

IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan tanaman kedelai

Pertumbuhan dapat diartikan pertambahan ukuran yang melibatkan 3 proses yaitu, pembelahan sel, pembesaran sel dan diferensiasi sel (Salisbury dan Ross, 1995). Proses ini bersifat tidak dapat kembali seperti semula. Pertumbuhan fase vegetatif dapat dilihat dari perubahan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar tajuk, bobot segar akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar (Fidiansyah, 2018).

1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4a), menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap tinggi tanaman pada usia 4 Minggu Setelah Tanam (MST). Artinya, berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat mensubstitusi pupuk SP-36 dalam menyediakan unsur P. Rasyaf (2012), menyatakan bahwa tulang mengandung 12-15% fosfor sehingga dapat digunakan sebagai pengganti P pada pupuk komersial. Data hasil pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata tinggi tanaman pada usia 4 MST disajikan pada Tabel 2:

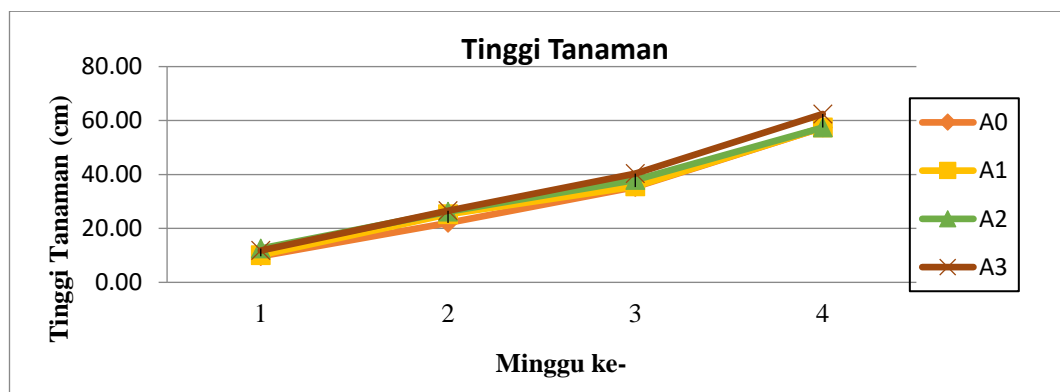
Tabel 2. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata tinggi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 4 MST.

| Perlakuan | Tinggi Tanaman (cm) |
|--|---------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 57.41a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 57.42a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2) | 57.39a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) | 62.42a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam memberikan pengaruh yang sama dengan pupuk SP-36 sehingga penyemprotan 0,1% nano fosfat abu tulang ayam telah mampu mensubstitusi pupuk SP-36 untuk menunjang pertumbuhan tinggi tanaman kedelai varietas Dega 1. Utami (2016) menyatakan bahwa penggunaan pupuk organik abu tulang sapi sumber fosfor memberikan hasil yang efektif dalam menggantikan SP-36 pada budidaya tanaman jagung manis.

Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki tinggi tanaman kurang lebih 53 cm, akan tetapi dalam penelitian ini, tinggi tanaman melebihi 53 cm yaitu mencapai 62.42 cm (Tabel 2). Menurut Sutedjo (2008), unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman jika tersedia dalam jumlah yang cukup, memungkinkan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman kedelai varietas Dega 1 pada usia 1 MST hingga 4 MST tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata tinggi tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1 pada usia 1 MST hingga 4 MST.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat

A3=50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Gambar 3 menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman pada usia 1 MST hingga 3 MST memiliki laju pertumbuhan yang relatif sama, sedangkan pada usia 4 MST tinggi tanaman meningkat tajam. Pertumbuhan tanaman pada usia 1 MST hingga 3 MST memasuki fase lag yang ditandai proses pertumbuhan yang lambat dengan hanya sedikit sel yang mengalami pembelahan. Sedangkan pada usia 3 MST hingga 4 MST tanaman mengalami fase eksponensial yang ditandai proses pertumbuhan yang cepat dan mencapai maksimum. Menurut Salisbury dan Ross (1995), sel-sel aktif membelah dan mengalami elongasi pada saat fase eksponensial.

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3% nano fosfat memiliki pertumbuhan tinggi tanaman cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Diduga pada perlakuan tersebut, penyerapan hara P oleh tanaman berlangsung lebih baik. Penyerapan hara oleh tanaman dipengaruhi oleh ukuran partikel pupuk. Nano partikel memiliki diameter lebih kecil dari diameter lubang membran sel, oleh karena itu dapat dengan mudah melewati lubang pada membran (Asgari *et al.*, 2014). Pupuk nano fosfat abu tulang ayam memiliki kandungan P sebesar 14,54% (Wati dkk., 2018) dan bersifat *slow release* sehingga pelepasan P dari abu tulang ayam berlangsung secara lebih lambat namun menyediakan P dalam waktu yang lebih lama. Menurut Patil dan Chetan (2018) penyerapan 50% P yang diaplikasikan secara foliar membutuhkan waktu 5-10 hari.

2. Jumlah Daun dan Luas Daun

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4b dan 4c), menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap jumlah daun pada usia 4 MST dan luas daun pada usia 5 MST. Artinya, pemberian berbagai

konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah daun dan luas daun kedelai varietas Dega 1. Hal tersebut didukung oleh Dhiba (2018), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk nano fosfat abu tulang sapi dapat menggantikan pupuk SP-36 dalam mensuplai unsur P untuk pertumbuhan daun tanaman padi. Selain itu, hasil penelitian Habib (2017) menyatakan penggunaan unsur P dari pupuk tepung tulang ayam dapat menggantikan unsur P dari pupuk SP-36 untuk pertumbuhan luas daun tanaman jagung manis. Rerata hasil pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah daun dan luas daun disajikan pada Tabel 3.

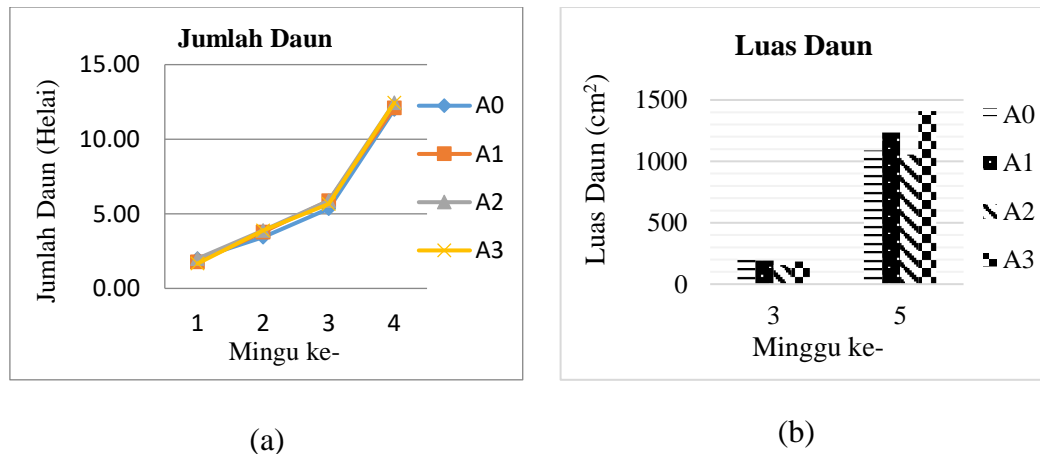
Tabel 3. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah daun pada usia 4 MST dan luas daun tanaman pada usia 5 MST tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1.

| Perlakuan | Jumlah Daun (helai) | Luas Daun (cm ³) |
|---|---------------------|------------------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 12.00a | 1090.00a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 12.11a | 1235.33a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 12.44a | 1054.00a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 12.44a | 1410.67a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Rerata jumlah daun dan luas daun kedelai varietas Dega 1 (Tabel 2) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan peningkatan jumlah daun dan luas daun yang berbeda nyata. Artinya, konsentrasi 0,1 % pupuk nano fosfat abu tulang ayam (A1) telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36 untuk pertumbuhan daun tanaman kedelai varietas Dega 1. Tulang dianggap memiliki kandungan fosfat yang cukup untuk memenuhi kebutuhan P pada pertumbuhan daun. Hasil penelitian Octavia (2018) menyatakan bahwa pelepasan unsur P dari abu tulang sapi berlangsung

secara bertahap disesuaikan dengan usia dan kebutuhan tanaman, sehingga mampu mencukupi kebutuhan P setara dengan SP-36 untuk pertumbuhan tanaman kedelai Edamame. Hasil pengamatan jumlah daun dan luas daun tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara aplikasi foliar terhadap a) rerata jumlah daun dan b) luas daun tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 4a. diketahui bahwa tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 menunjukkan peningkatan jumlah daun dari usia 1 MST hingga 4 MST dengan laju pertumbuhan daun yang tidak berbeda antar perlakuan. Pertumbuhan daun pada usia 1 MST hingga 3 MST memiliki laju pertumbuhan yang relatif sama. Diduga, pada usia tersebut tanaman kedelai memasuki fase lag yang ditandai dengan proses pertumbuhan yang lambat dan hanya sedikit sel yang mengalami pembelahan. Tanaman kedelai yang memasuki usia 4 MST mengalami pertumbuhan jumlah daun dengan peningkatan yang tajam. Diduga tanaman telah

memasuki fase eksponensial. Menurut Salisbury dan Ross (1995), ditandai dengan proses pertumbuhan yang cepat dan mencapai maksimum dan pada fase ini, sel-sel aktif membelah dan mengalami elongasi.

Pada tanaman kedelai dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) diduga menyerap unsur P cenderung lebih baik dibanding perlakuan lainnya sehingga memiliki luas daun cenderung lebih besar (Gambar 4b). Menurut Wahyuningsih dkk. (2016), peningkatan luas daun tanaman dipengaruhi oleh unsur hara P yang memiliki fungsi sebagai penyusun protein. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Chiezey *et al.* (2009) bahwa terdapat peningkatan luas daun, kecepatan transpirasi dan fotosintesis berkaitan dengan pemupukan P.

3. Perakaran

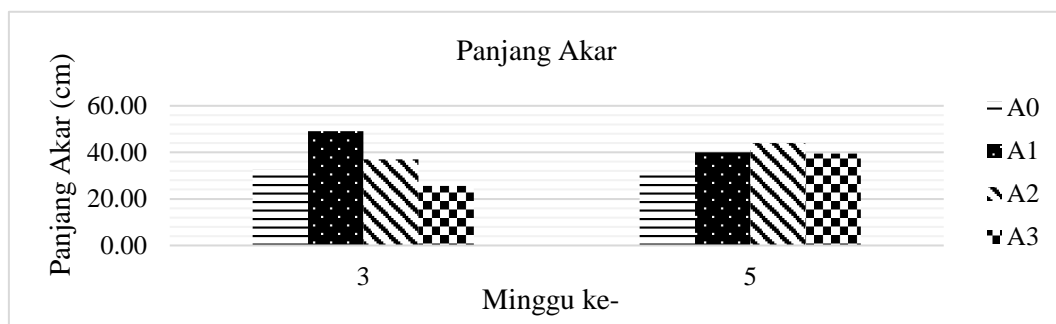
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5), seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar pada usia 5 MST. Artinya, berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat mensubstitusi pupuk SP-36. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Habib (2017), bahwa peranan fosfat pada pertumbuhan akar dapat disubstitusi dengan tepung tulang ayam. Selain itu, menurut Octavia (2018) abu tepung tulang sapi dapat menggantikan pupuk SP-36 dalam budidaya kedelai Edamame. Rerata panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata perakaran tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 5 MST

| Perlakuan | Panjang (cm) | Bobot segar (gram) | Bobot kering (gram) |
|---|--------------|--------------------|---------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 30.73a | 5.35a | 0.54a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 40.07a | 6.59a | 0.59a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 44.00a | 7.17a | 0.58a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 39.47a | 9.18a | 0.77a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 4 menunjukkan bahwa penyemprotan pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,3 % memberikan pengaruh yang sama terhadap panjang akar, bobot segar akar dan bobot kering akar sehingga, penggunaan konsentrasi 0,1% pupuk nano fosfat abu tulang ayam telah memenuhi kebutuhan P untuk pertumbuhan akar tanaman setara pupuk SP-36. Hasil rerata pengamatan panjang akar kedelai varietas Dega 1 tersaji dalam Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata panjang akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 3 MST dan 5 MST

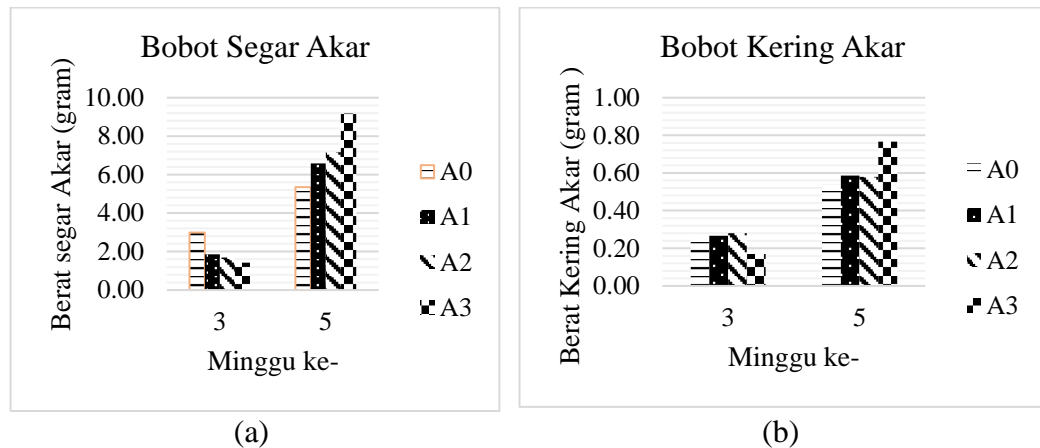
Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36
 A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat
 A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat
 A3= 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 5. diketahui bahwa panjang akar tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang cenderung lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan menggunakan

pupuk SP-36. Diduga, tanaman kedelai Dega 1 menyerap unsur hara P lebih baik pada pemupukan menggunakan nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dibandingkan pemupukan SP-36 yang diaplikasikan pada tanah.

Pertambahan panjang akar tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan air pada tanaman. Ketersediaan unsur hara terutama unsur P sangat penting karena berperan dalam pembelahan sel yang dapat meningkatkan pertumbuhan panjang akar. Menurut Wahyuningsih dkk. (2016), peningkatan P tersedia mampu merangsang pembentukan akar pada tanaman kedelai. Hal ini didukung oleh pernyataan Hardjowigeno (2003), bahwa unsur P dapat memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran yang baik pada tanaman muda.

Pertumbuhan akar yang lebih baik menyebabkan tanaman dapat memanfaatkan unsur hara dan air secara optimal. Unsur hara dan air digunakan sebagai bahan baku proses fotosintesis. Fotosintat hasil fotosintesis kemudian didistribusikan pada seluruh bagian tanaman yang akan mempengaruhi pertumbuhan bobot segar dan bobot kering tanaman. Hasil pengamatan bobot segar akar dan bobot kering akar tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap (a) rerata bobot segar akar dan (b) bobot kering tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1 pada usia 3 MST dan 5 MST.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat

Pada minggu ke-5, bobot segar akar pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Gambar 6a). Perbedaan ini dimungkinkan akibat partikel-partikel air pada akar yang turut menyumbang berat. Selain itu, juga perbedaan ini dapat menjadi ukuran keberhasilan akar dalam mentranslokasikan unsur hara dan air ke seluruh bagian tanaman seperti pada bagian akar tanaman. Hal ini sesuai dengan Sajjo (2015), yaitu akar yang memiliki nilai berat segar tinggi merupakan indikator tercukupinya kebutuhan air. Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran akar antara lain adalah suhu tanah, aerasi, ketersediaan air, dan ketersediaan unsur hara. Tercukupinya unsur P berperan dalam merangsang perkembangan pada akar melalui pemberian unsur P dapat membentuk sistem perakaran yang baik (Sutedjo, 2008). Peningkatan densitas rambut akar dan perluasan sistem perakaran dengan pertambahan panjang akar serta perbanyakkan akar lateral mampu meningkatkan kemampuan akar

menyerap air dan nutrisi dari dalam tanah. Pertumbuhan dan terbentuknya bulu akar yang baru menyebabkan terjadinya persinggungan antara akar dan ion hara (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Air dan nutrisi bahan yang diserap kemudian didistribusikan ke daun untuk proses fotosintesis. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh karbohidrat atau cadangan makanan yang dihasilkan dari fotosintesis.

Gardner *et al.* (1991), mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan bahan kering. Bobot kering akar menunjukkan massa karbon yang disimpan dalam akar serta menunjukkan laju pertumbuhan akar. Berdasarkan Gambar 6b dapat diketahui bahwa tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memiliki nilai bobot bobot kering akar cenderung lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) dapat menyimpan massa karbon di akar lebih banyak dibandingkan 100% SP-36 dikarenakan laju fotosintesis yang lebih tinggi. Pertumbuhan akar yang baik (Tabel 4) akan meningkatkan penyerapan unsur hara dan air maka laju fotosintesis akan meningkat. Dengan demikian, fotosintat yang dihasilkan lebih besar dan translokasi fotosintat ke akar juga akan lebih besar.

4. Tajuk

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6a dan 6b) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap bobot segar dan bobot kering tajuk tanaman. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap bobot segar dan bobot kering tajuk. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian Dhiba (2019) bahwa pupuk nano fosfat

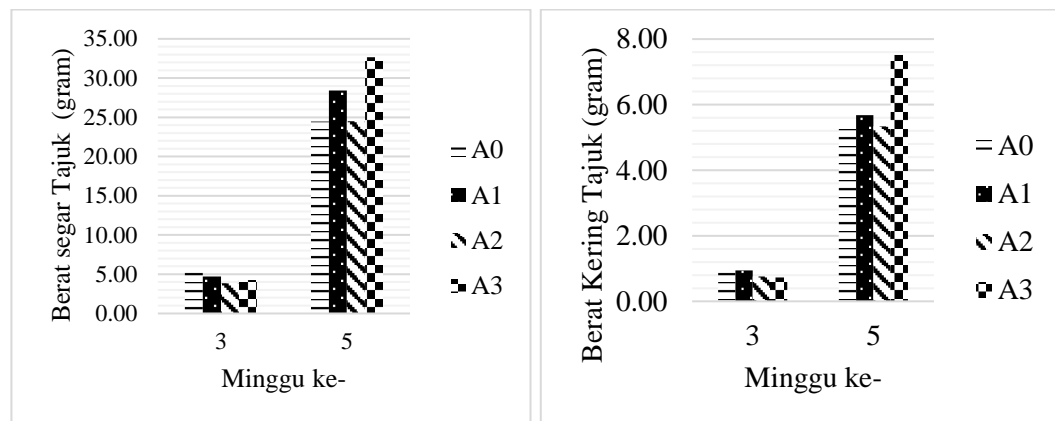
abu tulang sapi dengan aplikasi foliar memberikan respon yang sama dengan pupuk SP-36 terhadap bobot segar dan bobot kering per rumpun pada tanaman padi. Secara lebih detail data rerata pengukuran bobot segar dan bobot kering tajuk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata bobot segar dan kering tajuk tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Dega 1 pada usia 5 MST

| Perlakuan | Bobot Tajuk (gram) | |
|--|--------------------|--------------|
| | Bobot segar | Bobot kering |
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 24.44a | 5.26a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 28.41a | 5.68a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2) | 24.48a | 5.34a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) | 32.64a | 7.52a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa perlakuan pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk SP-36 terhadap bobot segar dan bobot kering tajuk. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 0,1 % nano fosfat telah mampu menggantikan 50% pupuk SP-36 dalam memenuhi kebutuhan P pada tanaman kedelai varietas Dega 1. Damanik dkk. (2011) menyatakan bahwa dosis pupuk dalam pemupukan haruslah tepat, artinya dosis tidak terlalu sedikit dan tidak terlalu banyak yang dapat menyebabkan pemborosan. Berikut adalah hasil pengamatan perkembangan bobot segar tajuk dapat dilihat pada Gambar 7a dan bobot kering tajuk pada Gambar 7b.



(a)

(b)

Gambar 7. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata bobot segar tajuk (a) dan bobot kering tajuk (b) tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 3 MST dan 5 MST.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Menurut Gardner dkk. (1991), berat tajuk merupakan akumulasi dari berat batang, cabang dan daun tanaman. Pada minggu ke-5, bobot segar tajuk pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Gambar 7a). Perbedaan ini dimungkinkan akibat partikel-partikel air pada tajuk yang turut menyumbang berat. Sedangkan bobot kering tajuk (Gambar 7b) diketahui perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) juga menunjukkan nilai bobot bobot kering tajuk cenderung lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Diduga, tanaman dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) dapat memanfaatkan unsur hara dan air sebagai bahan baku fotosintesis untuk mendukung laju pertumbuhan organ vegetatif secara optimal, sehingga dapat meningkatkan bobot segar dan bobot kering tajuk tanaman kedelai variets Dega 1.

Menurut Gardner dkk. (1991), tanaman memperoleh bentuk atau wujudnya yang khas karena pertumbuhan bagian-bagian penyusunnya yang saling berhubungan. Artinya pertumbuhan suatu bagian tanaman diikuti dengan pertumbuhan bagian tanaman lainnya, sehingga penambahan bobot tajuk akan mengikuti peningkatan bobot akar. Tanaman dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memiliki luas daun (Tabel 3) dan pertumbuhan akar (Tabel 4) yang cenderung lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Diduga hal ini mengakibatkan proses fotosintesis berjalan lebih baik, sehingga menghasilkan bobot segar dan bobot kering tajuk lebih besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarief (1985) bahwa jika perakaran tanaman berkembang dengan baik maka pertumbuhan bagian tanaman lainnya juga akan baik pula karena akar mampu menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Air dan nutrisi yang diserap akar akan diangkut dan didistribusikan melalui pembuluh *xylem* menuju bagian tubuh tanaman yang membutuhkan (Hendriyani dan Setiari, 2009). Dengan demikian, pertumbuhan akar akan mempengaruhi penyerapan air dan nutrisi dari dalam tanah, sehingga diasumsikan bahwa pertumbuhan akar pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) menyebabkan peningkatan bobot segar tajuk cenderung lebih tinggi karena penyerapan air dan nutrisi cenderung lebih baik.

Air dan nutrisi yang didistribusikan menuju daun digunakan sebagai bahan fotosintesis. Selanjutnya, pembuluh *floem* akan mengangkut dan mendistribusikan hasil fotosintesis dari daun ke bagian tumbuhan yang lain (Nugroho dkk., 2012). Hasil fotosintesis kemudian digunakan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan. Proses fotosintesis dipengaruhi oleh pertumbuhan daun. Arafat (2007) menyatakan

bahwa semakin tinggi luas daun maka kapasitas tanaman dalam melakukan fotosintesis juga akan semakin tinggi, sehingga dapat meningkatkan berat kering total tanaman. Dengan demikian, pertumbuhan luas daun pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) menyebabkan luas daun yang terkena cahaya matahari lebih banyak sehingga proses fotosintesis lebih baik dibanding perlakuan lainnya yang menyebabkan peningkatan bobot kering tajuk cenderung lebih tinggi. Didukung oleh Jumin (2008), penambahan luas daun sangat penting karena pengaruhnya terhadap total produksi bahan kering mendekati 70%.

5. Laju Asimilasi Bersih (LAB) dan Laju Pertumbuhan Nisbi (LPN)

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6 c dan 6d) menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 memberikan pengaruh berbeda nyata pada LAB, sedangkan pada LPN pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata. Artinya, tanaman kedelai dengan pemberian perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) mampu secara signifikan meningkatkan nilai LAB dibandingkan SP-36. Akan tetapi, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap LPN. Hasil rerata laju asimilasi bersih dan laju pertumbuhan nisbi tersaji pada Tabel 6.

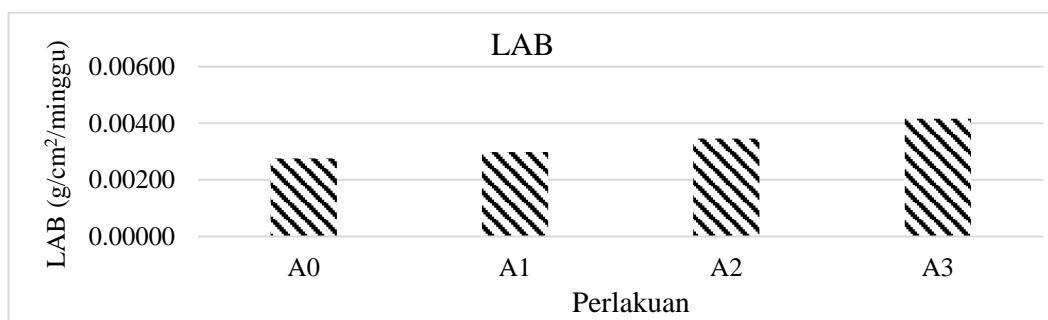
Tabel 6. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata LAB dan LPN tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 5 MST.

| Perlakuan | LAB (g/cm ² /minggu) | LPN (g/g/minggu) |
|---|------------------------------------|------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 0.0028b | 0.3280a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 0.0030b | 0.3975a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 0.0035ab | 0.3671a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 0.0042a | 0.7565a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Hasil uji lanjut *Duncan* (Tabel 3) menunjukkan bahwa perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memberikan pengaruh nyata lebih tinggi terhadap LAB tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan rerata sebesar 0.0042a. Sedangkan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1 % nano fosfat (A1) dan perlakuan 100 % pupuk SP-36 (A0) memberikan pengaruh nyata lebih rendah terhadap LAB tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan rerata berurut 0.0030b dan 0.0028b. Artinya, tanaman kedelai varietas Dega 1 yang diberikan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) memiliki efisiensi fotosintesis tertinggi.

Hasil perhitungan LAB tanaman kedelai untuk seluruh perlakuan, disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata LAB tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 5 MST.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

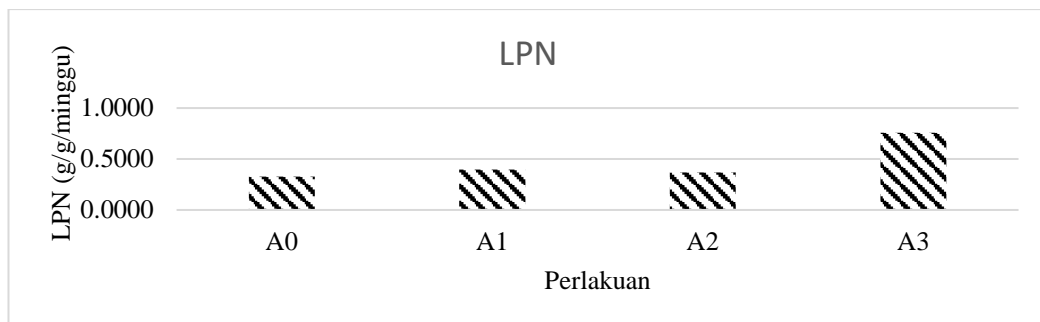
A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 8. diketahui bahwa penambahan konsentrasi pupuk nano fosfat menyebabkan peningkatan nilai LAB dengan nilai tertinggi pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % (A3) dan terendah pada perlakuan 100% SP-36 (A0). Laju asimilasi bersih merupakan produksi bahan kering per satuan luas daun dengan asumsi bahan kering tersusun sebagian besar dari CO₂ (Kastono et al, 2005). Diduga proses fotosintesis yang berlangsung pada tanaman dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) berjalan lebih baik sehingga menghasilkan bahan kering yang lebih banyak dibanding perlakuan lainnya.

Nilai LAB dipengaruhi oleh besar bagian daun yang terkena sinar matahari langsung, laju asimilasi bersih tidak memperhitungkan fotosintesis non laminar, yaitu fotosintesis yang menggunakan bagian-bagian tanaman selain daun seperti petiol, batang, selubung daun dan bagian-bagian bunga (Gardner dkk., 1991). Daun merupakan organ utama untuk menyerap cahaya matahari. Pada daun yang lebar maka tanaman akan mampu menyerap cahaya matahari yang lebih banyak menyebabkan laju asimilasinya naik dan menghasilkan berat kering yang tinggi. Terhambatnya perluasan daun akan berdampak pada menurunnya kapasitas dari daun untuk menyerap cahaya yang berakibat pada menurunnya efisiensi fotosintesis. Dalam penelitian ini, peningkatan nilai LAB didukung oleh peningkatan luas daun (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan pendapat Sri Rahmi (2002), pengukuran luas daun dapat digunakan untuk menduga proses fisiologi pada tanaman seperti proses intersepsi, fotosintesis dan evapotranspirasi. Semakin luas daun tersebut maka semakin besar cahaya yang dapat diserap daun tersebut untuk proses fotosintesis, sehingga menghasilkan fotosintat lebih banyak.

Laju asimilasi bersih menentukan laju pertumbuhan nisbi/relatif (Shipley 2006). LPN merupakan pertambahan berat kering tanaman pada suatu waktu tertentu yang erat hubungannya dengan efisiensi fotosintesis. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam menunjukkan pengaruh yang sama dengan pupuk SP-36 terhadap LPN. Artinya, perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% (A1) dengan konsentrasi 0,1% pupuk nano fosfat abu tulang ayam telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36. Hasil perhitungan LPN tanaman kedelai untuk seluruh perlakuan, disajikan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata LPN tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 5 MST.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 9. diketahui tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % memiliki nilai LPN cenderung lebih tinggi dan perlakuan 100% SP-36 memiliki LPN cenderung lebih rendah. Hasil penelitian Fitriyah dkk. (2008) menyatakan bahwa laju pertumbuhan tanaman dan laju pertumbuhan relatif menunjukkan peningkatan seiring dengan peningkatan luas daun. Dalam penelitian ini, nilai LPN pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 %

(A3) didukung oleh luas daun yang juga cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 4). Daun yang semakin luas akan menangkap cahaya lebih banyak untuk proses fotosintesis, sehingga menghasilkan fotosintat lebih banyak.

6. Jumlah cabang

Munculnya cabang pada tanaman kedelai varietas Dega 1 dimulai pada usia 3 MST. Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 7a), menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap jumlah cabang. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah cabang. Hasil rerata pengamatan pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap jumlah cabang tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah cabang tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 11 MST.

| Perlakuan | Jumlah Cabang (buah) |
|---|----------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 2.89 a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 3.00a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 3.22a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 2.89a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah cabang, sehingga, perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) telah mampu menyediakan unsur P setara dengan pupuk SP-36 untuk pertumbuhan cabang tanaman kedelai varietas Dega 1. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki jumlah cabang berkisar antara 1-3 cabang per tanaman. Hasil pengamatan jumlah cabang

diketahui bahwa cabang kedelai rata-rata berjumlah 2-3 cabang per tanaman sehingga dapat diasumsikan bahwa pertumbuhan cabang kedelai baik.

7. Berat segar dan berat kering brangkasan

Brangkasan merupakan seluruh bagian tanaman yang tidak dipanen berupa akar dan tajuk. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 7b dan 7c) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak beda nyata terhadap berat segar brangkasan dan berat kering brangkasan Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat menggantikan pupuk SP-36. Hasil rerata pengamatan berat basah brangkasan dan berat kering brangkasan tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata berat brangkasan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 pada usia 11 MST

| Perlakuan | Bobot Brangkasan (gram) | |
|---|-------------------------|--------------|
| | Bobot Segar | Bobot Kering |
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 28.18a | 7.19a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 42.09a | 12.48a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 39.98a | 10.66a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 23.47a | 6.23a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 8 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam cenderung memberikan penurunan berat segar dan berat kering brangkasan. Berat segar brangkasan memiliki keterkaitan dengan berat kering. Berat segar merupakan hasil akumulasi fotosintat dan air dalam tubuh tanaman sedang berat kering hanya hasil fotosintat. Sehingga, melalui berat kering dapat diketahui akumulasi fotosintat pada tanaman. Diduga, tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) menyerap

hara khususnya unsur P cenderung lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Unsur hara P pada pupuk nano fosfat membantu proses pertumbuhan jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar yang membantu meningkatkan hasil fotosintat yang terakumulasi pada brangkasan tanaman kedelai.

Secara umum, pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai varietas Dega 1 yang diberikan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat menunjukkan fase pertumbuhan cenderung lebih baik dengan nilai rerata lebih tinggi pada parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar akar, bobot kering akar, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, LAB dan LPN.

B. Fase Generatif

1. Waktu muncul bunga

Hasil sidik ragam (Lampiran 7d) menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap waktu muncul bunga. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap waktu muncul bunga. Hasil rerata pengamatan jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap terhadap rerata waktu muncul bunga tanaman kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Dega 1 pada usia 11 MST

| Perlakuan | Waktu muncul bunga (hari) |
|---|---------------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 27.89a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 28.56a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 27.78a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 28.00a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 9. menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan perbedaan signifikan sehingga, penggunaan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P untuk perkembangan polong pada tanaman kedelai varietas Dega 1.

Transisi perubahan dari fase vegetatif menuju fase generatif ditandai dengan munculnya bunga. Salah satu unsur yang dapat memacu munculnya bunga yakni unsur P. Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai Dega 1 secara umum akan berbunga pada umur 29 HST. Dalam penelitian ini, waktu mulai berbunga lebih cepat yakni kurang dari 29 HST (Tabel 9). Hal ini menandakan sangat pekanya proses pembungaan kedelai terhadap ketersediaan unsur P. Menurut Sutarwi dkk. (2013) unsur P berperan penting dalam mempercepat waktu pembungaan.

2. Polong

Hasil sidik ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan

pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong. Hasil penelitian Octavia (2018) menyatakan bahwa berbagai takaran pemberian abu tepung tulang sapi dan P dari SP-36 memberikan hasil yang sama terhadap perkembangan polong. Hasil rerata pengamatan jumlah bunga jadi polong, jumlah polong, persentase polong isi, bobot segar polong dan bobot kering polong tanaman kedelai varietas Dega 1 tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap terhadap rerata polong tanaman kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega 1 pada usia 11 MST

| Perlakuan | Persentase Bunga Jadi Polong (%) | Jumlah Polong (Buah) | Persentase Polong Isi (%) | Bobot Segar Polog (Gram) | Bobot Kering Polong (Gram) |
|-----------|----------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| A0 | 51.18a | 48.33a | 97.26a | 57.50a | 22.79a |
| A1 | 62.76a | 60.11a | 96.74a | 81.92a | 31.57a |
| A2 | 62.35a | 58.00a | 97.74a | 77.84a | 29.18a |
| A3 | 48.38a | 47.67a | 96.63a | 48.16a | 22.41a |

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36

A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat

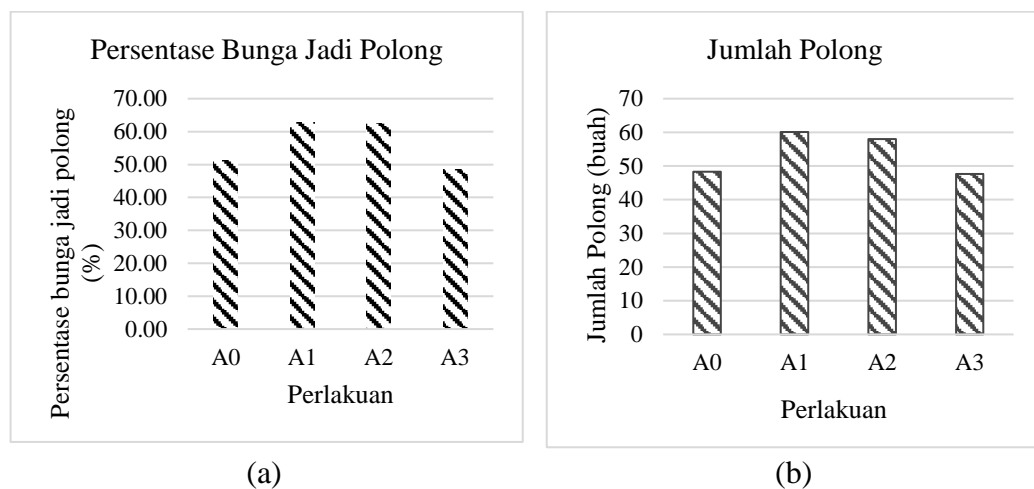
A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat

A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Tabel 9. menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan perbedaan signifikan sehingga, penggunaan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P untuk perkembangan polong pada tanaman kedelai varietas Dega 1.

Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai Dega 1 secara umum memiliki jumlah polong kurang lebih 29 polong per tanaman. Dalam penelitian ini, jumlah polong per tanaman tiap

perlakuan melebihi 29 buah (Tabel 9). Diduga hal ini disebabkan pertumbuhan organ vegetatif yang cenderung lebih baik menyebabkan pertumbuhan polong lebih banyak. Hasil perhitungan rerata jumlah bunga jadi polong dan jumlah polong tanaman kedelai varietas Dega 1 untuk seluruh perlakuan disajikan dalam Gambar 10 :



Gambar 10. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata jumlah bunga jadi polong (a) dan jumlah polong (b) tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1 pada usia 11 MST

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36
 A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat
 A2=50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat
 A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa bahwa tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) memberikan hasil persentase bunga jadi polong dan jumlah polong cenderung lebih tinggi diikuti perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2), perlakuan 100% SP-36 (A0) dan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3). Persentase bunga jadi polong dan jumlah polong dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis tanaman kedelai pada fase pertumbuhan vegetatif. Gardner dkk. (1991) menjelaskan bahwa

tanaman budidaya yang memiliki produk hasil panen berupa bunga, buah, dan biji membagi sebagian besar berat kering totalnya ke bagian-bagian reproduktif. Perbungaan merupakan fase generatif yang dipengaruhi cadangan makanan selama fase vegetatif, cadangan makanan ini yang nantinya akan dipecah menjadi sumber energi pada fase generatif.

Jumlah polong yang terbentuk belum tentu menghasilkan polong isi. Persentase polong isi menggunakan perbandingan dengan total polong dengan total polong yang menghasilkan biji. Tabel 10 menunjukkan tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2) memiliki hasil rerata persentase polong isi cenderung lebih tinggi diikuti perlakuan 100% SP-36 (A0), perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) dan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3).

Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) memberikan hasil bobot segar dan bobot kering polong cenderung lebih tinggi diikuti perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2), perlakuan 100% SP-36 (A0) dan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat (A3) Diduga hal ini berkaitan dengan proses fotosintesis dan penyerapan hara tanaman.

Ketersediaan unsur hara yang cukup dapat menunjang keberhasilan tanaman dalam menghasilkan polong. Hal ini juga didukung oleh Alif (2010), status hara tanaman kedelai erat kaitannya dengan tingkat hasil tanaman yang dapat dinilai dan digambarkan. Chiezey *et al.* (2002), melaporkan bahwa fosfor penting bagi pertumbuhan, hasil, dan komponen hasil. Proses pembentukan polong dipengaruhi

oleh pertumbuhan organ vegetatif. Pada tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan berbagai konsentrasi nano fosfat abu tulang ayam diketahui memiliki pertambahan tinggi, jumlah daun, luas daun, perakaran, LAB dan LPN yang cenderung lebih besar dibanding SP-36, sehingga proses fotosintesis cenderung lebih baik dibandingkan dengan tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan pupuk SP-36. Hal tersebut berdampak pada meningkatnya jumlah polong, bobot segar dan bobot kering polong. Akan tetapi, terjadi pengecualian pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat. Perlakuan ini cenderung memiliki pertumbuhan organ vegetatif lebih baik namun tidak sesuai dengan pertumbuhan fase generatif (Tabel 10). Diduga konsentrasi pupuk nano 0,3% cukup pekat sehingga sulit masuk ke dalam tubuh tanaman dan memberikan residu di daun lebih banyak dibanding konsentrasi 0,1% dan 0,2% sehingga cenderung menghambat masuknya cahaya dan CO₂ pada tanaman untuk proses fotosintesis. Akibatnya tanaman tidak menghasilkan fotosintat yang cukup untuk perkembangan polong. Sedangkan konsentrasi nano fosfat 0,1% (A1) lebih mudah diserap tanaman dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini didukung pernyataan Fernandez *et al* (2015) bahwa dalam menggunakan pupuk secara foliar konsentrasi pupuk mempengaruhi masuknya pupuk dalam tanaman. Lingga (1992) dalam Charloq dan Sirait (2005) menambahkan respon tanaman terhadap pupuk daun berhubungan erat dengan konsentrasi, konsentrasi pupuk tinggi dapat menghambat pertumbuhan apabila melebihi kebutuhan optimum tanaman.

8. Biji

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 9) diketahui bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Artinya, pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan aplikasi foliar dan pemberian pupuk SP-36 memberikan respon yang sama terhadap jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam terhadap rerata bobot biji dan jumlah biji per tanaman tersaji pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara aplikasi foliar terhadap rerata biji tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas Dega 1

| Perlakuan | Jumlah biji (buah) | Bobot 100 biji (gram) | Bobot biji (gram) |
|---|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| 100 % pupuk SP-36 (A0) | 99.56a | 14.81 b | 14.31a |
| 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) | 131.78a | 17.13 a | 21.29a |
| 50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat (A2) | 124.33a | 16.56 ab | 18.23a |
| 50% pupuk SP-36 +0,3 % nano fosfat (A3) | 103.00a | 15.15 ab | 15.19a |

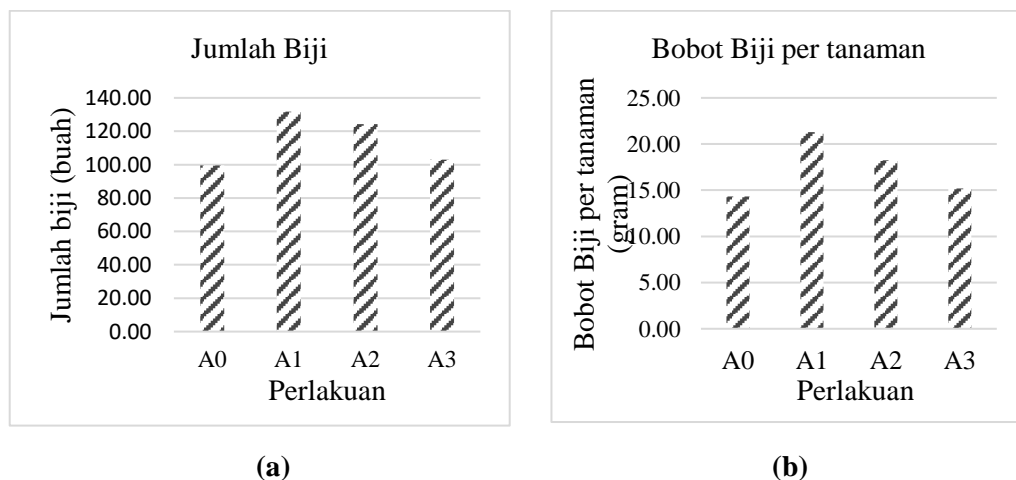
Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5% .

Tabel 10 menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam tidak memberikan perbedaan signifikan antar berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam terhadap jumlah biji, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Artinya pemupukan nano fosfat abu tulang ayam menggunakan konsentrasi 1% pupuk nano fosfat (A1) sudah cukup dalam memenuhi kebutuhan P tanaman kedelai varietas Dega 1.

Berdasarkan deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Malut.litbang (2016), tanaman kedelai varietas Dega 1 memiliki bobot 100 biji sebesar 22,98 gram, akan tetapi dalam penelitian ini, bobot biji hanya mencapai 17.13 gram. Diduga hal ini

berkaitan dengan pertumbuhan polong pada tanaman. dalam penelitian ini, jumlah polong tanaman melebihi deskripsi varietas (Tabel 9.) hal tersebut menyebabkan jumlah biji menjadi lebih banyak namun bobotnya lebih ringan. Bobot biji yang tinggi dapat dihasilkan apabila biji sebagai *sink* dapat menampung hasil asimilat. Sebaliknya, bila *sink* cukup banyak tetapi hasil asimilat rendah mengakibatkan kehampaan biji (Sutoro dkk., 2008).

Hasil perhitungan rerata jumlah biji dan berat 100 biji tanaman kedelai varietas Dega 1 untuk seluruh perlakuan, disajikan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam secara foliar terhadap rerata (a) jumlah biji dan (b) bobot biji per tanaman tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1.

Keterangan : A0= 100 % pupuk SP-36
 A1=50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat
 A2=50% pupuk SP-36 +0,2% nano fosfat
 A3= 50% pupuk SP-36 + 0,3 % nano fosfat

Berdasarkan Gambar 11 diketahui terjadi kecenderungan penurunan jumlah biji seiring dengan peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam. Penurunan ini juga terjadi pada parameter bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman. Diduga, peningkatan konsentrasi pupuk nano fosfat memberikan lebih banyak

residu pada daun yang mengganggu proses fotosintesis. Pembentukan biji sangat dipengaruhi oleh besarnya serapan tanaman terhadap faktor lingkungan dan unsur fosfor. Unsur hara yang dapat diserap kemudian digunakan untuk proses metabolisme didalam tanaman tersebut. Suplai hara yang cukup membantu terjadinya proses fotosintesis dalam tanaman menghasilkan senyawa organik yang akan diubah dalam bentuk ATP saat berlangsungnya respirasi, selanjutnya ATP ini digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Selama pertumbuhan reproduktif akan terjadi pemacuan pembentukan bunga, polong serta biji kedelai (Hardjowigeno, 2007). Biji akan terbentuk dalam polong bersamaan dengan itu berlanjut sampai pemasakannya. Pada saat tanaman memasuki fase pengisian biji, cadangan karbohidrat diubah menjadi gula dan ditranslokasi ke biji yang sedang berkembang. Diduga pada perlakuan pemberian 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) merupakan konsentrasi sehingga mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

Hasil pengamatan terbaik dari semua parameter menunjukkan tanaman kedelai varietas Dega 1 dengan perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3% nano fosfat (A3) memberikan peningkatan yang cenderung lebih tinggi pada fase vegetatif yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar, berat kering tajuk, luas daun, panjang akar, LAB dan LPN namun tidak memberikan hasil maksimal pada hasil produksi. Peningkatan hasil produksi terjadi pada perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat (A1) hal ini dapat dilihat dari jumlah polong berat segar polong, jumlah biji, bobot biji serta bobot 100 biji. Selain itu, konversi hasil biji (Lampiran 1) menunjukkan bahwa hasil biji tertinggi terdapat pada perlakuan 50% pupuk SP-

36 + 0,1% nano fosfat (A1) yaitu sebesar 3.99 ton/ha, diikuti perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,2% nano fosfat (A2) sebesar 3.42 ton/ha, perlakuan 50% pupuk SP-36 + 0,3% nano fosfat (A3) sebesar 2.85 ton/ha dan perlakuan 100% SP-36 (A0) sebesar 2.85 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk nano fosfat diaplikasikan secara foliar menjadikan tanaman lebih mudah dalam menyerap unsur P. Hal ini dikarenakan ukuran partikel nano yang lebih kecil dari ukuran stomata daun sehingga diduga akan mempermudah proses masuknya unsur hara. Unsur hara yang terserap oleh tubuh tanaman kemudian digunakan untuk proses metabolisme yang hasilnya dipergunakan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai. Namun demikian pemberian berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dan pupuk SP-36 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada semua parameter kecuali LAB. Hal ini menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi pupuk nano fosfat abu tulang ayam dapat digunakan sebagai menggantikan pupuk SP-36. Namun penggunaan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat diduga lebih tepat karena ditinjau dari segi ekonomi penggunaan 50% pupuk SP-36 + 0,1% nano fosfat yang lebih sedikit memberikan hasil yang sama dengan penggunaan berbagai dosis pupuk nano fosfat lainnya.