

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS KEDELAI DENGAN DOSIS DAN FREKUENSI PEMUPUKAN FOSFAT PADA BUDIDAYA JENUH AIR DI LAHAN PASANG SURUT****Ahmad Rifqi Farizi<sup>1</sup>, Prof. Dr. Ir. Munif Ghulamahdi, M.S.<sup>2</sup>**

Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian,

Institut Pertanian Bogor 2023

[munif@apps.ipb.ac.id](mailto:munif@apps.ipb.ac.id), [Farizi.rifqi.fr@gmail.com](mailto:Farizi.rifqi.fr@gmail.com)**Abstract (English)**

Indonesia's soybean consumption is estimated to reach 2.87 million tons in 2020. Meanwhile, the national production is only 613,300 tons as the soybean area is decreasing due to commodity competition and agricultural land changes. Tidal land is an alternative to increase agricultural area using water-saturated cultivation techniques. The research aimed to study the dose and frequency of P fertilization on the growth and productivity of soybean plants with water-saturated cultivation on tidal land. The study used a factorial randomized complete block design with two factors and three replications. The first factor was the dose of P fertilizer consisting of: 36, 72, and 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (180, 360, and 540 kg Fertiphos ha<sup>-1</sup>). The second factor is the frequency of P fertilization consisting of; at planting 0 days after planting (DAP), 0 and 30 DAP, and 0, 30, and 60 DAP. The treatment of various doses of phosphate fertilization had a significant effect on increasing plant height, branch number, leaf number, leaf area, stem fresh weight, stem dry weight, leaf dry weight, number of filled pod number, number of empty pods, seed weight, and productivity. The treatment of various phosphate fertilization frequencies significantly increased plant height, number of branches, number of root nodules, number of filled pods, and number of empty pods. The fertilizer dose of 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> and phosphate fertilization frequency at 0, 30, and 60 DAP the best combination for increasing soybean production. The fertilizer dose of 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> resulted in the highest soybean seed yield as much as 2.60 tons ha<sup>-1</sup>.

**Article History**

Submitted: 27 Juni 2024

Accepted: 30 Juni 2024

Published: 7 Juli 2024

**Key Words**

Demas 1 Variety, phosphorus, swamplands

**Abstrak (Indonesia)**

Konsumsi kedelai di Indonesia tahun 2020 mencapai 2,87 juta ton, sedangkan produksi nasional hanya 613.300 ton karena luas lahan kedelai menurun akibat persaingan komoditas dan perubahan lahan pertanian. Lahan pasang surut menjadi alternatif peningkatan areal pertanian menggunakan teknik budidaya jenuh air. Penelitian bertujuan mempelajari dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap pertumbuhan dan produktivitas kedelai dengan budidaya jenuh air di lahan pasang surut. Penelitian menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk P terdiri atas: 36, 72, dan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (180, 360, dan 540 kg Fertiphos ha<sup>-1</sup>). Faktor kedua adalah frekuensi pemupukan P terdiri atas; pada saat tanam 0 hari setelah tanam (HST), 0 dan 30 HST, dan 0, 30, 60 HST. Perlakuan berbagai dosis pemupukan fosfat berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah daun, luas daun, bobot basah batang, bobot kering batang, bobot kering daun, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot biji ubinan, dan produktivitas. Perlakuan berbagai frekuensi pemupukan fosfat berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah bintil akar, jumlah polong isi, dan jumlah polong hampa. Dosis pupuk 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan frekuensi pemupukan fosfat dengan tiga kali pemupukan pada 0, 30, dan 60 HST menjadi kombinasi terbaik untuk peningkatan produksi kedelai. Dosis pupuk 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menghasilkan produksi kedelai tertinggi sebesar 2,60 ton ha<sup>-1</sup>.

**Sejarah Artikel**

Submitted: 27 Juni 2024

Accepted: 30 Juni 2024

Published: 7 Juli 2024

**Kata Kunci**

fosfor, lahan rawa, Varietas Demas 1

**Pendahuluan**

Kedelai menjadi bahan yang banyak digunakan di Indonesia untuk berbagai olahan kebutuhan, mulai dari tempe, tahu, susu kedelai dan lain sebagainya. Menurut Aldillah (2015)

konsumsi kedelai oleh masyarakat Indonesia dipastikan akan terus meningkat setiap tahunnya mengingat beberapa pertimbangan seperti bertambahnya populasi penduduk, meningkatnya pendapatan per kapita, dan kesadaran masyarakat akan gizi makanan. Konsumsi kedelai pada tahun 2020 sekitar 2,87 juta ton, sedangkan produksi kedelai nasional pada tahun 2020 hanya 613.300 ton menurut data Kementan (2020), dengan demikian ada kekurangan sebesar 2,2 juta ton yang perlu diusahakan untuk memenuhinya. Upaya-upaya peningkatan produksi yang dapat dilakukan dalam rangka pemenuhan kebutuhan kedelai dalam negeri yaitu pemberian dosis pupuk dan memperluas areal tanam.

Pengembangan produksi pada kedelai dapat dilakukan dengan penambahan luasan areal tanam pada lahan pasang surut. Indonesia mempunyai luas lahan pasang surut sekitar 20,1 juta ha, yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Papua, dan Sulawesi (Balitkabi 2016). Namun, luas lahan yang telah dikembangkan pemerintah masih tergolong rendah yaitu 0,835 juta ha (Ghulamahdi 2017). Lahan pasang surut berbeda dengan lahan irigasi atau lahan kering yang berada di wilayah lain di Indonesia. Perbedaan lahan pasang surut dengan lahan kering dapat dilihat dari kesuburan tanah, teknik pengelolaan, dan sumber air. Lahan ini tersedia sangat luas dan dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian. Hasil yang diperoleh sangat tergantung pada cara pengelolannya, akibatnya petani perlu memahami sifat dan kondisi tanah dan air di lahan pasang surut.

Lahan pasang surut adalah daerah rawa yang mendapatkan pengaruh langsung atau tidak langsung dari pasang surutnya air laut atau sungai di sekitarnya. Lahan pasang surut mempunyai banyak kendala untuk dimanfaatkan menjadi lahan pertanian mulai dari kandungan hara yang rendah dan beberapa lahan pasang surut juga mempunyai pH tanah 3.5 - 4.5. Pada tanah dengan pH masam pemupukan secara langsung tidak mengatasi masalah karena sebagian besar fosfat yang diberikan hanya akan diabsorpsi secara kuat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Santoso *et al.* 2015). Kendala lain pada lahan pasang surut adalah kandungan Fe dan Al yang tinggi. Kandungan Al yang tinggi membuat pupuk P yang diberikan tidak akan tersedia bagi tanaman karena akan dikelat Al (Tamad 2013). Namun, masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan teknik budidaya jenuh air. Budidaya jenuh air melibatkan irigasi terus-menerus yang menjaga tinggi permukaan air tanah tetap stabil, sehingga lapisan bawah permukaan tanah tetap dalam kondisi jenuh air. Kondisi jenuh air dapat mengurangi oksidasi Fe dan Al, sehingga mengurangi tingkat racun dan mengurangi tingkat keasaman tanah (Ghulamahdi *et al.* 2006). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ghulamahdi *et al.* (2009), menunjukkan bahwa produksi kedelai di lahan pasang surut dengan penerapan teknik budidaya jenuh air menunjukkan hasil yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya di lahan pasang surut tanpa menerapkan teknik budidaya jenuh air. menurut Sagala *et al.* (2011) kemasaman yang tinggi pada lahan pasang surut air laut menyebabkan kelarutan Fe, Al dan Mn menjadi tinggi, serta rendahnya ketersediaan P dan K berakibat pada turunnya produktivitas tanaman. Pengujian dosis dan frekuensi pemberian unsur hara P menjadi penting pada tanaman kedelai di lahan pasang surut dengan teknik budidaya jenuh air untuk memaksimalkan produktivitas tanaman. Pengujian dosis P digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemupukan yang tepat, sehingga tanaman dapat memanfaatkan nutrisi tersebut secara optimal. Kondisi air yang berfluktuasi memengaruhi pergerakan nutrisi dalam tanah, dan frekuensi yang tepat dalam pemberian P dapat membantu menjaga ketersediaan unsur hara yang konsisten bagi tanaman sepanjang siklus pertumbuhannya. Oleh sebab itu, dosis dan frekuensi pemupukan menjadi faktor penting yang harus diperhatikan pada lahan pasang surut agar pupuk yang diberikan tidak tercuci.

**Metode****Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Desa Karyabakti, Kecamatan Rantau Rasau, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Desa Karyabakti terletak pada ketinggian 0-26 m di atas permukaan laut (mdpl) dengan rata-rata curah hujan 2000-3000 mm tahun<sup>-1</sup>. Tipe lahan rawa pasang surut yang digunakan adalah tipe luapan B. Penelitian dilakukan pada Bulan April-Juli 2023.

**Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peralatan olah tanah, cangkul, meteran, knapsack, alat tulis, pH meter, kamera handphone, oven dan label. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Demas 1, Fertiphos (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Urea, KCl dan Dolomit. Pestisida yang digunakan yakni insektisida (bahan aktif karbofuran, fipronil 50 gl<sup>-1</sup>, dimehipo 500 gl<sup>-1</sup>), dan herbisida (bahan aktif glifosat 486 gl<sup>-1</sup>).

**Rancangan Percobaan**

Percobaan di lapangan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk P, yang terdiri atas: 36 (180 kg Fertiphos ha<sup>-1</sup>), 72 (360 kg Fertiphos ha<sup>-1</sup>), dan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (540 kg Fertiphos ha<sup>-1</sup>). Faktor kedua adalah frekuensi pemupukan P yang terdiri atas; pada saat tanam (0 HST), pada 0 HST dan 30 HST, dan pada 0 HST, 30 HST, 60 HST. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. Model linier yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

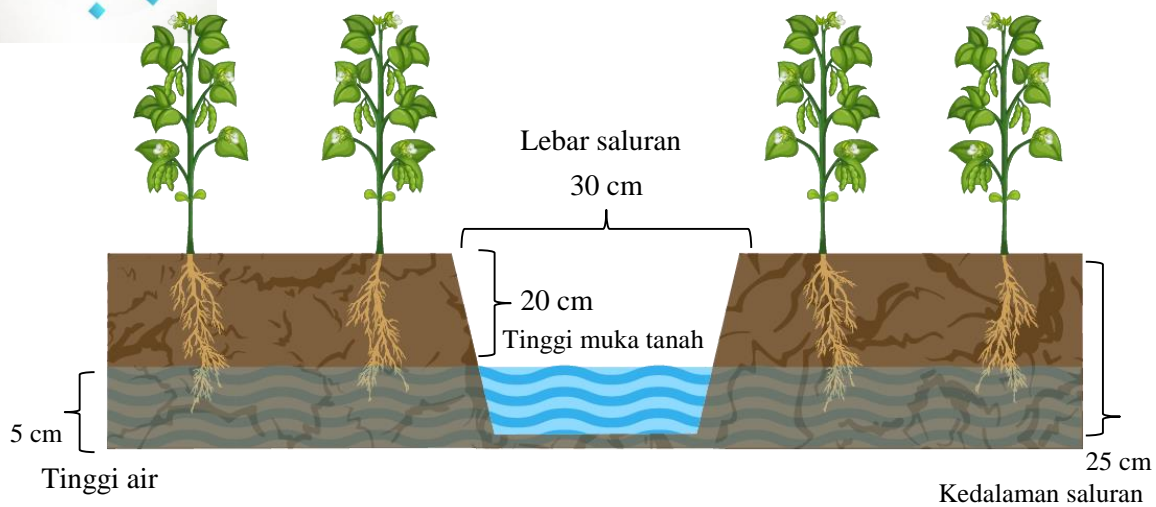
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- $Y_{ijk}$  = Nilai pengamatan perlakuan dosis pupuk P ke-i, frekuensi pemupukan P ke-j, dan ulangan ke-k;  
 $\mu$  = Nilai rata-rata umum;  
 $\alpha_i$  = Pengaruh dosis pupuk P ke-i;  
 $\beta_j$  = Pengaruh frekuensi pemupukan P ke-j;  
 $(\alpha\beta)_{ij}$  = Pengaruh interaksi antara dosis pupuk P ke-i dengan frekuensi pemupukan P ke-j;  
 $\rho_k$  = Pengaruh interaksi dosis pupuk P ke-i dengan ulangan ke-k;  
 $\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat dari dosis pupuk P ke-i, frekuensi pemupukan P ke-j, dan ulangan ke-k.

**Pelaksanaan Percobaan****Persiapan Lahan**

Persiapan lahan diawali dengan pengendalian gulma yaitu dengan mengaplikasikan herbisida sistemik berbahan aktif *glifosat* dengan dosis 1,5-3 l ha<sup>-1</sup>. Selanjutnya tanah diolah, pembuatan saluran air dan pembuatan petak percobaan dengan ukuran 2 m x 3 m setiap petak. Petak dibentuk baris berdasarkan masing-masing ulangan, dan baris dikelilingi saluran air selebar 30 cm dan kedalaman 25 cm. Muka air saluran air dipertahankan pada kedalaman 20 cm dari permukaan tanah. Sketsa saluran air seperti gambar berikut ini.



Gambar 1 Sketsa saluran air dengan sistem budidaya jenuh air

#### Teknik Budidaya Jenuh Air

Teknik budidaya jenuh air dilakukan dengan menjaga muka air pada saluran air agar selalu berada pada ketinggian  $\pm 5-10$  cm dari dasar saluran atau  $\pm 15-20$  cm dari permukaan tanah. Teknik tersebut dilakukan mulai dari sebelum tanam sampai panen. Setiap hari dilakukan pengecekan pintu air dan melakukan buka tutup agar air tetap terjaga.

#### Penanaman

Penanaman dilakukan sekitar satu minggu setelah pengolahan lahan. Benih dicampur terlebih dahulu dengan inokulum *Rhizobium sp.* sebelum penanaman dengan dosis  $5 \text{ g kg benih}^{-1}$ . Tanah kemudian ditugal dengan jarak tanam ganda  $35 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  dan satu lubang berisi satu benih kedelai. Pemberian amelioran berupa dolomit dan pupuk kandang dengan dosis masing-masing  $1 \text{ ton ha}^{-1}$  kemudian dicampur sebagai penutup lubang. Setelah itu, diberikan pupuk KCl ( $60\% \text{ K}_2\text{O}$ )  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan Fertiphos ( $20\% \text{ P}_2\text{O}_5$ ) sesuai perlakuan pada saat setelah benih ditanam dengan cara dialur pada tengah jarak tanam  $35 \text{ cm}$  diantara dua baris tanaman kedelai.

#### Pemupukan Fosfat

Pemupukan menggunakan teknik alur dengan dosis dan waktu frekuensi yang berbeda-beda. Aplikasi pupuk sesuai dosis perlakuan diberikan pada empat waktu frekuensi yang sesuai perlakuan. Pemupukan dilakukan dengan teknik dialur pada tengah jarak tanam  $35 \text{ cm}$  diantara dua baris tanaman kedelai.

#### Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi menjaga tinggi muka air, penyiangan gulma, pengendalian hama dan penyakit, penyulaman, dan pemupukan. Penyulaman dilakukan pada 1 Minggu Setelah Tanam (MST). Pengendalian hama dan penyakit dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk urea melalui daun dengan dosis  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  dan konsentrasi  $10 \text{ g l}^{-1}$  pada umur dua, tiga, empat dan lima MST juga pemberian pupuk Fertiphos sesuai perlakuan dengan cara dialur pada tengah jarak tanam  $35 \text{ cm}$  di antara dua baris tanaman kedelai.

### Panen dan Pascapanen

Panen kedelai dilakukan saat pemasakan sempurna, 95% polong-polong telah mencapai atau menunjukkan warna masak atau matang atau pada fase R8. Pemanenan dilakukan dengan cara memabat tajuk bersama dengan polongnya kemudian kedelai dikumpulkan dan dikelompokkan sesuai perlakuan dan dijemur hingga polong mulai pecah baru memisahkan biji dari polongnya.



Gambar 2 Pemanenan (a) dan penjemuran (b)

### Pengamatan Percobaan

Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman sampel kedelai yang dipilih secara acak pada setiap anak petak. Pengamatan dilakukan pada 2 MST sampai memasuki kegiatan pemanenan. Peubah yang diamati sebagai berikut:

1. Persen daya tumbuh, persentase jumlah tanaman yang tumbuh setiap petak dihitung pada 1 MST.
2. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang diamati setiap 2 minggu, mulai dari 2 MST hingga 10 MST. Tanaman contoh diambil sebanyak 10 tanaman dari setiap petak percobaan yang kondisinya mewakili dari kondisi dalam masing-masing petak percobaan. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh. Daun yang dihitung yaitu daun *trifoliolate*. Cabang yang dihitung, yaitu cabang yang menempel pada batang utama.
3. Umur berbunga 50% dari populasi tanaman berbunga.
4. Bobot kering, bintil akar, batang, dan daun dilakukan pengamatan pada saat sebelum fase R1 yaitu pada saat sebelum tanaman muncul bunga pertama pada 50% populasi per petak. Pengamatan dilakukan dengan cara mencabut secara acak dua tanaman pada tiap petak percobaan. Tanaman yang dicabut bukan merupakan tanaman pinggir dan bukan tanaman contoh, kemudian tanaman dikeringkan dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  sampai bobot konstan ( $\pm 72$  jam).
5. Analisis kadar hara P daun dari tanaman yang diambil pada nomor 4.
6. Luas daun tanaman diamati saat sebelum fase R1.
7. Jumlah polong isi dan hampa pertanaman contoh. Polong isi merupakan polong yang telah mengisi penuh, dihitung saat panen.
8. Bobot kering 100 butir biji tiap perlakuan.
9. Bobot biji ubinan saat dipanen dengan luas ubinan  $100\text{ cm} \times 200\text{ cm}$ . Pengamatan ini dilakukan untuk mendapatkan angka produktivitas kedelai Varietas Demas  $1\text{ ha}^{-1}$ . Konversi produktivitas luas ubinan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{1 \text{ ha}}{\text{Luas Ubinan (ha)}} \times \text{Bobot hasil ubinan (ton)}$$

### Analisis Tanah

Analisis kandungan hara tanah yang terdiri dari pH tanah, C-Organik, N total, P total, P tersedia, KTK tanah, Mg-dd, Ca-dd, K total, Al-dd, Na-dd, H-dd, Cu total, dan Zn- total. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil tanah di titik diagonal pada bidang tanah, setiap sampel tanah yang diambil dicampur di satu wadah untuk dilakukan analisis hara di laboratorium.

### Analisis Hara Daun

Analisis P daun dari tanaman setiap petak percobaan saat tanaman berumur 8 MST diambil masing-masing 30 g daun basah dan kemudian tiap ulangan dicampur pada satu wadah. Sampel daun dikeringkan kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60° selama tiga hari. Sampel kemudian dibuat serbuk dan dilakukan analisis di laboratorium.

### Analisis Data

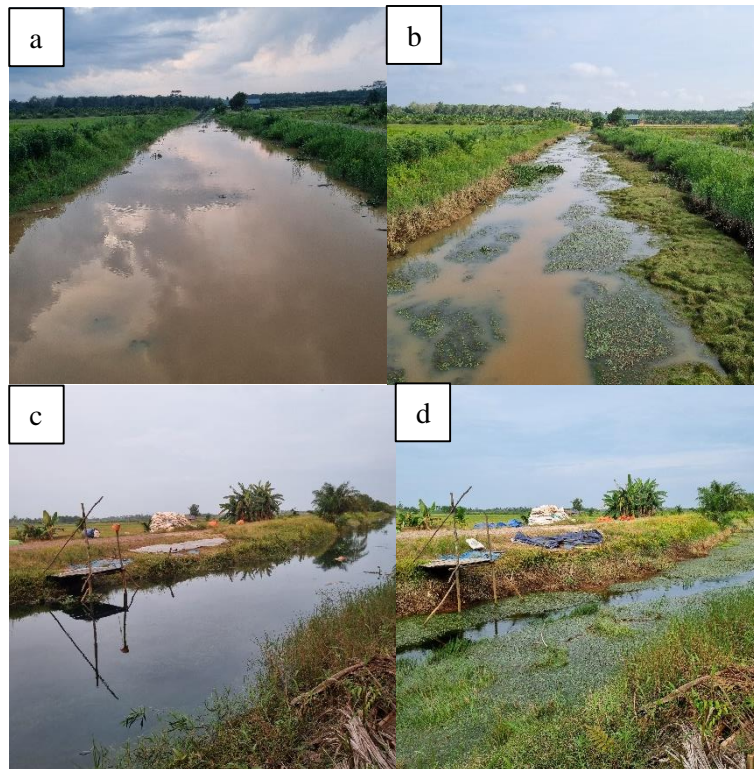
Analisis data menggunakan uji-F dengan taraf 5%. Jika hasil pengujian berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT untuk melihat perbedaan nilai tengah perlakuan. Proses analisis data menggunakan aplikasi SAS On-Demand for Academics, imageJ dan Microsoft® Office Excel 2019.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Umum Penelitian

Wilayah penelitian terletak di antara 0°53' LS hingga 1°41' LU, serta 103°23'-104°31' BT yang mencakup area seluas 5.445 km<sup>2</sup>. Secara topografi, wilayah ini terdiri dari dataran rendah yang meliputi rawa-rawa dengan ketinggian berkisar antara 0 hingga 100 meter di atas permukaan laut. Umumnya, daerah ini sebagian besar ditutupi oleh rawa dan gambut. Permukaan tanahnya sering kali terkena pasang surut air laut pertanian Podsolik Merah Kuning (PMK).

Penelitian ini menggunakan jenis lahan pasang yang termasuk dalam kategori pasang surut tipe B. Ciri khas dari lahan pasang surut tipe B yaitu lahan hanya terluapi saat terjadi pasang besar, tetapi tidak ada terluapi saat terjadi pasang kecil (Nazemi *et al.* 2012). Saat terjadi pasang, air dapat meluap dan menggenangi area yang menjadi lokasi percobaan. Kabupaten Tanjung Jabung Timur memiliki tinggi pasang surut bervariasi tergantung pada ketinggian air laut yang mempengaruhi level air di saluran sekunder, seperti parit. Menurut Sajidin (2017), di lokasi penelitian, kenaikan maksimal level air di saluran sekunder mencapai 2 m akibat pasang surut.



Gambar 3 Kondisi pasang (a) (c), kondisi surut (b) (d) pada saluran sekunder

Berdasarkan data iklim Tabel 3 kelembapan rata-rata mencapai 84,76% dengan suhu rata-rata selama penelitian 27,52 °C. Suhu rata-rata saat awal pertumbuhan kedelai pada bulan April yaitu 27,39 °C. Curah hujan bulanan dari April-Juli 2023 berkisar 150-320,4 mm, curah hujan tertinggi pada bulan Mei. Lama penyinaran matahari selama penelitian pada bulan April-Juli 2023 berkisar 4,86-5,34 jam dan mengalami penurunan pada bulan Mei yaitu 4,86 jam hal tersebut sejalan dengan curah hujan yang tinggi pada bulan Mei.

Tabel 1 Kondisi umum rata-rata suhu, kelembapan, curah hujan, dan lama penyinaran

Bulan	Temperatur rata-rata (°C)	Kelembaban rata-rata (%)	Curah Hujan (mm)	Lama Penyinaran Matahari (jam hari <sup>-1</sup> )
April	27,39	86,03	213,50	5,34
Mei	27,80	85,47	320,40	4,86
Juni	27,56	84,35	230,20	4,96
Juli	27,34	83,19	150,00	5,10

Gulma yang banyak ditemui di lahan penelitian untuk jenis gulma *Cyperus rotundus* (Gambar 5). Pengendalian gulma dilakukan secara manual yaitu mencabut gulma. Pengendalian selama penanaman dilakukan tiga kali, dua kali kimiawi saat umur 15 HST dan 35 HST, satu kali mekanis saat fase pematangan polong.



Gambar 4 Jenis gulma yg ditemukan dilahan *Cyperus rotundus*

Adapun serangan hama dan penyakit yang dijumpai di lahan penelitian yaitu cendawan (*Sclerotium rolfsii*) dan ulat grayak (*Spodoptera litura*) (Gambar 6). Serangan cendawan hanya terlihat saat pertumbuhan (fase vegetatif), yakni pada 2MST. Pengendalian penyakit dari cendawan dilakukan dengan cara kimiawi, dengan penyemprotan rutin tiga hari sekali menggunakan fungisida kontak berbahan aktif mankozeb 80%.



Gambar 5 Serangan hama dan penyakit pada kedelai (a) *Sclerotium rolfsii* (b) ulat grayak (*Spodoptera litura*)

Serangan ulat grayak mulai terlihat sejak awal pertumbuhan (fase vegetatif) hingga fase awal pengisian polong (fase generatif). Pengendalian hama untuk ulat grayak dilakukan secara dan kimiawi dengan cara penyemprotan rutin setiap minggu menggunakan insektisida dengan bahan aktif klorantranilproil  $50 \text{ g l}^{-1}$ .

Hasil analisis tanah (Lampiran 2) menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian bersifat masam dengan nilai pH 4.48. Menurut Ifansyah (2013) tanah yang masam menyebabkan rendahnya unsur P yang tersedia. Hal tersebut terlihat pada hasil analisis tanah, kandungan  $\text{P}_2\text{O}_5$  tersedia yaitu 7,49 ppm tergolong sangat rendah. Menurut Chaerunisa (2021) fiksasi hara P oleh  $\text{Al}^{3+}$  membentuk kompleks senyawa  $\text{AlPO}_4$ , sehingga jumlah P tersedia menurun.

Tabel 2 Hasil analisis sifat kimia tanah lahan penelitian

Parameter	Hasil	Satuan	Status*
pH H <sub>2</sub> O	4,30	-	Sangat masam
pH KCl	3,60	-	Sangat masam
C-Organik	7,69	%	Sangat tinggi
N-Total	0,41	%	Sedang

P-Tersedia	<0,08	ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sangat rendah
KTK	16,84	cmol/kg	Rendah
Mg-dd	0,45	cmol Mg/kg	Rendah
Ca-dd	1,68	cmol Ca/kg	Sangat rendah
K-dd	0,23	cmol K/kg	Rendah
Na-dd	0,31	cmol Na/kg	Rendah
Al-dd	0,20	cmol Al/kg	Sangat rendah
Fe	4,7	%	Sangat tinggi
H-dd	0,19	cmol H/kg	Sangat rendah
P-Potensial	40,16	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	Tinggi
K-Potensial	23,44	mg K <sub>2</sub> O/100g	Sedang
KB*	15,86	%	Rendah
Cu-Total*	24,88	ppm	Cukup
Zn-Total*	38,80	ppm	Cukup

Keterangan: \* = Status kandungan hara Balai Penelitian Tanah (2009)

### Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam

Analisis ragam merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk memahami dan mengevaluasi pengaruh berbagai perlakuan terhadap variabel yang sedang diamati dalam suatu penelitian. Koefisien Keragaman (KK) merupakan sebuah ukuran yang dapat memberikan gambaran tentang sejauh mana pelaksanaan penelitian dapat dianggap akurat. Semakin kecil nilai Koefisien Keragaman (KK) maka semakin tinggi tingkat ketelitian yang dapat dikaitkan dengan data yang diperoleh dari penelitian tersebut (Priyanto *et al.* 2018). Rekapitulasi hasil analisis ragam peubah vegetatif dan generatif dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pemupukan P memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 6, 8, dan 10 MST; jumlah cabang 6, 8, dan 10 MST; serta jumlah daun 6, 8, dan 10 MST. Dosis pemupukan P berdampak nyata pada luas daun tanaman kedelai. Pengamatan destruktif terhadap bobot basah (bobot basah akar, bobot basah batang, dan bobot basah daun) menunjukkan pengaruh yang nyata. Demikian pula, bobot kering akar, bobot kering batang, dan bobot kering daun menunjukkan pengaruh yang nyata. Sementara itu, frekuensi pemupukan P tidak memberikan pengaruh nyata terhadap karakter vegetatif yang diamati, kecuali pada peubah tinggi tanaman 10 MST, jumlah cabang 8 dan 10 MST, serta jumlah bintil akar. Interaksi kedua faktor dosis dan frekuensi pemupukan P tidak nyata terhadap semua peubah vegetatif. Nilai koefisien keragaman (KK) pada peubah vegetatif berkisar 0-29,29%.

Tabel 3 Rekapitulasi hasil analisis ragam peubah vegetatif tanaman kedelai Varietas Demas 1

Peubah pengamatan	Dosis pupuk P (P)	Frekuensi pemupukan P (F)	P*F	KK%
<b>Daya tumbuh</b>	tn	tn	tn	7,11
<b>Tinggi tanaman</b>				
2 MST	tn	tn	tn	2,89
4 MST	tn	tn	tn	5,16
6 MST	*	tn	tn	9,06
8 MST	*	tn	tn	8,08
10 MST	**	*	tn	7,14
<b>Jumlah cabang</b>				
4 MST	tn	tn	tn	26,78 <sup>t</sup>
6 MST	**	tn	tn	9,99
8 MST	**	*	tn	7,79
10 MST	**	*	tn	7,15
<b>Jumlah daun</b>				
2 MST	tn	tn	tn	8,29
4 MST	tn	tn	tn	11,40
6 MST	**	tn	tn	11,47
8 MST	*	tn	tn	16,60
10 MST	**	tn	tn	15,66
<b>Luas daun</b>	*	tn	tn	19,06 <sup>t</sup>
<b>Destruktif bobot basah</b>				
Bobot basah akar	tn	tn	tn	23,58 <sup>t</sup>
Bobot basah batang	*	*	tn	17,84 <sup>t</sup>
Bobot basah daun	tn	tn	tn	25,61 <sup>t</sup>
<b>Destruktif bobot kering</b>				
Bobot kering akar	tn	tn	tn	31,29 <sup>t</sup>
Bobot kering batang	**	tn	tn	18,19 <sup>t</sup>
Bobot kering daun	**	tn	tn	15,32 <sup>t</sup>
<b>Jumlah bintil akar</b>	tn	*	tn	19,67 <sup>t</sup>

Keterangan: \*\*, \* = berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha=1\%$  dan  $\alpha=5\%$ , tn = tidak berpengaruh nyata, KK = koefisien keragaman, t = transformasi data dengan metode akar kuadrat

Hasil analisis ragam terhadap peubah generatif (Tabel 6) yaitu waktu berbunga, komponen hasil jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot 100 butir biji, bobot biji ubinan, dan produktivitas. Pada komponen hasil bobot polong isi dan polong hampa, pengaruh dosis pupuk P nyata. Sementara itu, interaksi kedua faktor tersebut berdampak nyata pada peubah bobot polong isi. Dosis pupuk P berpengaruh nyata pada bobot biji ubinan dan produktivitas. Sementara itu, nilai koefisien keragaman (KK) pada peubah generatif berkisar antara 2,56% hingga 27,77%.

Tabel 4 Rekapitulasi hasil analisis ragam peubah generatif tanaman kedelai Varietas Demas 1

Peubah pengamatan	Dosis pupuk P (P)	Frekuensi pemupukan P (F)	P*F	KK%
<b>Waktu berbunga</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>2,56</b>
<b>Komponen hasil</b>				
<b>Jumlah polong isi</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>3,08</b>
<b>Jumlah polong hampa</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>tn</b>	<b>27,77</b>
<b>Bobot 100 butir</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>2,65</b>
<b>Bobot biji ubinan</b>	<b>*</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>20,07</b>
<b>Produktivitas</b>	<b>*</b>	<b>tn</b>	<b>tn</b>	<b>20,09</b>
Keterangan: **, * = berpengaruh nyata pada taraf $\alpha=1\%$ dan $\alpha=5\%$ , tn = tidak berpengaruh nyata, KK = koefisien keragaman				

### Daya Tumbuh Tanaman

Masalah utama yang dihadapi dalam budidaya kedelai pada lahan pasang surut, antara lain tingkat kemasaman dan kesuburan tanah yang rendah. Hal tersebut berpengaruh pada daya tumbuh tanaman. Toleransi kemasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi tanaman kedelai adalah pH 5,8-7,0. Diperoleh daya tumbuh tanaman kedelai di lahan pasang surut sebagai berikut.

Tabel 5 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap daya tumbuh tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Daya Tumbuh (%)
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>	
<b>36 kg</b>	<b>76,76</b>
<b>72 kg</b>	<b>79,58</b>
<b>108 kg</b>	<b>77,04</b>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>	
<b>Sekali</b>	<b>76,30</b>
<b>Dua kali</b>	<b>80,14</b>
<b>Tiga kali</b>	<b>76,94</b>

Berdasarkan hasil statistik, daya tumbuh tanaman kedelai pada perlakuan dosis pemupukan P menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan, namun pada perlakuan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan nilai persen daya tumbuh tertinggi, yaitu 79,58%. Frekuensi pemupukan P juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan. Frekuensi pemupukan P dua kali menunjukkan hasil daya tumbuh tanaman tertinggi, yaitu 80%, yang artinya daya tumbuh dengan frekuensi pemupukan tersebut berada pada taraf normal. Menurut Taufiq *et al.* (2023), persentase daya tumbuh yang baik untuk pertumbuhan kedelai berada pada minimal 80% ke atas

### Tinggi Tanaman

Pemberian pupuk fosfat diperlukan untuk mendorong pertumbuhan akar tanaman sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman kedelai. Berdasarkan uji lanjut (Tabel 8), peningkatan dosis pupuk fosfat dapat meningkatkan rata-rata tinggi tanaman, namun tidak berbeda nyata antara tinggi tanaman pada perlakuan dengan dosis 72 dan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

Hal tersebut sesuai dengan penelitian Lusiana dan Adiwijaya (2022), bahwa pemberian dosis pupuk fosfat yang berbeda berpengaruh pada tinggi tanaman. Pada penelitian ini pupuk fosfat cukup diberikan pada dengan dosis 72 kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ .

Tabel 6 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap tinggi tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Umur tanaman (MST)				
	2	4	6	8	10
Tinggi tanaman (cm)					
Dosis Pemupukan (kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ )					
36 kg	9,39	16,22	29,07 <sup>b</sup>	46,22 <sup>b</sup>	57,44 <sup>b</sup>
72 kg	9,46	16,44	31,82 <sup>ab</sup>	49,86 <sup>ab</sup>	64,23 <sup>a</sup>
108 kg	9,40	16,03	32,67 <sup>a</sup>	51,16 <sup>a</sup>	68,30 <sup>a</sup>
Frekuensi pemupukan P					
Sekali	9,51	16,31	30,92	47,89	64,92 <sup>a</sup>
Dua kali	9,39	15,99	31,22	50,41	65,08 <sup>a</sup>
Tiga kali	9,36	16,40	31,30	48,93	59,98 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

Berdasarkan frekuensi pemupukan P, pertumbuhan tinggi tanaman terhambat jika pupuk P diaplikasikan secara bertahap sebanyak 0, 30 dan 60 HST. Di sisi lain, pemupukan satu kali mampu meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan pemupukan bertahap 0, 30 dan 60 HST. Hal tersebut tidak sejalan dengan penelitian Gusmiatun *et al.* (2019), frekuensi pemberian pupuk fosfat sebanyak 0, 30 dan 60 HST pada tanaman kacang tanah berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman.

### Jumlah Daun

Peningkatan dosis pemupukan P dapat meningkatkan jumlah daun tanaman. Berdasarkan Tabel 9, rata-rata jumlah daun pada dosis 108 kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  menunjukkan jumlah daun terbanyak jika dibandingkan dengan dosis pemupukan lainnya. Menurut Sipayung *et al.* (2023), pemberian dosis pupuk P hingga 100 kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  mampu memberikan pertumbuhan tanaman kedelai yang paling baik. Pemupukan kedelai dengan berbagai taraf  $P_2O_5$  kg  $ha^{-1}$  memberikan perubahan terhadap lingkungan hara dalam media tumbuh kedelai sehingga persediaan unsur hara P dalam media tumbuh bertambah. Aplikasi pemupukan P sebanyak dua kali (0 dan 30 HST) memberikan rata-rata hasil jumlah daun lebih tinggi dibandingkan dengan frekuensi pemupukan lainnya.

Tabel 7 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap jumlah daun tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Umur tanaman (MST)				
	2	4	6	8	10
	Jumlah daun				
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>36 kg</b>	1,7	3,8	8,0 <sup>b</sup>	13,8 <sup>b</sup>	13,9 <sup>b</sup>
<b>72 kg</b>	1,8	3,8	8,9 <sup>b</sup>	15,7 <sup>ab</sup>	15,6 <sup>b</sup>
<b>108 kg</b>	1,8	4,0	10,0 <sup>a</sup>	18,1 <sup>a</sup>	18,1 <sup>a</sup>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>					
<b>Sekali</b>	1,8	3,8	8,9	15,1	15,1
<b>Dua kali</b>	1,8	4,0	9,1	16,0	16,6
<b>Tiga kali</b>	1,7	3,7	8,8	16,5	16,0

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

Pemupukan kedelai dengan berbagai taraf P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg ha<sup>-1</sup> menciptakan perubahan lingkungan hara dalam media tumbuh kedelai sehingga persediaan unsur hara P dalam media tumbuh bertambah.

### Jumlah Cabang

Cabang primer merupakan cabang produktif yang menjadi tempat tumbuhnya bakal bunga. Berdasarkan uji lanjut (Tabel 10), rata-rata jumlah cabang pada semua dosis pemupukan mengalami peningkatan jumlah cabang. Perlakuan dosis pemupukan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata jumlah cabang terbanyak dibandingkan dosis pemupukan lainnya, namun hasil uji statistik menunjukkan bahwa dosis 72 dan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> tidak berbeda nyata. Sehingga untuk memperoleh jumlah cabang terbaik cukup dilakukan pemupukan dengan dosis 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Gusmiatun *et al.* (2019), bahwa dosis pupuk fosfat yang diberikan pada tanaman kacang tanah berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah cabang primer, semakin tinggi dosis yang diberikan jumlah cabang primer yang dihasilkan semakin banyak. Jumlah cabang yang semakin banyak akan mendukung terbentuknya jumlah bunga yang dihasilkan.

Dosis pemupukan 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata jumlah cabang terbanyak, namun tidak berbeda nyata dengan yang mendapat dosis 72 (Tabel 10). Sehingga untuk memperoleh jumlah cabang terbaik cukup dilakukan pemupukan dengan dosis 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Gusmiatun *et al.* (2019), bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan jumlah cabang primer yang dihasilkan semakin banyak.

Tabel 8 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap jumlah cabang tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Umur tanaman (MST)				
	2	4	6	8	10
	Jumlah cabang				
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>36 kg</b>	<b>0,0</b>	<b>1,4</b>	<b>3,0<sup>b</sup></b>	<b>3,2<sup>b</sup></b>	<b>3,2<sup>b</sup></b>
<b>72 kg</b>	<b>0,0</b>	<b>1,6</b>	<b>3,4<sup>a</sup></b>	<b>3,5<sup>a</sup></b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>
<b>108 kg</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>	<b>3,8<sup>a</sup></b>	<b>3,8<sup>a</sup></b>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>					
<b>Sekali</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>
<b>Dua kali</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>	<b>3,6<sup>a</sup></b>
<b>Tiga kali</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>3,1</b>	<b>3,3<sup>b</sup></b>	<b>3,3<sup>b</sup></b>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

Frekuensi pemupukan sebanyak satu dan 0 dan 30 HST dapat memberikan jumlah cabang terbanyak. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Gusmiatun *et al.* (2019), bahwa frekuensi pemupukan fosfat berpengaruh sangat nyata pada peubah jumlah cabang primer.

### Waktu Berbunga

Unsur fosfat bagi tanaman berguna untuk pertumbuhan tanaman muda dan mempercepat fisiologis tanaman, salah satunya waktu berbunga. Berdasarkan uji lanjut (Tabel 11), pemupukan dengan tiga perlakuan dosis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tidak menunjukkan perbedaan. Dosis pemupukan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata hasil waktu berbunga tanaman kedelai paling lama, yaitu 40,77 HST. Hal ini tidak sejalan dengan penelitian Sipayung *et al.* 2023, bahwa semakin tinggi dosis pupuk fosfat maka waktu berbunga tanaman kedelai semakin cepat. Fosfat berperan dalam proses fotosintesis dan transfer energi dalam tanaman. Dosis fosfat yang diberikan dengan cukup akan lebih mempercepat siklus hidup tanaman. Menurut Nuraini *et al.* (2022), berdasarkan deskripsi varietas (Balitkabi 2016) secara keseluruhan, tanaman kedelai mulai berbunga pada 35 HST sesuai dengan deskripsi varietas. Waktu berbunga yang lebih lama lima hari dari deskripsi varietas dapat disebabkan karena lama peninaran matahari yang sangat pendek yaitu berkisar pada lima jam saja setiap harinya (Tabel 3).

Tabel 9 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap waktu berbunga tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Waktu 50% Populasi Berbunga (hari)
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>	
<b>36 kg</b>	<b>40,55</b>
<b>72 kg</b>	<b>40,77</b>
<b>108 kg</b>	<b>40,66</b>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>	
<b>Sekali</b>	<b>41,11</b>
<b>Dua kali</b>	<b>40,33</b>
<b>Tiga kali</b>	<b>40,55</b>
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) $\alpha=5\%$	

### Luas Daun, Bobot Basah Akar, Bobot Basah Batang, dan Bobot Basah Daun

#### Luas Daun

Daun merupakan salah satu organ sebagai penghasil sekaligus pengguna hasil fotosintesis pada masa vegetatif tanaman. Semakin banyak jumlah daun tanaman maka fotosintesis yang terjadi semakin optimal. Tabel 12 menunjukkan hasil uji lanjut terhadap peubah luas daun. Berdasarkan pemupukan berbagai dosis, pemupukan dengan dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata hasil daun terluas, yaitu 764,4 cm<sup>2</sup> dibandingkan dengan dosis pemupukan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Mahdhar *et al.* (2021), aplikasi pupuk fosfat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan sehingga meningkatkan ketersediaan hara yang dibutuhkan tanaman. Semakin tinggi dosis pupuk fosfat yang diberikan akan meningkatkan luas daun. Luas daun yang semakin optimal akan meningkatkan laju transpirasi, fotosintesis, pembukaan stomata, pengikatan CO<sub>2</sub> pada siklus calvin, dan sintesis karbohidrat. Luas daun tanaman kedelai tidak menunjukkan interaksi antara dosis dan frekuensi pemupukan P.

Tabel 10 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap luas daun, bobot basah akar, bobot basah batang, dan bobot basah daun tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Luas daun (cm <sup>2</sup> )	Bobot basah akar (g)	Bobot basah batang (g)	Bobot basah daun (g)
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>				
<b>36 kg</b>	<b>400,3<sup>b</sup></b>	<b>7,98</b>	<b>2,71<sup>b</sup></b>	<b>5,32</b>
<b>72 kg</b>	<b>556,8<sup>ab</sup></b>	<b>11,50</b>	<b>3,22<sup>b</sup></b>	<b>5,82</b>
<b>108 kg</b>	<b>764,4<sup>a</sup></b>	<b>11,32</b>	<b>3,75<sup>a</sup></b>	<b>8,86</b>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>				
<b>Sekali</b>	<b>594,4</b>	<b>16,58</b>	<b>3,43<sup>a</sup></b>	<b>7,30</b>
<b>Dua kali</b>	<b>651,0</b>	<b>9,06</b>	<b>3,33<sup>a</sup></b>	<b>6,98</b>
<b>Tiga kali</b>	<b>476,0</b>	<b>5,15</b>	<b>2,92<sup>b</sup></b>	<b>5,72</b>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$ .

### Bobot Basah Batang

Aplikasi berbagai dosis dan frekuensi pemupukan P berpengaruh nyata terhadap bobot basah batang, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap bobot basah batang. Bobot basah batang tertinggi diperoleh pada pemupukan P dengan dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, yaitu 3,75 g. Dapat dilihat bahwa peningkatan dosis pupuk P mampu meningkatkan bobot basah batang, tidak berbeda nyata pada pemupukan dengan dosis 36 dan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Frekuensi pemupukan P sekali menunjukkan rata-rata hasil bobot basah batang terbaik, yaitu 3,43 g dibandingkan dengan berbagai frekuensi pemupukan lain. Hal ini menunjukkan bahwa dengan frekuensi pemupukan satu kali sudah cukup optimal bagi pertumbuhan tanaman kedelai dibandingkan dengan frekuensi bertahap dua dan tiga kali. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian Handriatni dan Jazilah (2008), bahwa dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> mampu menghasilkan bobot basah brangkasan terbaik pada tanaman buncis.

### Jumlah Bintil Akar, Bobot Kering Akar, Bobot Kering Batang, dan Bobot Kering Daun Jumlah Bintil Akar

Peran bintil akar yang bersimbiosis dengan bakteri Rhizobium sangat bermanfaat bagi tanaman kedelai. Semakin banyak jumlah bintil akar, semakin baik pertumbuhan dan produktivitas tanaman, serta berperan mengurangi penggunaan pupuk kimia. Berdasarkan hasil analisis uji lanjut (Tabel 13), pemupukan dengan dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata hasil jumlah bintil akar tertinggi, yaitu 32,1 dibandingkan dengan dosis pemupukan lainnya. Frekuensi pemupukan fosfat menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap peubah jumlah bintil akar. Frekuensi pemupukan 0 HST mampu menghasilkan jumlah bintil akar yang paling banyak yaitu 35,89. Sebaliknya pemupukan dengan frekuensi bertahap tiga kali menghambat terbentuknya bintil akar. Terbentuknya bintil akar tidak dipengaruhi oleh keadaan media tanam, namun dipengaruhi oleh unsur hara yang tersedia. Bintil akar yang tanaman kedelai hanya akan terbentuk bila terdapat bakteri Rhizobium di tempat tumbuh tanaman tersebut. Sebagai tanaman *leguminoceae*, tanaman kedelai mampu bersimbiosis dengan bakteri yang ada di dalam tanah sehingga dapat langsung memfiksasi nitrogen dari udara (Sipayung *et al.* 2023). Interaksi kedua faktor perlakuan tidak nyata terhadap peubah jumlah bintil akar.

Tabel 11 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap jumlah bintil akar, bobot kering akar, bobot kering batang, dan bobot kering daun pada tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Jumlah bintil akar	Bobot kering akar (g)	Bobot kering batang (g)	Bobot kering daun (g)
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>				
<b>36 kg</b>	<b>21,3<sup>b</sup></b>	<b>1,89</b>	<b>1,9<sup>b</sup></b>	<b>1,72<sup>b</sup></b>
<b>72 kg</b>	<b>26,1<sup>ab</sup></b>	<b>2,57</b>	<b>2,46<sup>b</sup></b>	<b>2,11<sup>b</sup></b>
<b>108 kg</b>	<b>32,1<sup>a</sup></b>	<b>2,62</b>	<b>3,96<sup>a</sup></b>	<b>3,09<sup>a</sup></b>
Perlakuan	Luas daun (cm <sup>2</sup> )	Bobot basah akar (g)	Bobot basah batang (g)	Bobot basah daun (g)
<b>Frekuensi pemupukan P</b>				
<b>Sekali</b>	<b>35,9<sup>a</sup></b>	<b>3,34<sup>a</sup></b>	<b>3,16<sup>a</sup></b>	<b>2,53<sup>a</sup></b>
<b>Dua kali</b>	<b>25,0<sup>ab</sup></b>	<b>2,21<sup>ab</sup></b>	<b>3,11<sup>ab</sup></b>	<b>2,59<sup>a</sup></b>
<b>Tiga kali</b>	<b>18,7<sup>b</sup></b>	<b>1,53<sup>b</sup></b>	<b>2,07<sup>b</sup></b>	<b>1,79<sup>b</sup></b>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

### Bobot Kering Akar, Batang, dan Daun

Tabel 13 menunjukkan pengaruh berbagai dosis dan frekuensi pemupukan fosfat terhadap bobot kering akar, batang, dan daun. Peningkatan dosis pupuk dapat meningkatkan bobot kering akar. Dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan bobot kering akar hingga 2,62 g. Hal ini sejalan dengan penelitian Sihaloho *et al.* 2015, bahwa peningkatan dosis pupuk fosfat dapat meningkatkan bobot kering akar tanaman kedelai sebesar 32%. Perakaran yang semakin baik ditandai dengan bobot kering akar yang semakin meningkat. Selain itu, bobot kering akar menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan berbagai frekuensi pemupukan fosfat. Frekuensi pemupukan fosfat satu kali mampu memberikan rata-rata hasil bobot kering akar tertinggi (3,34 g). Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan secara bertahap tiga kali menghambat pertumbuhan akar. Tidak ada interaksi antara kedua faktor dosis dan frekuensi pemupukan fosfat terhadap bobot kering akar.

Bobot kering batang tertinggi terdapat pada perlakuan pemupukan dengan dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, yaitu 3,96 g. Selain itu, bobot kering batang tertinggi (3,16 g) diperoleh pada pemupukan fosfat dengan frekuensi 0 HST. Berdasarkan hal tersebut dosis pemupukan yang semakin tinggi mampu meningkatkan bobot kering batang tanaman kedelai, sebaliknya frekuensi pemupukan bertahap 0, 30 dan 60 HST menghasilkan bobot kering batang yang rendah. Hal di atas sesuai dengan pernyataan Nuraini *et al.* (2022), bahwa bobot kering bahan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara fosfat dalam tanah. Interaksi kedua faktor tidak berpengaruh terhadap bobot kering batang.

Sifat dasar pupuk fosfat yang sulit terlarut menyebabkan pertumbuhan awal tanaman belum sepenuhnya terpengaruh oleh pupuk fosfat, secara maksimal pupuk fosfat digunakan pada masa pertumbuhan akhir, seperti bobot kering tanaman (Lusiana dan Adiwijaya 2022). Peningkatan dosis pupuk P mampu meningkatkan bobot kering daun pada dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Pemupukan tidak berbeda nyata pada dosis 36 dan 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Berdasarkan frekuensi pemupukan, pemupukan bertahap satu kali mampu menghasilkan bobot kering daun yang optimal. Dapat dikatakan bahwa frekuensi pemupukan bertahap tiga kali kurang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan daun. Interaksi antar kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata pada bobot kering daun.

## Jumlah Polong Isi, Jumlah Polong Hampa, Bobot 100 Biji, Bobot Biji Ubinan, dan Produktivitas

### Jumlah Polong Isi

◆ Berbagai dosis pemupukan fosfat menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah jumlah polong isi. Peningkatan dosis pemupukan hingga 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata hasil jumlah polong isi tertinggi, yaitu 57,3 dibandingkan dosis pemupukan lainnya. Hal tersebut terjadi karena ketersediaan fosfor yang cukup dapat meningkatkan serapan fosfor tanaman yang berbanding lurus dengan aktivitas fotosintesis yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan biji kedelai. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Khanam *et al.* (2016), bahwa aplikasi pupuk fosfat yang cukup mampu meningkatkan jumlah polong berisi per tanaman kedelai.

Tabel 12 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan fosfor terhadap jumlah polong isi tanaman kedelai Varietas Demas 1

Dosis pupuk (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Frekuensi pupuk fosfat			Rata-rata
	0 HST	0 dan 30 HST	0, 30 dan 60 HST	
36	29.3 <sup>f</sup>	37.7 <sup>e</sup>	26.6 <sup>f</sup>	31.2
72	45.2 <sup>d</sup>	46.6 <sup>cd</sup>	51.1 <sup>bc</sup>	45.9
108	41.7 <sup>de</sup>	55.5 <sup>b</sup>	74.7 <sup>a</sup>	57.3
Rata-rata	38.73	46.6	50.65	

Berdasarkan frekuensi pemupukan seperti pada Tabel 14, frekuensi pemupukan fosfat bertahap sebanyak 0 dan 30 HST mampu memberikan jumlah polong isi yang lebih banyak, yaitu 50,65 dibandingkan frekuensi pemupukan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi pemupukan 0 HST masih kurang optimal bagi tanaman dalam proses pembentukan polong dan biji. Berdasarkan hasil penelitian perlakuan interaksi antara dosis dan frekuensi pemberian pupuk fosfat berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong isi. Hal ini diduga kombinasi perlakuan dosis dan frekuensi pemupukan fosfat disesuaikan dengan kebutuhan bagi tanaman dalam memproduksi biji (Gusmiatun *et al.* 2019). Dosis dan frekuensi pemupukan yang semakin tinggi berpengaruh baik pada fase pembentukan polong dan biji. Unsur hara fosfat banyak dimanfaatkan oleh tanaman saat memasuki fase pembentukan dan pengisian polong dibandingkan fase pertumbuhan vegetatif awal. Hal ini sesuai dengan penelitian Lusiana *et al.* (2020), bahwa dosis pemupukan fosfat yang tinggi memiliki peran dalam pembentukan dan pengisian polong.

Tabel 13 Pengaruh dosis dan frekuensi pemupukan P terhadap, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot biji ubinan, dan produktivitas tanaman kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Peubah			
	Jumlah polong hampa	Bobot 100 biji (g)	Bobot ubinan (g/ 2 m <sup>2</sup> )	Produktivitas (ton ha <sup>-1</sup> )
<b>Dosis Pemupukan (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>)</b>				
<b>36 kg</b>	<b>1,1<sup>b</sup></b>	<b>10,92</b>	<b>398,46<sup>b</sup></b>	<b>1,99<sup>b</sup></b>
<b>72 kg</b>	<b>1,6<sup>a</sup></b>	<b>10,69</b>	<b>487,64<sup>ab</sup></b>	<b>2,44<sup>ab</sup></b>
<b>108 kg</b>	<b>1,9<sup>a</sup></b>	<b>10,65</b>	<b>521,18<sup>a</sup></b>	<b>2,60<sup>a</sup></b>
<b>Frekuensi pemupukan P</b>				
<b>Sekali</b>	<b>1,1<sup>b</sup></b>	<b>10,77</b>	<b>432,61</b>	<b>2,16</b>
<b>Dua kali</b>	<b>1,3<sup>b</sup></b>	<b>10,77</b>	<b>487,09</b>	<b>2,44</b>
<b>Tiga kali</b>	<b>2,2<sup>a</sup></b>	<b>10,73</b>	<b>487,58</b>	<b>2,44</b>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT)  $\alpha=5\%$

Berdasarkan analisis data interaksi dosis dan frekuensi pemupukan fosfor terhadap jumlah polong isi (Tabel 14), menunjukkan adanya interaksi kedua faktor tersebut. Pemupukan dosis tertinggi (108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), peningkatan frekuensi pemupukan dari 0 HST hingga 0, 30 dan 60 HST mampu menghasilkan peningkatan jumlah polong isi. Peningkatan dosis pupuk fosfat memberikan lebih banyak sumber unsur hara fosfor yang tersedia bagi tanaman untuk merangsang perkembangan polong dan biji. Peningkatan jumlah polong isi sejalan dengan pemupukan yang lebih sering. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kedelai menerima pasokan hara fosfor yang lebih stabil dan kontinu ketika pemupukan dilakukan secara teratur.

### Jumlah Polong Hampa

Hasil uji lanjut menunjukkan peningkatan jumlah polong hampa sebanding dengan peningkatan dosis pupuk fosfat yang diberikan sampai pada dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Dapat dilihat pada Tabel 15 bahwa penambahan dosis pemupukan fosfor meningkatkan jumlah polong hampa yang terbentuk. Menurut Hardjoloekito (2009), unsur hara P yang cukup dalam tanah memacu pertumbuhan polong yang baik. Jumlah polong hampa yang terbentuk dipengaruhi oleh kemampuan polong untuk bersaing dalam menyerap hasil fotosintesis tanaman. Apabila jumlah polong yang terbentuk terlalu banyak sedangkan hasil fotosintesis yang tersedia rendah maka akan terjadi penurunan pertumbuhan dan perkembangan polong itu sendiri. Jumlah polong hampa terendah diperoleh pada dosis 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> yaitu 1,1, sedangkan jumlah polong hampa tertinggi diperoleh pada perlakuan pemupukan dengan dosis 108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> yaitu 1,9. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin banyak polong maka ada kecenderungan semakin tinggi polong hampa yang terbentuk, sebaliknya semakin sedikit jumlah polong per tanaman maka polong hampa per tanaman juga relatif rendah. Perlakuan berbagai frekuensi dan kombinasi antar kedua faktor tersebut tidak memiliki pengaruh yang nyata pada peubah ini.

### **Bobot 100 Biji**

Bobot 100 biji dengan rata-rata tertinggi dihasilkan dari dosis 32 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> yaitu 10,92 g. Frekuensi pemupukan fosfor satu dan dua kali mampu menghasilkan bobot 100 biji tertinggi yaitu 10,77 g (Tabel 15). Jika dibandingkan dengan deskripsi varietas Demas-1 bahwasanya bobot 100 biji sebesar 13 g, bobot 100 biji pada penelitian ini masih kurang sesuai. Hal ini tidak sejalan dengan penelitian Sipayung *et al.* (2023) yang mengatakan bahwa semakin tinggi dosis pupuk fosfat maka bobot 100 butir biji kedelai semakin meningkat. Hal ini disebabkan peningkatan dosis pupuk unsur hara P yang sangat dibutuhkan tanaman dalam proses pembentukan biji kedelai. Frekuensi dan interaksi antara kedua faktor tersebut tidak memiliki pengaruh nyata terhadap bobot 100 biji.

### **Bobot Biji Ubinan dan Produktivitas**

Bobot biji ubinan biji kedelai digunakan untuk memprediksi produktivitas hasil kedelai. Dosis pemupukan 108 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> menunjukkan rata-rata hasil bobot biji ubinan tertinggi, yaitu 521,18 g, namun tidak berbeda nyata pada dosis 32 dan 72 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> dengan bobot biji ubinan. Berdasarkan berbagai frekuensi pemupukan yang diaplikasikan, frekuensi 0, 30 dan 60 HST mampu menghasilkan bobot biji ubinan tertinggi yaitu 487,58 g. Peningkatan dosis dan frekuensi pemupukan mampu menghasilkan bobot biji ubinan terbaik. Menurut Supriadi *et al.* (2014), serapan hara P pada fase generatif lebih besar dari fase vegetatif, karena pada masa generatif, tanaman kedelai membutuhkan hara P yang tinggi untuk pembentukan biji dan pengisian biji. Bobot biji ubinan yang tinggi mendukung produktivitas kedelai yang tinggi pula. Berdasarkan uji lanjut, produktivitas kedelai tertinggi diperoleh pada perlakuan pemupukan dengan dosis 108 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> dan frekuensi pemupukan 0, 30 dan 60 HST mampu menghasilkan produktivitas sebesar 2,60 ton ha<sup>-1</sup>. Nilai tersebut lebih tinggi daripada produktivitas kedelai nasional yang hanya sebesar 1,56 ton ha<sup>-1</sup> (BPS 2021) dan juga lebih tinggi dari rata-rata hasil produksi pada deskripsi varietas yang hanya sebesar 1,7 ton ha<sup>-1</sup>.

### **Konsentrasi Unsur Hara P pada Daun Kedelai Varietas Demas 1**

Berdasarkan analisis kandungan hara P (Tabel 16) menunjukkan persentase (%) kandungan unsur hara P yang terdapat dalam sampel daun kedelai. Perlakuan pemupukan 108 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> dengan frekuensi pemupukan 0 dan 30 HST memiliki persentase hasil hara P tertinggi yaitu sebesar 0,27%, sedangkan persentase terendah, yaitu sebesar 0,18% pada perlakuan dosis pemupukan P 36 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> dengan frekuensi pemupukan satu kali dan tiga kali. Terdapat perbedaan konsentrasi P daun di antara ketiga perlakuan disebabkan perbedaan dosis dan frekuensi pemupukan P. Dapat dilihat pada tabel bahwa semakin tinggi dosis pupuk P semakin tinggi hasil konsentrasi hara P. Hal ini diduga semakin banyak pupuk yang diberikan, semakin besar pula hara yang terserap oleh tanaman. Frekuensi pemupukan sebanyak tiga kali diduga tidak optimal bagi tanaman dalam menyerap hara, sedangkan frekuensi pemupukan sebanyak dua kali dianggap cukup optimal bagi tanaman untuk menyerap hara P. Tersedianya fosfor yang cukup pada daun mendorong tanaman kedelai berproduksi baik. Menurut Liferdi *et al.* 2007, konsentrasi fosfor di daun berkorelasi positif dengan produksi dan kualitas buah. Dapat dikatakan jika semakin tinggi konsentrasi hara fosfor daun makin besar peluang untuk berproduksi lebih banyak. Perbedaan konsentrasi hara P daun dipengaruhi oleh jenis tanaman, hara P tanah, pH tanah, dan umur daun.

Tabel 14 Hasil Uji Kandungan Hara P Daun Kedelai Varietas Demas 1

Perlakuan	Parameter	Hasil (%)	Metode
36 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0 HST	P	0,18	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
36 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0, 30 HST	P	0,21	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
36 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0,30,60 HST	P	0,18	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
72 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0 HST	P	0,25	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
72 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0, 30 HST	P	0,22	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
72 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0,30,60 HST	P	0,23	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
108 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0 HST	P	0,23	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
108 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0, 30 HST	P	0,27	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)
108 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> dan 0,30,60 HST	P	0,26	IKLab-55-142 (Spektrofotometri)

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Interaksi pemberian dosis pupuk P dan waktu frekuensi pemupukan terdapat hanya pada peubah jumlah polong isi yaitu kombinasi dosis 108 kg ha<sup>-1</sup> dengan aplikasi 0,30, dan 60 HST menghasilkan jumlah polong isi tertinggi. Dosis pupuk 108 kg ha<sup>-1</sup> menjadi dosis optimum karena dapat meningkatkan jumlah daun, jumlah cabang, tinggi tanaman, bobot biji ubinan dan produktivitas. Frekuensi pemupukan memberikan pengaruh pada pertumbuhan vegetatif, pada aplikasi 0 HST memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman dan jumlah cabang. Pemberian pupuk P dengan dosis 108 kg ha<sup>-1</sup> yang diberikan pada 0 dan 30 HST lebih efisien untuk produktivitas kedelai pada budidaya jenuh air.

### Saran

Perlu dilakukan uji coba terkait metode aplikasi pupuk P pada budidaya tanaman kedelai dilahan pasang surut dengan budidaya jenuh air. Karena setiap kedalaman tanah memiliki tingkat oksidasi yang berbeda terhadap pirit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldillah R. 2015. Proyeksi produksi dan konsumsi kedelai indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*. 8(1): 9-23.
- Ar-Riza I, Alkasuma. 2008. Pertanian lahan rawa pasang surut dan strategi pengembangannya dalam era otonomi daerah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 2(2): 95-104.
- [Balitkabi] Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2016. Pemberian kapur pada kedelai di lahan pasang surut. [diakses nov 2022] <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/berita/pemberian-kapur-pada-kedelai-di-lahan-pasang-surut>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Data produksi, Luas panen dan Produktivitas kedelai 2017-2021. Sumbar: BPS. [diakses 13 Okt 2023].

- Ghulamahdi M, Azis SA, Melati M, Dewi N, Rais SA. 2006. Aktivitas nitrogenase, serapan hara, dan pertumbuhan dua varietas kedelai dalam kondisi jenuh air dan kering. *Bul. Agron.* 34(1): 32-38.
- Ghulamahdi M. 2017. *Adaptasi Kedelai Budidaya Jenuh Air untuk Produktivitas Tinggi di Lahan Pasang Surut*. Bogor: IPB Pr.
- Ghulamahdi M, Chaerunisa SR, Lubis I, Taylor P. 2016. Response of five soybean varieties under saturated soil culture and temporary flooding on tidal swamp. Editor: Elsevier BV. *Procedia Environmental Sciencens.* 33:87-93.
- Ghulamahdi M, Melati M, Sagala D. 2009. Production of soybean varietas under saturated soil culture on tidal swamps. *J. Agron. Indonesia.* 37(3): 226-232.
- Ghulamahdi M, Aziz SA, Makarim AK. 2012. Penerapan Teknologi Budidaya Jenuh Air Pada Tanaman Padi Dan Kedelai Untuk Meningkatkan Indeks Penanaman di Lahan Pasang Surut. Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan.
- Ghulamahdi M, Melati M, Sagala D. 2009. Production of soybean varietas under saturated soil culture on tidal swamps. *J. Agron. Indonesia.* 37(3): 226-232.
- Gusmiatun, Palmasari B, Riani E. 2019. Pengaruh pemberian pupuk fosfat dengan dosis dan frekuensi berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L. Merr). *Klorofil.* 14(2): 98-101.
- Handriantni A, Jazilah S. 2008. Peningkatan produksi baby buncis dengan pemberian pupuk fosfat dan pengaturan jarak tanam. *Biofarm.* 4(2): 23-37.
- Hanum C. 2013. Pertumbuhan, hasil, dan mutu biji bedelai dengan pemberian pupuk organik dan fosfor. *J. Agron. Indonesia.* 41(3): 209 – 214.
- Hardjoloekito AJHS. 2009. Pengaruh pengapuran dan pemupukan P terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada tanah latosol. *Media Soerjo.* 5(2): 31-49.
- Hidayat N. 2008. Pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Madura pada berbagai jarak tanam dan dosis pupuk fosfor. *Agrivor.* 1(1): 55-64.
- Ifansyah H. 2013. Soil pH and solubility of aluminum, iron, and phosphorus in ultisols: the roles of humic acid. *Journal of Tropical Soils.* 18(3) 203-208
- Khanam M, Islam MS, Ali MH, Chowdhury IF, Masum SM. 2016. Performance of soybean under different levels of phosphorus and potassium. *Bangladesh Agron. J.* 19(1): 99-108.
- Liferdi, Poerwanto R, Susila AD, Idris K, Mangku IW. 2007. Korelasi kadar hara fosfor daun dengan produksi tanaman manggis. *J. Hort.* 18(3): 285-294.
- Lusiana, Adiwijaya HD. 2022. Kombinasi takaran kapur dan pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) kultivar Anjasmoro. *Agrivet.* 19(1): 153-161.
- Mahdhar A, Ermadani, Aryunis. 2021. Pengaruh aplikasi biochar dan pupuk fosfat terhadap pemupukan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di tanah ultisol. *J. Solum.* 18(2):45-65.
- Nuraini L, Lukiwati DR, Fuskhah E. 2022. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) akibat inokulasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pemupukan fosfat alam. *Jurnal Agroplasma.* 9(2): 109-112.
- Nazemi D, Hirani A, Indrayati L. 2012. Prospek pengembangan penataan lahan sistem surjan di lahan rawa pasang surut. *Agrovigor.* 5(2): 113-118.
- Naeve SL. 1999. *Minnesota Soybean Field Book*. University of Minnesota, Minnesotal Extension Service.

- Rosi A, Niswati A, Yusnaini S, Salam AK. 2016. Penentuan dosis dan ukuran butir pupuk fosfat super terbaik untuk mendukung pertumbuhan dan serapan P tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merril*). *J. Agrotek Tropika*. 4(1): 70-74.
- Sajidin M. 2017. Penentuan kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai budidaya jenuh air di daerah pasang surut kabupaten Tanjung Jabung Timur, Jambi [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Santoso UT, Umaningrum D, Nurmasari R. 2015. Pelarutan fosfat yang terjerap pada tanah mineral masam oleh asam fulvat dari tanah gambut. *Sains dan Terapan Kimia*. 9(1):29-36.
- Sihaloho NS, Rahmawati N, Putri LAP. 2015. Respons pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai Varietas Detam 1 terhadap pemberian vermikompos dan pupuk P. *J. Agroekoteknologi*. 545: 1591-1600.
- Sipayung P, Hutauruk S, Purba AH, Sidauruk L. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi kedelai hitam malika (*Glycine soja L.*) terhadap media tanam cocopeat-topsoil dan pupuk fosfor. *Jurnal Penelitian Ilmu Pertanian*. 9(1): 57-65.
- Supriadi, Hartati S, Aminudin A. 2014. Kajian pemberian pupuk p, pupuk mikro dan pupuk organik terhadap serapan p dan hasil kedelai (*Glycine max L.*) varietas kaba di inseptisol gunung gajah klaten. *Caraka Tani*. 29(2): 81-86.
- Tamad, Ma'as A, Bostang R, Hanudin E, Widada J. 2013. Ketersediaan fosfor pada tanah andisol untuk jagung (*Zea mays L.*) oleh inokulum bakteri pelarut fosfat. *J. Agron. Indonesia*. 41(2): 112 – 117.
- Taufiq A, Wijanarko A, Suyamto S. 2011. Takaran optimal pupuk N, P, K, S, dolomit, dan pupuk kandang pada hasil kedelai di lahan pasang surut [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- USDA. 2011. Plants profile for *Glycine max (L) merr.* natural resources conservation services. United State Department of Agricultural. [diakses Nov 2022] <http://plants.usda.gov>
- Wakhid N, Syahbuddin H. 2018. Waktu tanam padi sawah rawa pasang surut Pulau Kalimantan di tengah perubahan iklim. *Jurnal Agrin*. 22(2): 145 – 159.