

ANALISIS PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) PADA TINGKAT PEMANGKASAN PUCUK DAN DOSIS PUPUK KIMIA BERBEDA

Christina Sindy Permatasari¹, Achmad Fatchul Aziez^{2*}, dan Wiyono²

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

²⁾ Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

e-mail : achmad.aziez@yahoo.com

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk membuat kebutuhan pangan di Indonesia juga mengalami peningkatan, terutama kedelai yaitu bahan pangan yang banyak dikonsumsi dalam bentuk olahan. Meningkatnya permintaan pasar akan kedelai tidak diimbangi dengan peningkatan produksi kedelai didalam negeri, akibatnya pemerintah mengimpor kedelai dari luar negeri. Pada tahun 2020, jumlah impor kedelai mencapai 2,4 juta ton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemangkasan pucuk dan pemberian pupuk kimia terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman kedelai. Penelitian ini dilakukan di rumah plastik di Desa Demangan Kecamatan Sambu Kabupaten Boyolali pada bulan Februari sampai Mei 2022. Desain lapangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama, pemangkasan pucuk : tanpa pangkas pucuk, pemangkasan pucuk fase vegetatif V2, pangkas pucuk fase vegetatif V5, pemangkasan pucuk fase generatif R1. Faktor kedua, takaran pupuk kimia dengan 50%, 75%, dan 100%. Analisis data dengan sidik ragam 5% dan 1%. Apabila perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% .Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemangkasan pucuk berpengaruh nyata terhadap Indeks Luas Daun (ILD), dan Umur Luas Daun (ULD). Sedangkan perlakuan pemangkasan pucuk pada fase generatif awal menunjukkan hasil tertinggi pada parameter ILD (2,23) dan ULD (4009 cm²/minggu). Dosis NPK 75% menunjukkan hasil tertinggi pada ILD (2,08), ULD (3747 cm²/minggu), Laju Asimilasi Bersih (LAB) (254 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu), dan Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT) (100 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu). Interaksi dosis pemangkasan pucuk dan pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap LAB. Interaksi perlakuan reduksi pucuk V2 fase vegetatif awal dan dosis pupuk NPK 50% menunjukkan hasil tertinggi pada LAB (136 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu).

Kata kunci: Analisis pertumbuhan, kedelai, pemangkasan pucuk, pupuk kimia

ABSTRACT

The increase in population has increased the demand for food in Indonesia, especially soybeans, which are widely consumed in processed form. The increasing market demand for soybeans is not matched by an increase in domestic production, as a result the government imports soybeans from abroad. In 2020, the amount of soybean imports reached 2.4 million tons. This study aims to analyze the effect of pruning shoots and applying chemical fertilizers to increase the growth of soybean plants. This research was conducted in a plastic house in Demangan Village, Sambu District, Boyolali Regency from February to May 2022. The field design used was Complete Randomized Block Design consisting of 2 factors with 3 replications. First factor, shoot pruning : without top pruning, shoot pruning in V2 vegetative phase, shoot pruning in V5 vegetative phase, shoot pruning in R1 generative phase. The second factor, the rate of application of chemical fertilizers with 50%, 75%, and 100%. The results of this study indicated that the shoot pruning treatment had a significant effect on Leaf Area Index (LAI), and Leaf Area Duration (LAD). While the treatment of shoot pruning in the early generative phase showed the highest results in the parameters LAI (2.23) and LAD (4009 cm²/week). Doses of NPK 75% showed the highest results in LAI (2.08), LAD (3747 cm²/week), Net Assimilation Rate (NAR) (254 x 10⁻⁴ g/cm²/week), and Crop Growth rate (CGR) (100 x 10⁻⁴ g/cm²/week). The interaction of shoot pruning and NPK fertilizer doses had a significant effect on the NAR. Interaction of early vegetative phase V2 shoot reduction treatment and 50% NPK fertilizer dose showed the highest results in the NAR (136 x 10⁻⁴ g/cm²/week).

Keywords : Growth analysis, chemical fertilizer, shoot pruning, Soybean.

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2018 jumlah penduduk Indonesia adalah 264.161,6 juta jiwa dan mengalami peningkatan pada 2019 yaitu 266.911,9 jiwa. Mengalami peningkatan kembali pada tahun 2020 yaitu 269.603,4 juta jiwa dan pada tahun 2021 yaitu 272.248,5 juta jiwa. Peningkatan jumlah penduduk ini membuat kebutuhan pangan di Indonesia juga mengalami peningkatan (Badan Pusat Statistik, 2022).

Salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi dalam bentuk olahan adalah kedelai. Kedelai dapat diolah menjadi berbagai olahan seperti tempe, tahu, kecap, susu, dan produk olahan lainnya. Kedelai juga digunakan sebagai bahan baku industri, bahkan limbahnya juga dapat digunakan sebagai pakan ternak. Tingginya kandungan protein nabati pada kedelai membuat bahan pangan ini menjadi pengganti bahan pangan yang mengandung protein hewani. Selain mudah dijumpai, harga olahan kedelai juga lebih terjangkau sehingga permintaan kedelai di pasar mengalami peningkatan (Faozi *et al.*, 2020).

Meningkatnya permintaan pasar akan kedelai sebagai bahan baku olahan pangan tidak diimbangi dengan peningkatan produksi kedelai. Rendahnya produksi kedelai di dalam negeri membuat pemerintah mengimpor kedelai dari luar negeri. Pada tahun 2020, jumlah impor kedelai mencapai 2,4 juta ton dan mengalami peningkatan pada tahun 2021 karena diikuti dengan meningkatnya permintaan pasar (Badan Pusat Statistik, 2021).

Peningkatan produksi kedelai dalam negeri sebenarnya dapat dilakukan dengan berbagai upaya, yaitu intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi, dan rehabilitasi. Intensifikasi dapat dilakukan dengan perbaikan sistem budidaya tanaman kedelai, sedangkan ekstensifikasi dilakukan dengan meningkatkan luas lahan yang dapat digunakan untuk budidaya kedelai. Diversifikasi dapat dilakukan dengan memperbanyak olahan yang berbahan dasar kedelai, sedangkan rehabilitasi dapat dilakukan dengan membuat pupuk dan pestisida sendiri (Yardha dan Adri, 2014).

Salah satu upaya intensifikasi dalam peningkatan produksi kedelai adalah dengan melakukan pemangkasan pucuk. Pemangkasan pucuk bertujuan untuk meningkatkan intensitas cahaya yang masuk melalui sela-sela tanaman untuk merangsang peningkatan cabang-cabang produktif sehingga bunga dan polong dapat berkembang secara maksimal. Polong yang

semakin banyak akan menghasilkan biji yang banyak pula (Sumiyana dan Iman, 2018).

Selain pemangkasan pucuk, pemupukan secara tepat juga merupakan perwujudan dari upaya intensifikasi dalam peningkatan produksi kedelai. Pemupukan merupakan penambahan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sesuai dengan dosis yang dianjurkan. Agar efektif penggunaan pupuk harus memenuhi 5 tepat, yaitu tepat dosis, tepat waktu, tepat macam, tepat cara pengaplikasian, dan tepat harga. Pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk organik maupun pupuk anorganik (pupuk kimia) (Permanasari *et al.*, 2014).

Pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan anorganik atau bahan kimia. Penggunaan pupuk kimia saat ini lebih diminati oleh petani karena dampaknya yang signifikan bagi hasil tanaman. Salah satu pupuk kimia yang banyak digunakan adalah pupuk urea, pemberian 100 kg/ha pada tanaman kedelai dapat meningkatkan tinggi tanaman, kadar klorofil, jumlah bintil akar, dan berat kering biji (Risnawati, 2010).

Pemangkasan pucuk dan pemupukan dengan pupuk kimia pada tanaman kedelai sangat bermanfaat bagi peningkatan pertumbuhan dan hasil sehingga perlu adanya penelitian mengenai hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemangkasan pucuk dan pupuk kimiawi terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik di Desa Demangan, Kecamatan Sambi, Kabupaten Boyolali dengan ketinggian tempat 130 m dpl dengan jenis tanah Alfisol pada pH 6,5 dan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tunas Pembangunan Surakarta pada bulan Februari – Mei 2022.

Metode Penelitian

Penanaman dilakukan dengan polybag berisi tanah alfisol. Benih yang digunakan varietas Grobogan. Rancangan percobaan Rancangan Acak Kelompok Lengkap faktorial (RAKL) dua faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama, pemangkasan pucuk: P0: tanpa pemangkasan pucuk, P1 : pemangkasan pucuk pada fase vegetatif V2 (pembentukan buku kedua atau 2-3 MST), P2 : pemangkasan pucuk pada fase vegetatif V5 (pembentukan buku kelima atau 4-5 MST), P3 : pemangkasan pucuk pada fase generatif R1 (mulai berbunga atau 5-6 MST). Faktor kedua, tingkat pemberian pupuk kimia (K) yang terdiri

dari 3 taraf: K1 = tingkat pemberian pupuk kimia 50% (87,5 kg/ha urea, 50 kg/ha SP-36, dan 100 kg/ha KCl)

K2: tingkat pemberian pupuk kimia 75% (131,25 kg/ha urea, 75 kg/ha SP-36, dan 150 kg/ha KCl). K3: tingkat pemberian pupuk kimia 100% (175 kg/ha urea, 100 kg/ha SP-36, dan 200 kg/ha KCl)

Pelaksanaan Penelitian

Media tanam tanah alfisol yang dicampur pupuk organik dengan perbandingan 4 : 1, dimasukkan ke dalam polybag 35 cm x 35 cm.

$$ILD = \frac{(La1 + La2)}{2} \times \frac{1}{Ga}$$

Umur Luas Daun (ULD)

Umur Luas Daun (ULD) adalah besar dan lamanya suatu daun bertahan dalam suatu periode budidaya (Gardner *et al.*

$$ULD = \frac{(La1 + La2)}{2} \times (T2 - T1)$$

Keterangan:

Laju Asimilasi Bersih (LAB)

Laju Asimilasi Bersih (LAB) adalah produksi bahan kering dalam setiap hasil

$$LAB = \frac{(\ln La2 - \ln La1)}{(La2 - La1)} \times \frac{(W2 - W1)}{(T2 - T1)}$$

Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT)

Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT) adalah produksi bahan kering oleh

$$LPT = \frac{1}{Ga} \times \frac{(W2 - W1)}{(T2 - T1)}$$

Analisis Data

Analisis data dengan sidik ragam 5% dan 1%. Apabila perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% .

Benih direndam selama 24 jam, setiap lubang tanam diisi 3 benih kedelai. Penyiraman 2 hari sekali. Penjarangan umur 7 hari. Penyiangan satu minggu sekali. Pemupukan 10 hari setelah tanam dan pemanenan umur 92 hari

Parameter Penelitian

Indeks Luas Daun

Indeks Luas Daun (ILD) merupakan perbandingan luas daun total dengan luas tanah yang dinaungi daun (Fadillah *et al.*, 2020).

Keterangan:

ILD = Indeks Luas Daun

La = Luas Daun Total (cm²)

Ga = Luas Tanah yang Ternaungi (cm²)

al., 1991). Lamanya luas daun biasanya menentukan hasil panen semakin tinggi nilai ULD maka semakin tinggi pula bobot kering total.

ULD = Umur Luas Daun (cm². minggu⁻¹)

La = Luas Daun Total (cm²)

T = Waktu Pengamatan (minggu)

asimilasi pada satuan luas daun dalam waktu tertentu (Hafifah, 2016).

Keterangan:

LAB = Laju Asimilasi Bersih (g. cm⁻². minggu⁻¹)

La = Luas Daun Total (cm²)

W = Berat Kering Tanaman (g)

T = Waktu Pengamatan (minggu)

tanaman tiap satuan luas lahan dalam tiap satuan waktu (Hunt, 1978).

Keterangan:

LPT = Laju Pertumbuhan Tanaman (g. cm⁻². minggu⁻¹)

Ga = Luas Tanah yang Ternaungi (cm²)

W = Berat Kering Tanaman (g)

T = Waktu Pengamatan (minggu)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Luas Daun (ILD)

Indeks Luas Daun (ILD) merupakan perbandingan antara total luas daun dan total luas tanah yang ternaungi. Indeks Luas Daun digunakan untuk mengetahui intersepsi

cahaya yang diterima oleh tanaman, yaitu selisih antara cahaya yang sampai ke atas

tajuk dengan cahaya yang diteruskan sampai ke bawah tajuk tanaman.

Tabel 1. Sidik ragam ILD tanaman kedelai akibat Pemangkasan Pucuk dan Dosis Pupuk NPK

Parameter Pengamatan	Interval Waktu	Sumber Keragaman		
		P	K	P x K
Indeks Luas Daun	4-6 MST	**	ns	ns
	6-8 MST	**	**	ns
	8-10 MST	ns	*	ns
	10-12 MST	ns	*	ns

Keterangan : P = Pemangkasan Pucuk, K = Dosis Pupuk NPK, P x K (Interaksi Pemangkasan Pucuk dan dosis Pupuk NPK)
 **) : Berbeda Sangat Nyata
 *) : Berbeda Nyata
 ns) : Berbeda Tidak Nyata

Berdasarkan sidik ragam (Tabel 1) pemangkasan pucuk pada tanaman kedelai berpengaruh yang sangat nyata terhadap ILD 4-6 MST dan 6-8 MST, namun tidak nyata pada 8-10 MST maupun 10-12 MST. Pupuk NPK menunjukkan pengaruh nyata pada ILD 6-12 MST, namun 4-6 MST tidak nyata. Interaksi perlakuan pemangkasan pucuk dan pupuk NPK tidak berpengaruh yang nyata terhadap ILD.

Pemangkasan pucuk memberikan pengaruh pada ILD karena pemangkasan menyebabkan tumbuhnya cabang-cabang baru. Hal tersebut sesuai Sucahyo dan Budi (2018) pemangkasan dapat mendorong

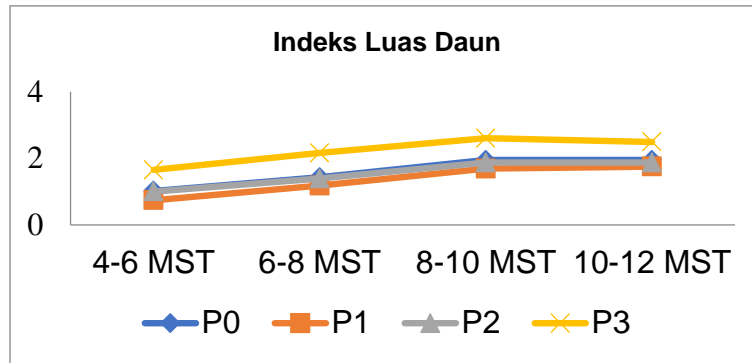
pertumbuhan cabang-cabang baru yang berpotensi sebagai tempat tumbuhnya daun.

Pemberian pupuk NPK secara langsung berpengaruh dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mengandung unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman. Menurut Susanti dan Devi (2018), penambahan unsur hara N pada saat fase pertumbuhan dapat mempengaruhi besarnya luas daun. Penambahan unsur P pada pertumbuhan tanaman berfungsi menunjang pembentukan bunga dan buah, sedangkan ion K berfungsi secara fisiologis dalam asimilasi zat arang dan menjaga daun tetap hijau segar (Makiyah *et al.*, 2015).

Tabel 2. Indeks Luas Daun pada Perlakuan Pemangkasan Pucuk

Perlakuan	Indeks Luas Daun					Rata-rata
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST	Jumlah	
P0	1,02 b	1,43 b	1,95	1,95	6,34	1,59
P1	0,74 a	1,18 a	1,69	1,75	5,36	1,34
P2	1,00 b	1,39 b	1,87	1,87	6,12	1,53
P3	1,65 c	2,16 c	2,60	2,49	8,91	2,23

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 1. Indeks Luas Daun pada Perlakuan Pemangkasan Pucuk

ILD ketiga perlakuan pemangkasan pucuk meningkat pada interval waktu 4-10 MST, namun pada 10-12 MST tidak mengalami peningkatan, bahkan cenderung terjadi penurunan (Grafik 1). Peningkatan ILD pada 4-10 MST menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan waktu pemangkasan pucuk tetapi tanaman kedelai tetap mengalami pertumbuhan dan perkembangan dengan membentuk cabang dan daun sampai minggu ke 10 dan setelah minggu ke 10 tanaman kedelai tidak membentuk cabang dan daun baru yang mengakibatkan ILD tidak meningkat. Meningkatnya ILD sampai minggu ke 10 menunjukkan bahwa umur 10 minggu tanaman kedelai telah berada di akhir fase vegetatif. Fase vegetatif tanaman kedelai akan berakhir apabila telah terbentuk satu bunga pada batang utama (Adie dan Krisnawati, 2016).

Indeks Luas Daun pada pemangkasan pucuk fase generatif awal R1 (P3) berbeda dengan fase vegetatif awal V2 (P1), sedangkan pemangkasan pucuk fase vegetatif V5 (P2) tidak berbeda dengan kontrol (P0) (Tabel 2).

Perlakuan pemangkasan pada fase generatif awal R1 (P3) ternyata dapat meningkatkan ILD dan bahkan mencapai yang tertinggi. Hal tersebut terjadi karena jumlah daun yang disisakan pada saat pemangkasan menjadi lebih banyak, ditambah lagi tanaman

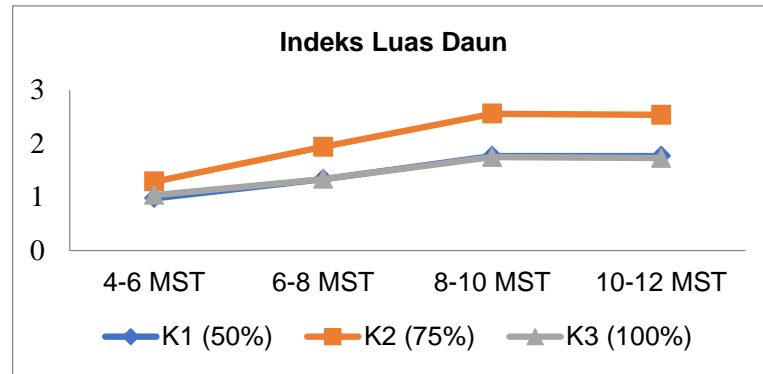
akan menambah jumlah cabang dan daunnya. Daun yang disisakan pada saat pemangkasan sejalan dengan jumlah daun per tanaman, semakin banyak daun yang disisakan maka semakin banyak pula jumlah daun per tanaman yang berdampak pada meningkatnya luas daun (Srining *et al.*, 2019). Hal inilah yang menyebabkan pemangkasan pada fase generatif awal R1 (P3) dapat meningkatkan ILD secara nyata.

Perlakuan pemangkasan pada fase vegetatif awal V2 (P1) menunjukkan ILD terendah bahkan berada di bawah perlakuan kontrol (P0). Pada fase vegetatif awal (fase V2) tanaman mengalami pertumbuhan yang sangat aktif. Apabila dilakukan pemangkasan pada fase vegetatif awal V2 (P1), tinggi tanaman akan berkurang sehingga tanaman akan melakukan pertumbuhan ke arah lain yaitu dengan memperbanyak cabang dan daun. Walaupun jumlah daun yang tersisa setelah pemangkasan lebih sedikit, jumlah daun akan meningkat lebih cepat tetapi dengan ukuran daun yang lebih sempit dan tekstur daun lebih tebal karena terlalu banyak menerima sinar matahari (Hamdani *et al.*, 2021). Luas daun yang sempit berdampak pada rendahnya nilai ILD. Hal inilah yang menyebabkan Indeks Luas Daun pada tanaman kedelai yang dipangkas pada fase vegetatif awal V2 (P1) lebih rendah dari perlakuan kontrol (P0).

Tabel 3. Indeks Luas Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk NPK

Perlakuan	Indeks Luas Daun				Jumlah	Rata-rata
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST		
Pupuk kimia 50%	0,98	1,34 a	1,77 a	1,77 a	5,87	1,47
Pupuk kimia 75%	1,29	1,94 b	2,56 b	2,54 b	8,33	2,08
Pupuk kimia 100%	1,04	1,34 a	1,75 a	1,73 a	5,86	1,46

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 2. Indeks Luas Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk NPK

Grafik 2 menunjukkan bahwa ILD akibat perlakuan dosis pupuk NPK 50%, 75%, dan 100% mengalami peningkatan pada interval waktu pengamatan 4-10 MST, namun pada 10-12 MST nilai ILD tidak mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman kedelai telah berada di akhir fase vegetatif pada umur 10 minggu yang selanjutnya akan memasuki fase generatif sehingga pembentukan cabang dan daun baru akan berhenti meskipun diberikan pupuk. Semakin tua umur tanaman, semakin banyak pula daun yang berguguran sehingga pemupukan sudah tidak lagi berpengaruh (Taufiq dan Sundari, 2012).

Perlakuan dosis pupuk NPK sebanyak 75% (K2) meningkatkan ILD yang menunjukkan bahwa tanaman kedelai dapat menyerap unsur hara secara optimal apabila dilakukan pemupukan NPK dengan dosis 75% (K2). Hal tersebut dapat terjadi karena tanah yang digunakan merupakan tanah Alfisol yang tergolong subur. Tanah Alfisol merupakan salah satu ordo tanah yang produktif untuk pertanian yang dicirikan dengan pH 4,5-6,5 dan merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan secara intensif (Prihatiningsih,

2008). Selain itu, pada media tanam juga ditambahkan pupuk kandang dengan perbandingan 4:1 sehingga penambahan dosis pupuk NPK menjadi 100% tidak menambah unsur hara yang dapat diserap tanaman. Penambahan unsur hara yang berlebih justru akan mengurangi tingkat efisiensi penyerapan unsur hara (Triyono *et al.*, 2013). Menurut Fahmi *et al.* (2014), pemberian unsur hara yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan tanaman akan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tersebut.

Umur Luas Daun

Umur Luas Daun (ULD) adalah kemampuan daun untuk dapat bertahan pada luasan tertentu dalam periode budidaya ($cm^2/minggu$). Daun merupakan bagian dari tanaman yang melakukan fotosintesis sehingga sangat penting mengetahui ULD. Luas daun mencerminkan luas area yang melakukan fotosintesis, sedangkan lamanya daun bertahan pada luasan tertentu mencerminkan besarnya intersepsi cahaya oleh tanaman.

Tabel 4. Sidik ragam Umur Luas Daun pada Pemangkas Pucuk dan Dosis Pupuk NPK

Interval Waktu	Sumber Keragaman		
	P	K	P x K
4-6 MST	**	ns	ns
6-8 MST	**	ns	ns
8-10 MST	ns	*	ns
10-12 MST	ns	*	ns

Keterangan : P = Pemangkas Pucuk, K = Dosis Pupuk NPK, P x K (Interaksi Pemangkas Pucuk dan dosis Pupuk NPK)

**): Berbeda Sangat Nyata

*) : Berbeda Nyata

ns) : Berbeda Tidak Nyata

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pemangkas pucuk pada tanaman

kedelai (*Glycine max* L., Merrill) berpengaruh sangat nyata terhadap ULD pada 4-8 MST,

namun pada 8-12 MST menunjukkan pengaruh yang tidak nyata.

Perlakuan dosis pupuk NPK menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap ULD 8-12 MST, namun pada pada 4-8 MST menunjukkan pengaruh tidak nyata. Interaksi pemangkasan pucuk dan dosis pupuk NPK berpengaruh tidak nyata terhadap ULD.

Pucuk batang memproduksi hormon auksin yang dapat meningkatkan pemanjangan tunas apikal. Apabila dilakukan pemangkasan pucuk tanaman maka hormon auksin akan berkurang dan memicu aktifnya hormon sitokinin yang meningkatkan pertumbuhan tunas lateral. Tunas lateral akan tumbuh menjadi cabang-cabang batang baru yang berpotensi sebagai tempat melekatnya daun sehingga terjadi peningkatan luas daun pada tanaman kedelai. Ukuran daun berpengaruh terhadap kemampuan daun dalam menyerap cahaya matahari, makin lebar luas daun maka semakin banyak pula fotosintat yang dihasilkan (Cindy, 2018).

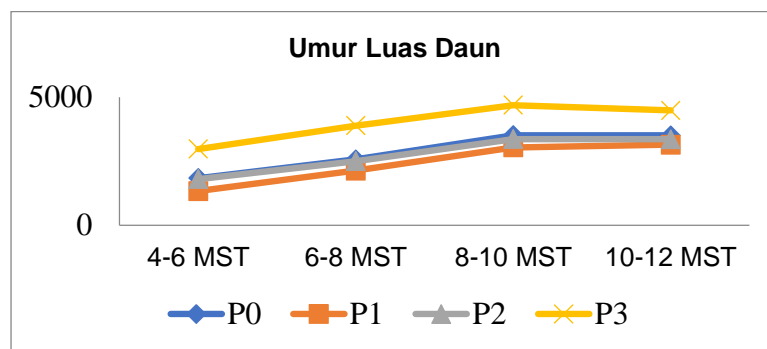
Semakin lama suatu daun bertahan dalam luas maksimum maka semakin optimal pula fotosintat yang dihasilkan.

Perluasan daun terjadi pada fase vegetatif yang berhubungan dengan 3 proses penting, yaitu pembelahan sel, pemanjangan sel, dan tahap awal diferensiasi sel. Proses-proses tersebut membutuhkan karbohidrat yang nantinya akan bersenyawa dengan nitrogen membentuk protoplasma pada titik-titik tumbuh yang akan mempengaruhi luas daun pada tanaman. Ketersediaan karbohidrat ini dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Salah satu cara pemenuhan kebutuhan unsur hara adalah dengan melakukan pemupukan (Abubakar *et al.*, 2013). Pemberian pupuk NPK secara langsung berpengaruh dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mengandung unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman.

Tabel 5. Umur Luas Daun pada Perlakuan Pemangkasan Pucuk

Perlakuan	Umur Luas Daun (cm ² /minggu)					Rata-rata
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST	Jumlah	
P0	1835 a	2568 b	3512	3505	11420	2855
P1	1332 a	2132 a	3035	3143	9644	2411
P2	1798 a	2499 b	3362	3357	11018	2754
P3	2976 b	3891 c	4687	4483	16039	4009

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 3. Umur Luas Daun Akibat Perlakuan Pemangkasan Pucuk

Berdasarkan Grafik 3 ULD pada pemangkasan pucuk mengalami peningkatan pada 4-10 MST, sedangkan pada 10-12 MST terjadi penurunan. Hal ini dapat terjadi karena pada 4-9 MST tanaman kedelai berada di fase pertumbuhan vegetatif yang dikaitkan dengan

tahap pembentukan daun, sedangkan pada 10-12 MST tanaman kedelai telah memasuki fase pertumbuhan generatif yang berkaitan dengan pembentukan bunga, perkembangan polong, dan pengisian biji (Widyawati, 2008). Pada saat ini daun kedelai akan mulai luruh

seiring dengan proses pematangan biji, sehingga nilai ULD menurun.

Umur Luas Daun (ULD) adalah kemampuan daun untuk dapat bertahan pada luasan tertentu dalam periode budidaya sehingga semakin lama daun dapat bertahan maka nilai ULD semakin tinggi pula. Perlakuan pemangkasan pada fase generatif awal R1 (P3) ternyata dapat meningkatkan ULD dan bahkan mencapai yang tertinggi pada 4-8 MST. Hal tersebut menunjukkan bahwa daun sisa pemangkasan lebih banyak dan dapat bertahan lebih lama untuk melakukan fotosintesis.

Umur Luas Daun (ULD) yang tinggi pada pemangkasan pucuk fase R1 (P3) menunjukkan penangkapan sinar matahari berlangsung lebih lama dan fotosintat yang dihasilkan lebih banyak karena memiliki daun

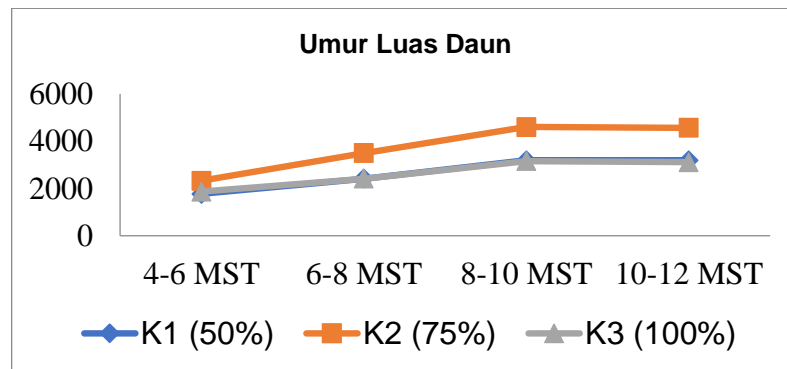
yang lebih luas dan mampu bertahan lebih lama sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung secara optimal. Sedangkan perlakuan pemangkasan pada fase vegetatif awal V2 (P1) menyebabkan ULD menurun dan lebih rendah dari perlakuan kontrol (P0) pada 4-8 MST. Pemangkasan pada fase vegetatif awal V2 (P1), membuat tanaman kedelai harus menumbuhkan daun-daun baru dalam beberapa waktu, sehingga pada 4-8 MST nilai ULD rendah bahkan berada di bawah perlakuan kontrol (P0).

Indeks Luas Daun (ILD) sejalan dengan ULD, sehingga penurunan ILD juga diikuti dengan menurunnya ULD. Hal ini sesuai dengan pendapat Aziez *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa adanya korelasi positif ($r=0,98$) antara ILD dengan ULD.

Tabel 6. Umur Luas Daun pada Dosis Pupuk NPK

Perlakuan	Umur Luas Daun (cm ² /minggu)					Rata-rata
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST	Jumlah	
Pupuk kimia 50%	1767	2414	3189 a	3191 a	10563	2640
Pupuk kimia 75%	2326	3493	4603 b	4565 b	14988	3747
Pupuk kimia 100%	1864	2410	3155 a	3109 a	10539	2634

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 4. Umur Luas Daun Akibat Perlakuan Dosis Pupuk NPK

Grafik 4 menunjukkan bahwa ULD akibat perlakuan dosis pupuk NPK pada 4-10 MST mengalami peningkatan, sedangkan pada 10-12 MST mengalami penurunan. Hal tersebut dapat terjadi karena tanaman kedelai pada 10-12 MST telah memasuki fase pertumbuhan generatif sehingga hasil fotosintesis ditranslokasikan untuk pematangan biji.

Perlakuan dosis pupuk NPK 75% (K2) menyebabkan peningkatan ULD pada 4-10 MST, namun peningkatan dosis menjadi 100% (K3) tidak diikuti dengan peningkatan nilai

ULD. Pemberian unsur hara makro yang melebihi kapasitas serapan tanaman ternyata mampu menghambat penyerapan unsur hara mikro sehingga dapat menimbulkan defisiensi. Unsur P yang terkandung dalam pupuk NPK yang memang dibutuhkan dalam jumlah banyak bagi tanaman, namun kelebihan fosfor dalam tanah memberikan dampak buruk karena kelebihan fosfor menghambat penyerapan unsur hara mikro seperti unsur besi (Fe), tembaga (Cu), dan seng (Zn) sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Selain P, kelebihan unsur K juga dapat menghambat

penyerapan unsur Ca dan Mg yang membuat daun menjadi lebih mudah gugur sehingga proses fotosintesis akan terhambat (Kusuma *et al.*, 2017).

Laju Asimilasi Bersih

Laju Asimilasi Bersih (LAB) merupakan kemampuan daun dalam menghasilkan bahan kering total per satuan luas daun dalam interval waktu tertentu ($g/cm^2/minggu$).

Tabel 7. Sidik Ragam Laju Asimilasi Bersih pada Pemangkasan Pucuk dan Dosis Pupuk NPK

Interval Waktu	Sumber Keragaman		
	P	K	P x K
4-6 MST	ns	*	ns
6-8 MST	ns	ns	ns
8-10 MST	ns	ns	*
10-12 MST	ns	ns	ns

Keterangan : P = Pemangkasan Pucuk, K = Dosis Pupuk NPK, P x K (Interaksi Pemangkasan Pucuk dan dosis Pupuk NPK)
 **) : Berbeda Sangat Nyata
 *) : Berbeda Nyata
 ns) : Berbeda Tidak Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa perlakuan pemangkasan pucuk menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap LAB (Laju Asimilasi Bersih). Sedangkan perlakuan dosis pupuk NPK menunjukkan pengaruh nyata terhadap LAB pada 4-6 MST, namun pada umur 6-12 MST berpengaruh tidak nyata terhadap LAB. Interaksi perlakuan pemangkasan pucuk dan dosis pupuk NPK memberikan pengaruh yang nyata terhadap LAB pada 8-10 MST, namun tidak berpengaruh nyata pada 4-8 MST dan 10-12 MST.

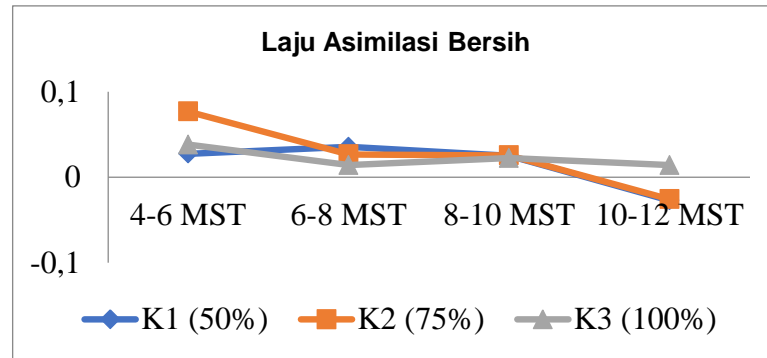
Pemberian pupuk NPK secara langsung berpengaruh dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mengandung unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman. Menurut Napitupulu dan Winarto (2010), nitrogen merupakan senyawa struktural yang terdiri dari sejumlah senyawa

organik, yaitu asam amino, enzim, purin dan pirimidin yang sangat dibutuhkan dalam pembelahan dan pembesaran sel sehingga sangat optimum dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Agustina (2022), Fosfor dapat mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa dan meningkatkan produksi biji bijian. kalium berperan dalam proses sintesis karbohidrat dan protein, serta dalam proses fotosintesis sehingga kekurangan kalium dapat mengurangi penyaluran karbohidrat dan menghambat proses fotosintesis yang berdampak pada rendahnya hasil tanaman. Hal ini yang membuat pemberian pupuk NPK pada tanaman kedelai memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman kedelai tersebut (Ridwan dan Hanifa, 2022)

Tabel 8. Laju Asimilasi Bersih pada Dosis Pupuk NPK

Perlakuan	Laju Asimilasi Bersih ($\times 10^{-4}$) ($g/cm^2/minggu$)					
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST	Jumlah	Rata-rata
Pupuk kimia 50%	274 a	355	249	-273	630	158
Pupuk kimia 75%	769 b	267	254	-258	1016	254
Pupuk kimia 100%	381 a	141	223	141	484	121

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 5. Laju Asimilasi Bersih pada Dosis Pupuk NPK berbeda

Berdasarkan Grafik 5 dapat dilihat bahwa nilai LAB tertinggi adalah pada 4-6 MST pada perlakuan dosis pupuk NPK 75% (K2), sedangkan nilai Laju Asimilasi Bersih terendah adalah pada perlakuan dosis pupuk NPK 100% (K3). Aktivitas fotosintesis dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang mampu diserap oleh tanaman (Baharuddin, 2016), sehingga penambahan unsur hara melalui proses pemupukan harus tepat. Pada tanah alfisol yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH 6,5 yang cukup baik untuk proses budidaya sehingga pemberian dosis pupuk NPK 100% kurang efisien. Kelebihan unsur hara makro dalam tanah akan menghambat penyerapan unsur hara mikro bagi tanaman (Diara, 2016).

Tanaman kedelai pada umur 4-6 MST dengan perlakuan dosis pupuk NPK sebanyak 75% (K2) menghasilkan nilai LAB paling tinggi diantara semua perlakuan dosis pupuk NPK, sedangkan peningkatan dosis pupuk NPK menjadi 100% (K3) tidak diikuti dengan

peningkatan LAB. Pada 6-12 MST, nilai LAB cenderung mengalami penurunan di semua perlakuan pemberian pupuk NPK. Ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang optimal bagi tanaman akan meningkatkan jumlah dan kinerja klorofil sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis untuk menghasilkan asimilat yang lebih banyak untuk mendukung berat kering tanaman (Simanullang *et al.*, 2017). Namun pemberian pupuk NPK dengan dosis tinggi dapat mengakibatkan penyerapan unsur hara kurang efisien, terlebih lagi tanah alfisol yang digunakan cukup subur yang dibuktikan dengan pH 6,5.

Laju Pertumbuhan Tanaman

Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT) merupakan kemampuan tanaman untuk menghasilkan biomassa per satuan waktu. Biomassa adalah berat kering mutlak bagian tanaman selain akar.

Tabel 9. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Tanaman pada Tanaman Kedelai dengan Perlakuan Pemangkas Pucuk dan Dosis Pupuk NPK

Interval Waktu	Sumber Keragaman		
	P	K	P x K
4-6 MST	ns	**	ns
6-8 MST	ns	ns	ns
8-10 MST	ns	ns	ns
10-12 MST	ns	ns	ns

Keterangan : P = Pemangkas Pucuk, K = Dosis Pupuk NPK, P x K (Interaksi Pemangkas Pucuk dan dosis Pupuk NPK)
 **) : Berbeda Sangat Nyata
 *) : Berbeda Nyata
 ns) : Berbeda Tidak Nyata

Berdasarkan Tabel 9 pemangkas pucuk pengaruhnya tidak nyata terhadap LPT. Dosis pupuk NPK nyata pada 4-6 MST, namun

pada 6-12 MST tidak demikian. Tidak ada interaksi pemangkas pucuk dengan dosis pupuk NPK pada LPT.

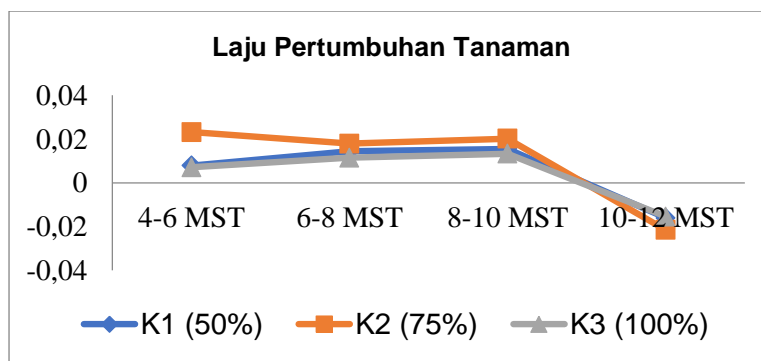
Pemberian pupuk NPK berpengaruh secara nyata terhadap peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai karena unsur hara yang tidak tersedia di dalam tanah akan terpenuhi melalui pemupukan. Nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Nitrogen yang diserap oleh tanaman berperan dalam pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat (Fahmi *et al.*, 2010), ditambah lagi dengan fosfor yang berperan penting dalam peningkatan efisiensi kerja kloroplas yang berfungsi menyerap energi matahari dalam proses fotosintesis (Milianda, 2020).

Unsur hara yang tersedia dapat digunakan sebagai bahan fotosintesis sehingga bobot total tanaman dapat meningkat dengan adanya peningkatan fotosintesis. Peningkatan bobot total menandakan bahwa tanaman mengalami pertumbuhan dan perkembangan ke arah yang baik. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Andreeilee (2015) yang menyatakan bahwa LPT yang baik akan menghasilkan produksi bahan kering yang tinggi. Peningkatan LPT menyebabkan terjadinya peningkatan bobot kering tanaman, sebab kemampuan tanaman dalam menghasilkan total bahan kering ditentukan oleh tingkat efisiensi tanaman dalam berfotosintesis.

Tabel 10. Uji Jarak Berganda Duncan Taraf 5% Laju Pertumbuhan Tanaman pada berbagai dosis Pupuk NPK

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Tanaman ($\times 10^{-4}$) (g/cm ² /minggu)					Jumlah	Rata-rata
	4-6 MST	6-8 MST	8-10 MST	10-12 MST			
Pupuk kimia 50%	79 a	144	155	-160	218	54	
Pupuk kimia 75%	232 b	179	202	-215	400	100	
Pupuk kimia 100%	71 a	115	133	-154	165	41	

Keterangan : perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT taraf 5%



Grafik 7. Laju Pertumbuhan Tanaman Akibat Perlakuan Dosis Pupuk NPK

Grafik 7 menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK 75% (K2) menyebabkan nilai LPT pada 4-8 MST mengalami penurunan dan 8-10 MST mengalami peningkatan kembali, namun tetap yang tertinggi. Pada 10-12 MST terjadi penurunan nilai LPT yang cukup signifikan karena tanaman kedelai telah memasuki tahap pematangan biji. Tanaman akan mengalami laju pertumbuhan awal yang lambat tetapi meningkat, namun akan mengalami penurunan apabila telah memasuki tahap pematangan biji (Humoen, 2017).

Perlakuan dosis pupuk NPK dengan dosis 75% (K2) menyebabkan LPT paling baik diantara semua perlakuan dosis pupuk, peningkatan dosis pupuk NPK menjadi 100% (K3) tidak diikuti dengan peningkatan LPT. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Harifah (2018) yang menyatakan bahwa pemberian unsur hara dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan cenderung menurun karena unsur hara yang tersedia telah melebihi kebutuhan tanaman. Oleh sebab itu, pemberian pupuk harus sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga unsur hara yang

terkandung di dalam pupuk dapat terserap oleh tanaman dengan baik.

KESIMPULAN

ILD dan ULD tertinggi dicapai pemangkasan pucuk pada fase generatif awal berturut-turut 2,23 dan 4009 cm²/minggu. IL, ULD, LAB, dan LPT tertinggi dicapai pada dosis pupuk NPK 75% berturut-turut 2,08; 3747 cm²/minggu; 254 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu ; 100 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu. LAB tertinggi pada interaksi pemangkasan pucuk fase vegetatif awal dan dosis pupuk NPK 50% sebesar 136 x 10⁻⁴ g/cm²/minggu

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar., T. Ariati dan J. Maryanto. (2013). Penggunaan Pupuk Hayati dan Batuan Fosfat Alam pada Budidaya Stroberi pada Tanah Andisol. *Agronomika*, 13 (1): 1411-8297.
- Agustina, Rika Maya. (2022). *Kajian Unsur Hara Makro dan Mikro pada Pertumbuhan Tanaman*. [Skripsi]. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Andreelee, B. F. (2015). *Pengaruh Interaksi Bahan Organik dan Berbagai Dosis Azola (Azolla pinnata) pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (Oryza sp.) Varietas Cihayang*. [Tesis]. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Aziez, A. F., Indradewa D., Cahyono O., dan Priyadi S. (2019). Effect Of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza on the Growth and the Characteristic Of Rice Varieties in Rainfed Lowland Rice Cultivation. *Journal of Agronomy* 18 (1): 27-32.
- Badan Pusat Statistik, (2021). *Impor Kedelai Menurut Negara Asal Utama, 2010-2020* (Online). <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2015/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama-2010-2019.html>, diakses pada 25 Januari 2022 pukul 12.03.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa) 1960-2021* (Online). <https://www.bps.go.id/indicator/12/1975/1/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun.html>, diakses pada 24 Januari 2022 pukul 22.11 WIB.
- Baharuddin, R. (2016). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap Pengurangan Dosis NPK 16: 16: 16 dengan Pemberian Pupuk Organik. *Dinamika Pertanian*, XXXII, 115-124.
- Cindy. 2018. *Pengaruh Interaksi Jarak Tanam dan Pemangkasan pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Semangka (Citrullus vulgaris var. Classic)*. [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Diara, I Wayan. (2016). *Kandungan Unsur Hara Makro Tanah pada Berbagai Komoditas Tanaman Pangan dan Hortikultura di Provinsi Bali*. [Skripsi]. Denpasar: Universitas Udayana.
- Fahmi, A., Syamsudin, Utami, S. N. H., dan Radjagukguk, B. (2010). The Effect of Interaction of Nitrogen and Phosphorus Nutrients on Maize (*Zea mays* L.) Grown In Regosol and Latosol Soils. *Berita Biologi*, 10(3): 297–304.
- Faozi, K., Iqbal, A., dan Supartoto. (2020). Peningkatan Produktivitas Melalui Pengaturan Pertumbuhan Cabang Tanaman Kedelai. *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan*, X: 85–92.
- Hafifah. (2016). Karakteristik Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Brokoli (*Brassica oleraceae* L. var. Italica Plenck) yang Diberikan Green Manure *Tithonia Diversifolia*. *Jurnal Agrium*, 13 (1): 1-23.
- Hamdani, D., Purnomo, S. S., Laksono, R. A., dan Soedomo, P. (2021). Uji Efektivitas Waktu Pemangkasan Topping Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* (L) Fruhw). *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 46(2): 150.
- Humoen, M.I. (2017). Pengaruh Bagian Stek dan Lama Perendaman Ekstrak Daun Kelor Terhadap Pertumbuhan Bibit Sirih Daun (*Piper betle* L.). *Jurnal Pertanian Konversasi Lahan Kering* 2 (4) : 59 – 61.
- Kusuma, F. D., Indrawati, P., dan Prasetyo Wibowo, E. A. (2017). Pengaruh Pupuk Limbah Ampas Tebu (*Saccharum* sp) terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Phaseolus vulgaris*). *Prosiding Implementasi Penelitian Pada Pengabdian Menuju Masyarakat Mandiri Berkemajuan*, 177–181.
- Makiyah, M., Wisnu Sunarto, dan Agung Tri Prasetya. 2015. Analisis Kadar NPK Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman *Tithonia diversifolia*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1): 83–90.
- Milianda, Wiwik. (2020). *Analisis Pertumbuhan Padi (Oryza sativa L.) Varietas Situbagendit pada berbagai Dosis Nitrogen dan Fosfor pada Lahan Sawah Tadah Hujan*. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Tunas Pembangunan.
- Napitupulu, D. dan L. Winarto. (2010). Pengaruh Pemberian Pupuk N dan K

- terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah. *Jurnal Hort*, 20(1): 27–35.
- Permanasari, I., Irfan, M., dan Abizar. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Pemberian Rhizobium dan Pupuk Urea pada Media Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1): 29–34.
- Prihatiningsih, Nur Laila. (2008). *Pengaruh Kascing dan Pupuk Anorganik terhadap Serapan K dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt) pada Tanah Alfisol Jumantono*. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Risnawati. 2010. *Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Beberapa Formula Pupuk Hayati Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) di Tanah Masam Ultisol*. [Skripsi] Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Simanullang, A. Y., Artha, I. N., dan Suwastika, A. A. N. G. (2017). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Pemberian Pupuk Anorganik Majemuk terhadap Pertumbuhan Awal Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 6(2): 178–186.
- Srining, K., Raka, I. G. N., Astiningsih, A. A. M., dan Wijaya, I. K. A. (2019). Pengaruh Jumlah Daun yang Disisakan pada Pemangkasan Cabang Lateral terhadap Hasil Polong Muda Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(4): 410–420.
- Susanti, Dian dan Devi Safrina. (2018). Identifikasi Luas Daun Spesifik dan Indeks Luas Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.) di Karangpandan, Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 11(1): 11-17.
- Triyono, A., Purwanto, dan Budiyo. (2013). Efisiensi Penggunaan Pupuk N untuk Pengurangan Kehilangan Nitrat pada Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 1: 526–531.
- Widaywati, Wahyu. (2008). *Kajian Perkembangan Varietas Unggul dan Perbenihan Kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yardha dan Adri. (2014). Teknologi Budidaya dalam Upaya Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Pasang Surut. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Balai Pengkaji Teknologi Pertanian, Jambi.