purwaningsih O, Indradewa D, Kabirun S, Shiddiq D. 2012. Tanggapan tanaman kedelai terhadap inokulasi rhizobium. *J. Agrotop.* 2(1):25-32.
- Rabani, I., H. Purnamawati, E. Santosa. 2022. Pemberian Pupuk NPK dan Perbedaan Varietas terhadap Produksi Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* subsp *unguiculata* (L.) Walp). *Bul. Agrohorti.* 10(3):369-377.
- Samosir, R.K., R.R. Lahay, R.I.M. Damanik. 2015. Respons pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap pemberian kompos sampah kota dan pupuk P. *Agroekologi.* 4(1):1838-1848.
- Sari, R. 2018. Pengaruh frekuensi pemberian pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill [skripsi]. Jambi (ID): Universitas Jambi.
- Saryoko, A., K. Homma, I. Lubis, T. Shiraiwa. 2017. Plant development and yield components under a tropical environment in soybean cultivars with temperate and tropical origins. *Plant Prod. Sci.* 20(4):375-383.
- Sopacua, R.A.B. 2014. Pengaruh inokulasi bakteri *Rhizobium japonicum* terhadap pertumbuhan kacang kedelai (*Glycine max* L.). *Biopendix.* 1(1):48-53.
- Sukmawati. 2013. Respon tanaman kedelai terhadap pemberian pupuk organik, inokulasi FMA dan varietas kedelai di tanah pasiran [skripsi]. Mataram (ID): Universitas Nahdlatul Wathan.
- Sundari, T., G.W.A. Susanto. 2015. Pertumbuhan dan hasil biji genotipe kedelai di berbagai inntensitas naungan. *Penel. Pert. Tan. Pangan.* 34(3):203-217.
- Suprpto. 1996. *Bertanam Kedelai.* 14th ed. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Suprpto. 2002. *Bertanam Kedelai.* Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutoro, N. Dewi, M. Setyowati. 2008. Hubungan sifat morfologis tanaman dengan hasil kedelai. *Penel. Pert. Tan. Pangan.* 27(3):185-190.
- Tulus, S. 2011. Uji daya hasil beberapa varitas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) berdaya hasil tinggi pada lahan kering di Manggoapi Manokwari [skripsi]. Manokwari (ID): Universitas Negeri Papua Manokwari.
- Wahda, R., A. Baihaki, R. Setianihardja, G. Suryatman. 1996. Variabilitas dan heritabilitas laju akumulasi bahan kering pada biji kedelai. *Zuriat.* 7(2):92-97.
- Zhao, X., S. Zheng, F. Fatichin, A. Suzuki, S. Arima. 2014. Varietal differences in nitrogen redistribution from leaves and its contribution to seed yield in soybean. *Plant Prod. Sci.* 17(1):103-108.
- Zhao, X., S. Zheng, F. Fatichin. 2014. Influence of nitrogen enrichment during reproductive growth stage on leaf nitrogen accumulation and seed yield in soybean. *Plant Prod. Sci.* 17(3): 209-217.