

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis, respon tanaman kedelai terhadap penambahan pupuk hijau gulma Kirinyu berbeda-beda antar perlakuan. Komponen pengamatan pengaruh penggunaan pupuk hijau Kirinyu terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai antara lain analisis kimia tanah, pertumbuhan vegetatif pada minggu ke-10 dan komponen hasil biji.

A. Analisis Kimia Tanah

Hasil analisa kimia tanah awal menunjukkan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tanam memiliki kandungan C-organik sebesar 0,79% yang dikategorikan rendah karena kurang dari 2,01%, dan C/N rasio yang rendah (3,47) karena dibawah 11. Akan tetapi kandungan bahan organik sebesar 1,36% yang dikategorikan sedang karena lebih dari 1%, nitrogen sebesar 0,23 ppm yang dikategorikan sedang serta kondisi tanah netral dengan pH 7,09 (Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi tanah tidak mempengaruhi perlakuan pemupukan terhadap tanaman kedelai.

Tabel 4. Hasil Analisis Kimia Tanah

Parameter	Kadar	Standar*
Kadar lengas (%)	1,26	-
C-organik (%)	0,79 (Rendah)	2,01-3,00
BO (%)	1,36 (Sedang)	1-2
N (ppm)	0,23 (Sedang)	0,21-0,50
C/N	3,47 (Rendah)	11-15
pH	7,09 (Netral)	6,6-7,5

Keterangan : Analisis dilakukan di Laboratorium Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

*Sumber : LPT (1983)

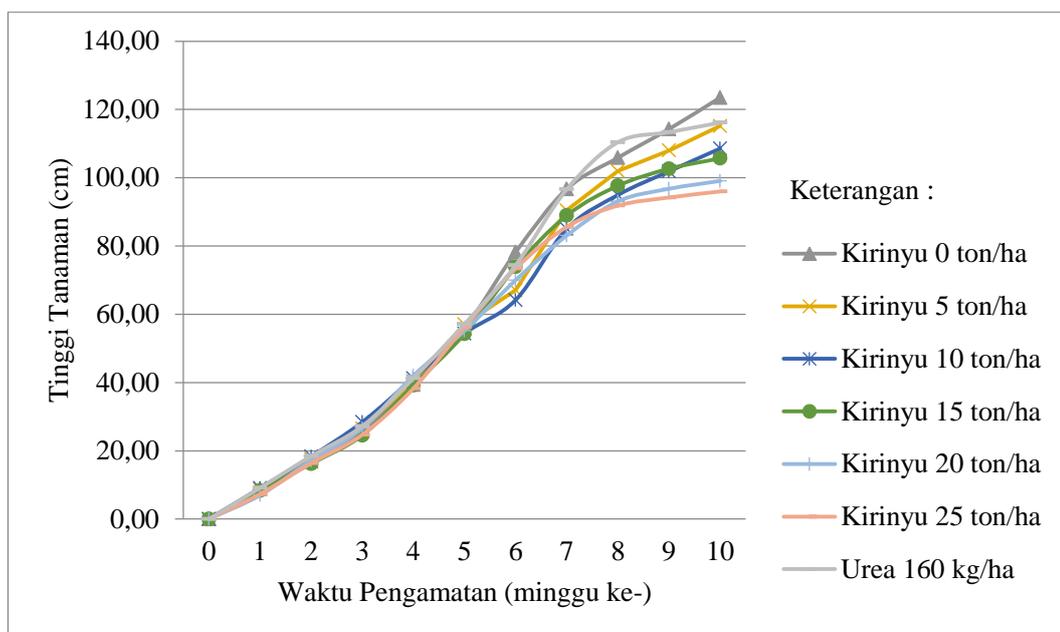
B. Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takaran pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman Kedelai varietas Anjasmoro pada minggu ke-10 (Lampiran 5.a). Hal tersebut disebabkan oleh penggunaan pupuk hijau yang diaplikasikan langsung ke dalam tanah membutuhkan waktu untuk proses dekomposisi. Proses dekomposisi inilah yang menyebabkan tanaman belum mampu menyerap langsung nutrisi yang terkandung dalam pupuk hijau Kirinyu. Selain itu, Kirinyu mengandung senyawa alelopati yang berasal dari daun. Alelopati merupakan senyawa kimia yang dikeluarkan oleh tumbuhan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya.

Batang merupakan salah satu bagian vegetatif tanaman yang biasa digunakan untuk melihat pertumbuhan vegetatif dengan mengukur tinggi tanaman tersebut. Tanaman yang semakin tinggi dari waktu ke waktu disebabkan oleh meningkatnya jumlah sel dan pembesaran sel pada jaringan meristem tanaman tersebut. Perbedaan tinggi tanaman dibedakan dari tersedianya zat pengatur tumbuh, cahaya dan ketersediaan air serta nutrisi dalam media tanam (Gardner dkk., 1991).

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa semua perlakuan pemberian pupuk hijau Kirinyu mengalami kenaikan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-10. Tinggi tanaman pada minggu ke-1 sampai ke-6 hampir sama yang ditunjukkan pada Gambar 1. Walaupun takaran pupuk hijau Kirinyu mulai berpengaruh terhadap tinggi tanaman Kedelai Anjasmoro pada minggu ke-7 yang ditunjukkan dengan perbedaan pertambahan tinggi tanaman (Gambar 1). Laju pertambahan tinggi tanaman pada perlakuan pada minggu ke-8 mulai melambat pada semua

perlakuan. Hal tersebut disebabkan oleh tanaman yang telah memasuki fase berbunga pada minggu ke-7 (Gambar 1), sehingga pada fase generatif hasil asimilat tanaman sebagian besar dialokasikan ke buah yang akan dibentuk (Salisbury dan Ross, 1995).



Gambar 1. Grafik Pertambahan Tinggi Tanaman Kedelai

Laju pertambahan tinggi tanaman kedelai pada masing-masing perlakuan berbeda antar perlakuan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pupuk hijau Kirinyu yang diaplikasikan ke tanah belum terdekomposisi dan bersifat *slow release*, sehingga nutrisi dalam pupuk hijau belum dapat diserap langsung oleh tanaman. Hal tersebut mengakibatkan tanaman tumbuh serempak. Selain itu pemberian Kirinyu yang mengandung alelopati mampu menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya, termasuk tanaman kedelai yang dibudidayakan. Hal ini sesuai dengan penelitian Suwal *et. al.* (2010) yang menyatakan bahwa efek alelopati Kirinyu terhadap perkecambahan dan pertumbuhan padi, dimana ekstrak daun Kirinyu memberikan efek penghambatan terbesar terhadap perkecambahan dan pertumbuhan padi dibandingkan ekstrak batang maupun ekstrak akar.

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Jumlah Nodul Akar, Bobot Nodul, Diameter Nodul, Luas Daun dan Indeks Luas Daun pada Minggu Ke-10

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (tangkai)	Jumlah Nodul Akar (Buah)*	Nodul Efektif (%)	Bobot Nodul Akar (g)*	Diameter Nodul Akar (mm)	Luas Daun (cm ²)*	Index Luas Daun*	
								Vegetatif	Generatif
Kirinyu 0 ton/ha	123.48 a	123,67 a	513,67 a	86,67 a	5,90 a	2,505 b	8.355,33 a	2,79 a	10,52 a
Kirinyu 5 ton/ha	115.18 a	109,22 b	126,33 a	85,00 a	4,98 a	3,228 a	4.677,67 a	2,39 a	5,03 a
Kirinyu 10 ton/ha	108.56 a	101,00 b	442,00 a	86,67 a	5,22 a	2,900 ab	5.825,33 a	3,13 a	6,11 a
Kirinyu 15 ton/ha	105.69 a	99,50 b	240,33 a	83,33 a	3,37 a	2,394 b	3.755,67 a	2,92 a	3,06 a
Kirinyu 20 ton/ha	100.21 a	98,88 b	355,33 a	81,67 a	3,24 a	2,566 b	4.666,33 a	2,90 a	4,52 a
Kirinyu 25 ton/ha	101.37 a	100,78 b	241,67 a	93,33 a	4,17 a	2,858 ab	3.319,33 a	2,86 a	2,41 a
Urea 160 kg/ha	116.13 a	109,78 b	230,67 a	88,33 a	2,77 a	2,239 b	4.419,67 a	2,54 a	4,46 a

Keterangan :

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan *analysis of variant* dengan taraf $\alpha = 5\%$.

*= analisis data menggunakan data transformasi dengan rumus “=sqrt(nilai+0,5)”

Phan et al. (2001) *dalam* Damayanti dkk., (2013) menyatakan bahwa daun Kirinyu kaya akan flavonoid yaitu tanin, *quercetin*, *sinensetin*, *sakuranetin* dan hampir semua senyawa tersebut diketahui berpotensi sebagai agen alelopati. Cara kerja senyawa alelopati yaitu menghambat perbanyakan dan pembelahan sel, penyerapan hara dan mineral, laju fotosintesis, dan sintesis protein (Sukman dan Yakup, 2002 *dalam* Avrin dkk., 2010). Menurut Rice (1984) *dalam* Damayanti (2013), efek penghambatan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh adanya sifat fitotoksik (alelokemi) yang dapat mempengaruhi aktivitas hormon, salah satunya adalah asam indol asetat (IAA) atau auksin yang berperan dalam pembesaran sel tanaman. Menurut Sastroutomo (1990) *dalam* Damayanti *et al.* (2013), alelokemi seperti senyawa fenolik dan glikosida flavonoid dalam kadar tinggi akan menguraikan IAA menjadi IAA oksidase, sehingga fungsi IAA sebagai pemanjang sel menjadi terganggu.

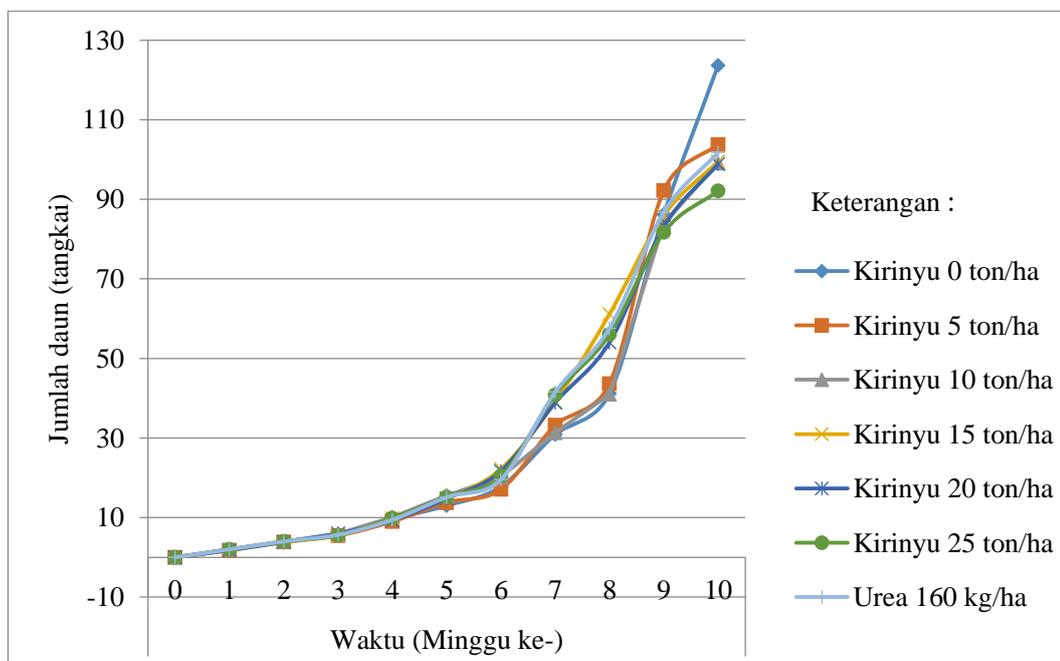
Senyawa alelopati pada konsentrasi 5 kg/L pelarut dapat menghambat perkembangan biji gulma maupun tanaman pangan seperti jagung, kedelai maupun kacang-kacangan (Adetayo dkk., 2005 *dalam* Avrin dkk., 2010). Alelopati pada Kirinyu juga dapat digunakan untuk mengendalikan gulma. Di samping untuk mengendalikan gulma, alelopati pada Kirinyu juga dapat menekan serangan hama dan penyakit pada tanaman kedelai (Ambika dan Poornima, 2004).

C. Jumlah Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan takaran pupuk hijau Kirinyu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman Kedelai varietas Anjasmoro pada minggu ke-10 (Lampiran 5.b). Jumlah daun terbanyak terdapat pada minggu ke-10 yaitu Kirinyu 0 ton/ha sebanyak 123,67 tangkai dan nyata

lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan penambahan pupuk hijau Kirinyu 5 – 25 ton/ha dan Urea 160 kg/ha (Tabel 5).

Daun merupakan pusat produksi karbohidrat tanaman yang diperoleh dari hasil fotosintesis. Daun juga disebut sebagai dapur makanan bagi tanaman karena menyerap dan mengubah energi cahaya matahari menjadi asimilat melalui fotosintesis (Gardner dkk., 1991). Jumlah daun pada minggu ke-1 sampai minggu ke-5 hampir sama, akan tetapi mulai pada minggu ke-6 terlihat laju pertumbuhan jumlah daun yang berbeda (Gambar 2). Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada minggu ke-8 dan mulai menurun pada minggu ke-9 kecuali pada perlakuan Kirinyu 0 ton/ha yang laju pertumbuhan daunnya masih tinggi sampai minggu ke-10. Tersedianya unsur hara makro yang cukup bagi tanaman akan merangsang jumlah karbohidrat dan pembentukan tunas baru termasuk jumlah daun. Ketersediaan unsur hara N dalam tanah mempengaruhi jumlah dan luas daun yang terbentuk (Gardner dkk., 1991).



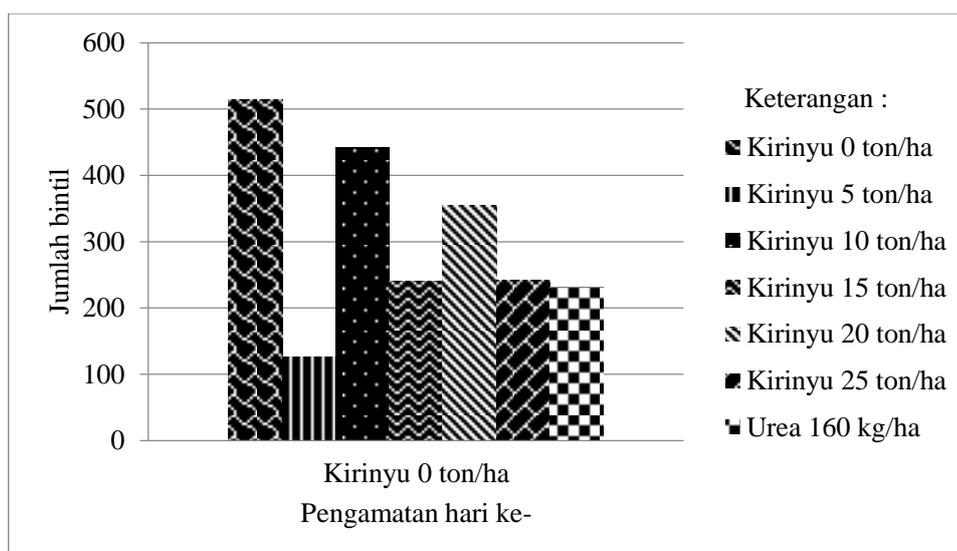
Gambar 2. Grafik Jumlah Daun Tanaman Kedelai

Perbedaan laju pertambahan jumlah daun disebabkan oleh beberapa faktor yaitu penggunaan pupuk hijau yang diaplikasikan langsung ke dalam tanah membutuhkan waktu untuk terdekomposisi, sehingga nutrisi yang terkandung di dalamnya belum mampu diserap langsung oleh tanaman. Selain itu, tinggi tanaman dan jumlah nutrisi yang diserap tanaman juga mempengaruhi jumlah daun yang terbentuk pada tanaman kedelai. Berbeda dengan perlakuan Kirinyu 0 ton/ha yang menyerap nitrogen dengan bantuan nodul akar, sehingga tercukupi untuk pembentukan daun. Apabila tanaman kekurangan nutrisi seperti unsur N, P, K dan unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam proses fotosintesis, maka proses pembentukan asimilat yang digunakan dalam pembelahan sel untuk pertumbuhan tunas baru akan terhambat. Selain itu senyawa alelopati dari daun Kirinyu mampu menghambat perbanyakan dan pembelahan sel, penyerapan hara dan mineral, laju fotosintesis, dan sintesis protein (Sukman dan Yakup, 2002 *dalam* Avrin dkk., 2010). Hal tersebut yang menyebabkan jumlah daun dengan perlakuan pupuk hijau Kirinyu yang semakin banyak cenderung menurun dibandingkan dengan jumlah daun perlakuan Kirinyu 0 ton/ha (Tabel 5).

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa fase vegetatif tanaman dengan perlakuan Kirinyu 0 ton/ha lebih lama dibandingkan dengan tanaman lainnya, sehingga diasumsikan bahwa nutrisi yang terserap tanaman difokuskan pada pertumbuhan vegetatif tanaman, bukan untuk menghasilkan buah. Selain itu, sumber nitrogen pada perlakuan Kirinyu 0 ton/ha adalah dari fiksasi nitrogen nodul akar karena jumlah nodul yang cenderung lebih banyak daripada perlakuan 5-25 ton/ha (Tabel 5).

D. Jumlah Nodul Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah nodul akar pada minggu ke-10 (Lampiran 5.c). Terbentuknya nodul akar mengindikasikan kesesuaian strain antara inokulum *Rhizobium* sp. dengan tanaman inangnya (Kusumastuti *et al.*, 2016). Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah nodul akar pada minggu ke-10 sangat beragam. Hasil kedelai secara statistik tidak dipengaruhi oleh takaran pupuk hijau Kirinyu, akan tetapi jika dilihat dari hasil reratanya, penambahan Kirinyu 0 ton/ha cenderung menghasilkan jumlah nodul yang tinggi dibandingkan perlakuan lain dengan jumlah 513,67 buah.



Gambar 3. Grafik Jumlah Nodul Akar

Jumlah nodul sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan genetik tanaman. Penambahan nitrogen di nodul akar sangat dipengaruhi oleh efektivitas nodul akar (Tabel 5). Penambahan pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata secara statistik, akan tetapi berdasarkan hasil rerata jumlah nodul pada perlakuan Kirinyu 0 ton/ha cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain (Tabel 5). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak unsur nitrogen yang diberikan, maka

pembentukan nodul akar akan semakin terhambat. Pembentukan nodul diawali dengan tumbuhan menyediakan karbohidrat yang dibentuk di daun (fotosintesis) untuk *Rhizobium* sp. melalui jaringan floem menuju akar atau yang disebut eksudat akar (Salisbury dan Ross, 1995).

Bakteri penambat nitrogen (*Rhizobium* sp.) memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber makanannya dan memberikan hasil fiksasi nitrogen kepada tanaman kedelai. Akan tetapi, penambatan nitrogen oleh tanaman menyediakan hanya sekitar seperempat sampai separuh dari total nitrogen pada beberapa tumbuhan kacang yang tumbuh pada tanah dengan kesuburan normal. Sisa nitrogen diserap sebagai NO_3^- atau NH_4^+ dari tanah, terutama selama periode vegetatif. Meskipun demikian, hasil tanaman kacang-kacangan tidak dapat ditingkatkan dengan pupuk nitrogen, sebab penambatan nitrogen menurun sejalan dengan penambahan jumlah pupuk nitrogen yang diserap tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Nodul efektif ditandai dengan warna merah pada bagian tengah nodul apabila dibelah menggunakan pisau. Semakin banyak nodul yang terbentuk, maka semakin banyak nitrogen yang terfiksasi dan N yang dihasilkan, sehingga kandungan klorofil pada daun dan proses fotosintesis juga akan meningkat. Dengan demikian, asimilat yang dihasilkan juga lebih banyak yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman lebih baik (Lamina, 1989; Ramdana dan Retno, 2015).

E. Bobot Nodul Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takaran pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap bobot nodul akar (Lampiran 5.d). Bobot nodul sangat

dipengaruhi oleh jumlah nodul akar pada tanaman, diameter nodul dan fase pertumbuhan tanaman. Fase pertumbuhan tanaman menentukan jumlah dan bobot nodul karena penambatan nitrogen oleh akar tanaman terbesar berlangsung pada saat perkembangan reproduktif atau fase generatif (Salisbury dan Ross, 1995).

Bobot nodul akar secara statistik tidak dipengaruhi oleh penambahan pupuk hijau Kirinyu 0-25 ton/ha ataupun urea 160 kg/ha. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kandungan Kirinyu, ketersediaan nitrogen dalam tanah dan efektifitas nodul akar. Kandungan alelopati yang terdapat pada daun Kirinyu dapat menghambat jumlah eksudat akar yang dibutuhkan oleh *Rhizobium* sp. sehingga ukuran dan bobot nodul akar tidak maksimal (kecil). Selain itu, ketersediaan unsur nitrogen juga mempengaruhi jumlah dan ukuran nodul, sehingga berimbas pada bobot nodul. Semakin banyak unsur nitrogen yang tersedia bagi tanaman, maka pembentukan nodul akar akan terhambat. Nodul akar yang efektif juga akan memiliki bobot yang lebih besar karena mengandung leghemoglobin yang berwarna merah dan mampu mengikat nitrogen dibandingkan dengan nodul yang tidak efektif (busuk). Menurut Aep (2006) dalam Kusumastuti *et al.* (2016), nodul akar efektif hanya sampai masa vegetatif tanaman berakhir, setelah itu akan luruh, sehingga mempengaruhi bobot nodul. Namun pada penelitian ini, bobot nodul dan jumlah nodul hanya diamati pada minggu ke-10 yang semuanya menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan (Lampiran 5.c dan 5.d).

F. Diameter Nodul Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan berpengaruh nyata terhadap diameter nodul akar (Lampiran 5.e). Diameter nodul akar mengindikasikan bahwa terdapat kesesuaian antara *Rhizobium* sp. dengan

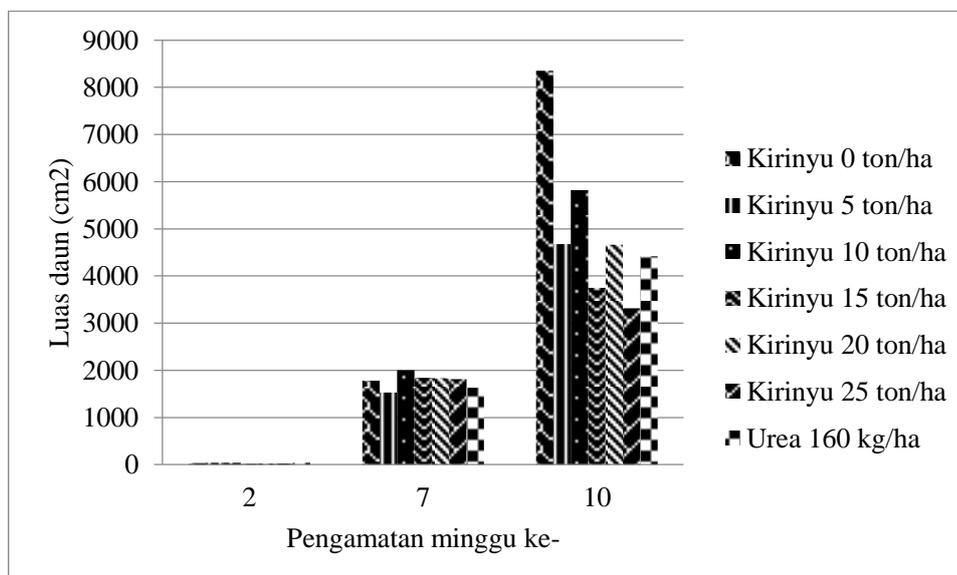
tanaman Kedelai Anjasmoro. Kesesuaian inilah yang menyebabkan *Rhizobium* sp. berkembang dengan baik di dalam nodul akar sehingga ukuran nodul semakin besar (Kusumastuti *et al.*, 2016).

Menurut Kastono (2005), terdapat interaksi antara takaran nitrogen tersedia dalam tanah dengan serapan fosfor oleh tanaman. Hal tersebut membantu dalam pembentukan bintil akar yang optimum jika tersedia unsur fosfor yang cukup di dalam tanah. Berdasarkan hasil uji DMRT, diameter nodul terbesar pada minggu ke-10 terdapat pada perlakuan Kirinyu 5 ton/ha (3,228 mm), yang tidak berbeda nyata dengan diameter nodul pada perlakuan Kirinyu 10 ton/ha (2,900 mm), dan Kirinyu 25 ton/ha (2,858 mm). Namun diameter nodul perlakuan Kirinyu 5 ton/ha berbeda nyata terhadap diameter nodul perlakuan Kirinyu 0, 15, 20 ton/ha dan urea 160 kg/ha (Tabel 5).

Diameter nodul akan semakin besar apabila *Rhizobium* sp yang sesuai terhadap tanaman semakin memasuki rambut akar tanaman dan berkembang, sehingga jaringan akar terdesak dan muncullah benjolan pada akar. Pada penelitian ini, diameter nodul pada pemberian pupuk Kirinyu 5 ton/ha merupakan perlakuan dengan diameter nodul terbesar karena jumlah nodul yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain (Tabel 5), sehingga nodul akar cenderung lebih besar karena jumlahnya yang cenderung sedikit. Menurut Lisna (2008), semakin pesat perkembangan *Rhizobium* sp. dalam nodul, maka semakin besar pula nodul yang terbentuk. Apabila ukuran nodul kecil, maka mengindikasikan bahwa hanya sedikit jaringan bakteri yang berkembang, sehingga keefektifan nodul dalam memfiksasi N kurang baik (Ramdana dan Retno, 2015).

G. Luas Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takaran pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun antar perlakuan pada minggu ke-10 (Lampiran 5.f). Laju pertambahan luas daun pada tanaman kedelai (Gambar 4) menunjukkan bahwa pada fase vegetatif (minggu ke-2 sampai minggu ke-7) memiliki laju pertumbuhan tanaman yang hampir sama antar perlakuan dan meningkat drastis pada fase generatif (minggu ke-7 sampai minggu ke-10). Hal tersebut menunjukkan bahwa proses pembentukan asimilat tanaman semakin meningkat setelah memasuki fase generatif. Sekitar 90% penambahan nitrogen pada tanaman kedelai terjadi selama periode perkembangan reproduktif dan 10% pada dua bulan pertama fase vegetatif (Salisbury dan Ross, 1995). Selain itu, tanaman Kedelai Anjasmoro merupakan tanaman indeterminet karena tunas tanaman melanjutkan pertumbuhan vegetatif walaupun telah masuk pada fase generatif.



Gambar 4. Grafik Pertambahan Luas Daun

Pertambahan luas daun disebabkan oleh perbedaan nutrisi pada masing-masing perlakuan. Apabila unsur nitrogen dalam tanah lebih banyak dibandingkan dengan unsur lainnya, maka pertumbuhan tanaman akan mengarah pada besarnya laju pertumbuhan vegetatif, dimana permukaan daun menjadi lebih besar dan memacu proses fotosintesis (Gardner dkk., 1991). Perlakuan pupuk hijau Kirinyu yang diaplikasikan langsung ke dalam tanah belum dapat diserap oleh tanaman pada awal pertumbuhan karena belum terdekomposisi, sehingga membutuhkan waktu agar nutrisi yang terkandung dalam pupuk hijau Kirinyu terurai dan dapat dimanfaatkan tanaman kedelai. Selain itu, pupuk hijau yang mengandung alelopati mampu menghambat perbanyakan dan pembelahan sel, penyerapan hara dan mineral, laju fotosintesis, dan sintesis protein (Sukman dan Yakup, 2002 *dalam* Avrin dkk., 2010).

Pada fase vegetatif, luas daun akan semakin meningkat dan pertumbuhan serta perkembangan tanaman sangat tergantung dengan hasil fotosintat tanaman yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Luas daun yang semakin lebar akan mempengaruhi dalam proses penangkapan cahaya matahari dan proses fotosintesis untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Walaupun pada penelitian Kastono (2005) menunjukkan bahwa pemberian kompos Kirinyu pada kedelai hitam dengan takaran 10, 20 dan 30 ton/ha menghasilkan luas daun optimal pada konsentrasi 20 ton/ha meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Namun pada penelitian ini perlakuan Kirinyu 0 ton/ha menghasilkan luas daun yang cenderung lebih luas daripada perlakuan lain meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya jumlah nodul yang memberikan suplai nitrogen kepada tanaman.

H. Indeks Luas Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau Kirinyu tidak berbeda nyata, baik pada fase vegetatif (Lampiran 5.g) maupun fase generatif (Lampiran 5.h). Indeks luas daun mengindikasikan besarnya asimilat yang dihasilkan oleh tanaman dari proses fotosintesis dibandingkan luas permukaan tanah di sekitar tanaman. Indeks luas daun tanaman Kedelai Anjasmoro pada fase generatif lebih besar dibandingkan pada fase vegetatif (Tabel 5). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan kedelai lebih cepat pada fase generatif karena pada fase generatif ini, tanaman menghasilkan asimilat yang banyak untuk dialokasikan ke buah yang akan dibentuk. Sarief (1989) dalam Damayanti *et al* (2013) menyatakan bahwa apabila unsur nitrogen dan kalium yang tersedia lebih banyak, maka dihasilkan protein yang lebih banyak dan daun dapat tumbuh lebih lebar. Menurut Lakitan (1995) jika kandungan hara dalam tanah cukup tersedia, maka ILD (Indeks Luas Daun) suatu tanaman akan semakin tinggi karena sebagian besar asimilat dialokasikan untuk pembentukan daun yang mengakibatkan luas daun bertambah.

I. Laju Asimilasi Bersih

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap laju asimilasi bersih pada fase vegetatif (Lampiran 5.i) dan berpengaruh nyata terhadap laju asimilasi bersih pada fase generatif (Lampiran 5.j), walaupun luas daun cenderung meningkat (Gambar 4). Menurut Gardner dkk. (1991) laju asimilasi bersih merupakan laju penimbunan berat kering per satuan luas daun per satuan waktu. Luas daun mempunyai kaitan erat

dengan laju asimilasi bersih. Daun yang semakin luas akan menurunkan laju asimilasi bersih karena antara daun satu dengan lainnya saling menaungi. Hal tersebut berakibat pada daun di bagian bawah yang tidak bisa melakukan fotosintesis secara maksimal.

Pada penelitian ini, laju asimilasi bersih tanaman pada fase vegetatif tidak berbeda nyata antar perlakuan pemberian pupuk hijau Kirinyu 0-25 ton/ha. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh penambahan bobot kering tanaman dan luas daun yang tidak berbeda nyata antar perlakuan pada fase vegetatif (Tabel 5). Hal tersebut berbeda dengan laju asimilasi bersih tanaman pada fase generatif yang berbeda antar perlakuan (Tabel 6). Tanaman yang memiliki tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun yang tinggi mampu menyerap nutrisi dari dalam tanah dan cahaya matahari, sehingga laju asimilasi tanaman akan besar. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengamatan pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 4 yang menunjukkan penambahan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun yang semakin meningkat setelah memasuki fase generatif (umur 7-10 minggu setelah tanam).

J. Bobot Segar Tajuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot segar tajuk kedelai pada minggu ke-10 (Lampiran 5.k). Bobot segar tajuk (biomassa) mengindikasikan akumulasi fotosintat dalam tanaman dan menunjukkan kandungan air yang berada pada jaringan tanaman. Laju penambahan bobot segar tajuk yang berbeda antar perlakuan yang disebabkan oleh perbedaan nutrisi yang tersedia di dalam tanah.

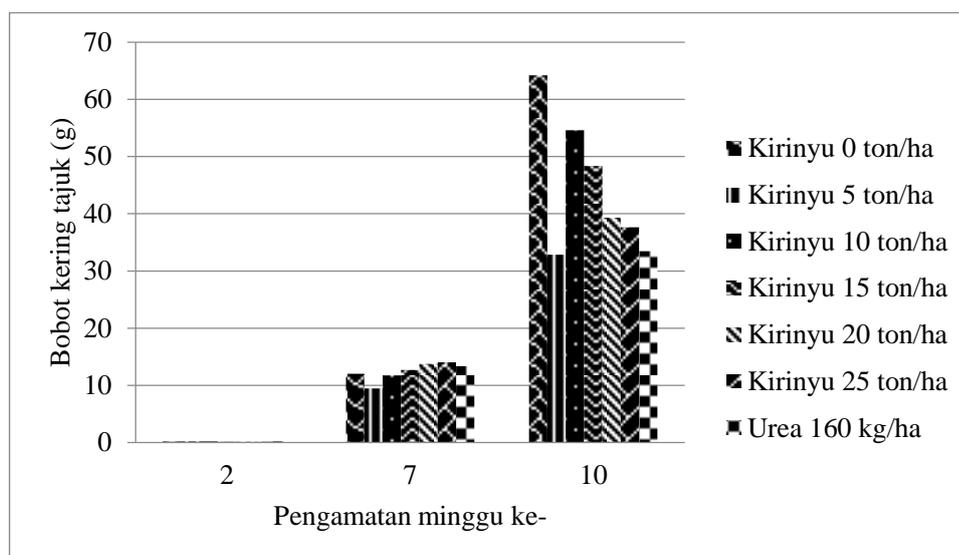
Tanaman dengan perlakuan Kirinyu 0 ton/ha cenderung memiliki bobot segar lebih tinggi daripada perlakuan lain dengan bobot basah 260,65 g. Hal tersebut disebabkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain (Tabel 5). Ratna (2002) dalam Damayanti *et al.* (2013) menyatakan bahwa dengan luas daun yang tinggi dapat membentuk dan menyimpan zat hara lebih banyak, sehingga terjadi peningkatan bobot basah tanaman. Bobot segar tajuk pada perlakuan Kirinyu 5-25 ton cenderung lebih rendah yang disebabkan oleh kandungan senyawa alelopati yang berasal dari daun. Alelopati merupakan senyawa kimia yang dikeluarkan oleh tumbuhan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya, bahkan untuk tanaman kedelai (Sukman dan Yakup, 2002 dalam Avrin dkk., 2010).

K. Bobot Kering Tajuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk Kirinyu tidak ada pengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk (Lampiran 5.m). Bobot kering tajuk sangat dipengaruhi oleh bobot segar tajuk. Laju penambahan bobot kering tajuk berbeda antar perlakuan (Gambar 5). Pada fase vegetatif, laju penambahan bobot kering tajuk relatif rendah dibandingkan pada masa generatif. Hal tersebut disebabkan oleh laju fotosintesis dan penambatan nitrogen oleh tanaman yang berbeda, pada masa generatif penambatan nitrogen dan proses fotosintesis meningkat untuk pembentukan dan pengisian polong kedelai (Salisbury dan Ross, 1995).

Menurut Gardner dkk., (1991) besarnya bobot kering tajuk disebabkan besarnya fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman. Bobot kering tajuk merupakan

hasil akumulasi bahan kering fotosintat dari hasil fotosintesis tanaman. Perlakuan takaran pupuk hijau Kirinyu 0 - 25 ton/ha tidak mempengaruhi bobot kering tajuk secara signifikan (Lampiran 5.m) yang disebabkan oleh fotosintesis tidak hanya memerlukan jumlah daun yang banyak dan luas daun yang tinggi, akan tetapi tanaman membutuhkan nutrisi dan hara yang cukup dari tanah (Kusumastuti *et al.*, 2016).



Gambar 5. Grafik Pertambahan Bobot Kering Tajuk

Perbedaan nutrisi yang diserap tanaman, faktor lingkungan seperti intensitas pchaya matahari, kecepatan angin akan mempengaruhi proses fotosintesis tanaman yang berakibat pada perbedaan bobot kering tajuk. Selain itu, pupuk hijau yang diaplikasikan langsung ke tanah mengandung alelopati yang mampu menghambat perbanyakan dan pembelahan sel, penyerapan hara dan mineral, laju fotosintesis, dan sintesis protein (Sukman dan Yakup, 2002 *dalam* Avrin dkk., 2010). Bobot kering tajuk yang tinggi dan diimbangi dengan bobot segar tajuk yang tinggi mengindikasikan bahwa hasil asimilat tanaman yang membentuk organ tanaman sebanding dengan kemampuan tanaman menyimpan air untuk kebutuhan fotosintesis tanaman.

Tabel 6. Rerata Laju Asimilasi Bersih, Bobot Segar Tajuk dan Akar, Bobot Kering Tajuk dan Akar serta Laju Pertumbuhan Tanaman pada Minggu ke-10.

Perlakuan	Laju Asimilasi Bersih (10×10^{-4} g/cm ² /minggu)*		Bobot Segar	Bobot Kering	Bobot Segar	Bobot Kering	Laju Pertumbuhan Tanaman ($\times 10^{-4}$ g/cm ² /minggu)*	
	Vegetatif	Generatif	Tajuk(g)*	Tajuk(g)*	Akar(g)*	Akar(g)*	Vegetatif	Generatif
Kirinyu 0 ton/ha	15,15 a	24,96 b	64,18 a	260,65 a	91,52 a	19,16 a	42,28 a	262,56 a
Kirinyu 5 ton/ha	13,26 a	22,86 b	32,81 a	138,38 a	36,69 a	7,38 a	31,66 a	114,95 a
Kirinyu 10 ton/ha	13,17 a	34,86 ab	54,59 a	200,19 a	48,32 a	10,72 a	41,23 a	213,16 a
Kirinyu 15 ton/ha	14,37 a	58,62 a	48,36 a	173,64 a	33,67 a	8,61 a	41,92 a	179,22 a
Kirinyu 20 ton/ha	16,28 a	26,71 ab	39,29 a	161,92 a	38,63 a	6,28 a	47,22 a	120,82 a
Kirinyu 25 ton/ha	16,15 a	47,31 a	37,63 a	134,68 a	32,58 a	7,83 a	46,15 a	113,85 a
Urea 160 kg/ha	18,12 a	20,52 b	33,44 a	116,65 a	24,92 a	4,55 a	46,05 a	91,54 a

Keterangan :

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan *analysis of variant* dengan taraf $\alpha = 5\%$.

*= analisis data menggunakan data transformasi dengan rumus “= $\sqrt{\text{nilai}+0,5}$ ”

L. Bobot Segar Akar

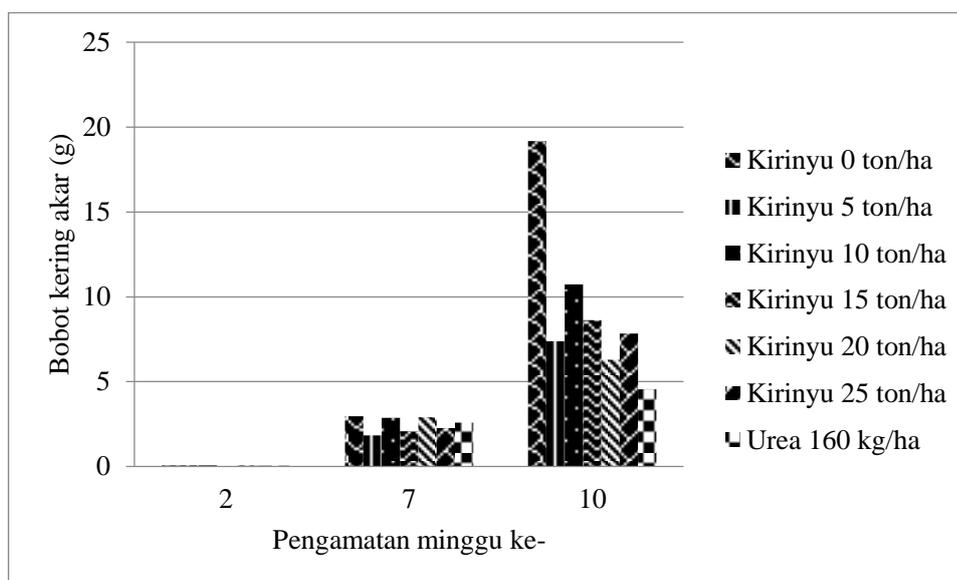
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot segar akar tanaman kedelai varietas Anjasmoro pada minggu ke-10 (Lampiran 5.1). Bobot segar akar mengindikasikan kapasitas pengambilan air dalam tanah oleh akar. Perlakuan pupuk hijau Kirinyu 0-25 ton/ha tidak berbeda nyata secara statistik, akan tetapi berdasarkan hasil rerata perlakuan pupuk hijau Kirinyu 0 ton/ha sebesar 91,52 g cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan Kirinyu 5-25 ton/ha dan urea 160 kg/ha (Tabel 6).

Pertambahan bobot segar akar yang berbeda antar perlakuan pemupukan disebabkan oleh perbedaan nutrisi yang diserap oleh tanaman. Selain itu, panjang akar dan kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dalam tanah juga mempengaruhi bobot segar akar. Semakin panjang akar dan semakin banyak rambut akar, maka bobot segar akar semakin meningkat dan serapan air maupun unsur hara akan meningkat, sehingga bobot segar akar meningkat (Agus, 2015). Panjang akar dapat digunakan untuk menilai daya penyerpan unsur hara dan air, sehingga dapat mengetahui nilai potensial fotosintesis tajuk. Aalelokemi menyebabkan berkurangnya laju penyerapan unsur hara oleh akar. Kekurangan hara tersebut yang menghambat pembentukan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel di ujung akar (Damayanti *et al.*, 2013).

M. Bobot Kering Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan bobot kering akar (Lampiran 5.n). Bobot kering akar mengindikasikan banyaknya akumulasi fotosintat dari proses

fotosintesis pada organ akar untuk proses absorpsi nutrisi atau unsur hara dari tanah. Laju pertambahan bobot kering akar pada minggu ke-7 menunjukkan pertambahan yang hampir sama antar perlakuan, akan tetapi pada pengamatan minggu ke-10 menunjukkan peningkatan yang relatif tinggi (Gambar 6). Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan takaran pemupukan, jumlah daun, tinggi tanaman, luas daun dan jumlah bintil akar efektif.



Gambar 6. Grafik Bobot Kering Akar

Perbedaan pertambahan bobot kering disebabkan oleh ketersediaan air dan sumber hara dalam tanah yang berbeda antar perlakuan (Riyanto, 2008). Pertambahan bobot kering akar pada fase generatif (minggu ke-7 sampai ke-10) relatif lebih tinggi daripada fase vegetatif (minggu ke-2 sampai ke-7). Hal tersebut disebabkan oleh serapan cahaya matahari yang lebih besar, laju fotosintesis lebih tinggi pada fase generatif, sehingga menyebabkan tingginya akumulasi bahan kering (Kusumastuti *et al.*, 2016). Bobot kering akar yang tinggi dan diimbangi dengan bobot segar akar yang tinggi menunjukkan bahwa hasil asimilat yang

membentuk organ akar tanaman mampu menyerap dan menyimpan air yang cukup untuk kebutuhan tanaman.

N. Laju Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takaran pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh secara signifikan baik terhadap laju pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif maupun fase generatif tanaman Kedelai Anjasmoro (Lampiran 5.o dan 5.p). Pertumbuhan didefinisikan sebagai proses pembelahan dan pemanjangan sel atau peningkatan bahan kering (Gardner dkk., 1991). Tanaman kedelai termasuk tanaman semusim, dimana masa pertumbuhan vegetatifnya diakhiri oleh fase generatif. Penampakan tanaman umur 2 minggu setelah tanam, 7 minggu setelah tanam dan 10 minggu setelah tanam disajikan dalam Lampiran 4.l, 4.m dan 4.n.

Laju pertumbuhan tanaman dibedakan menjadi 2 fase, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Pada fase vegetatif, laju pertumbuhan tanaman hampir sama antar perlakuan, yaitu di angka 40 g, kecuali pada perlakuan Kirinyu 5 ton/ha (31,66 g). Akan tetapi setelah memasuki fase generatif, laju pertumbuhan tanaman meningkat drastis menjadi 2 sampai 6 kali lipat (Tabel 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa tahap pertumbuhan juga mempengaruhi penambatan nitrogen.

Tanaman kacang kedelai menunjukkan laju penambatan tertinggi setelah pembungaan ketika permintaan asimilat untuk pembentukan biji dan buah yang sedang berkembang meningkat. Sekitar 90% penambatan nitrogen pada tanaman kedelai terjadi selama periode perkembangan reproduktif dan 10% pada dua bulan pertama fase vegetatif (Salisbury dan Ross, 1995). Hal tersebut disebabkan oleh

tanaman yang telah memasuki fase generatif, hasil asimilat yang diproduksi lebih banyak dialokasikan pada organ generatif yaitu biji, sehingga pertumbuhan organ vegetatif termasuk daun sudah dihambat. Peningkatan laju pertumbuhan tanaman akan meningkatkan berat kering tanaman. Laju pertumbuhan yang relatif tidak berbeda nyata akan menghasilkan berat kering yang tidak berbeda nyata dan pada akhirnya akan menghasilkan hasil yang tidak berbeda nyata (Kastono, 2005).

O. Jumlah Polong per Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman (Lampiran 5.q). Jumlah polong mengindikasikan kemampuan tanaman dalam membentuk buah pada fase generatif tanaman. Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama (Irwan, 2006). Jumlah polong yang ditunjukkan pada Tabel 7 mengindikasikan bahwa kemampuan setiap tanaman dalam membentuk polong tidak berbeda antar perlakuan secara statistik. Namun berdasarkan hasil rerata jumlah polong pada perlakuan Kirinyu 5 ton/ha sebanyak 102,78 buah cenderung lebih tinggi daripada perlakuan lain (Tabel 7). Pembentukan buah berkaitan dengan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun.

Menurut Titiek (2012), daun dapat menyediakan senyawa organik seperti karbohidrat, asam amino dan sebagainya. Akan tetapi pada penelitian ini justru tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun tertinggi menghasilkan jumlah polong terendah. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan fase vegetatif. Umur berbunga tanaman kedelai berkisar antara 33-36 hari setelah tanam (BPPP, 2017), akan tetapi pada tanaman Kirinyu 0 ton/ha fase vegetatif lebih panjang yaitu sekitar 45

hari setelah tanam. Hal tersebut tentu mempengaruhi pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun, sehingga nutrisi yang diserap oleh akar tanaman banyak digunakan untuk fase vegetatif tanaman dibandingkan dengan fase generatif. Gambar pra panen disajikan pada lampiran 4.w, polong pada lampiran 4.x dan biji pada lampiran 4.y.

Tabel 7. Rerata Jumlah Polong per Tanaman, Polong Isi, Bobot Biji per Tanaman, Bobot 100 biji dan Hasil.

Perlakuan	Jumlah Polong (buah)*	Polong Isi (%)*	Bobot Biji per Tanaman(g)*	Bobot 100 Biji (g)*	Hasil (ton/ha)*
Kirinyu 0 ton/ha	69,78 a	76,78 a	15,634 a	13,837 a	2,00 a
Kirinyu 5 ton/ha	102,78 a	92,73 a	26,766 a	15,843 a	3,43 a
Kirinyu 10 ton/ha	87,11 a	82,14 a	19,087 a	15,237 a	2,44 a
Kirinyu 15 ton/ha	82,11 a	87,14 a	19,246 a	16,175 a	2,46 a
Kirinyu 20 ton/ha	88,44 a	88,70 a	21,228 a	17,062 a	2,72 a
Kirinyu 25 ton/ha	82,00 a	85,61 a	21,803 a	15,259 a	2,79 a
Urea 160 kg/ha	101,44 a	92,91 a	27,253 a	16,956 a	3,49 a

Ket. :

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan *analysis of variant* dengan taraf $\alpha = 5\%$.

*= analisis data menggunakan data transformasi dengan rumus “= $\sqrt{\text{nilai}+0,5}$ ”

P. Persentase Polong Isi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi (Lampiran 5.r). Persentase polong isi menunjukkan kemampuan tanaman membentuk dan mengisi polong pada fase generatif atas faktor genetik dan nutrisi yang diserapnya (Kusumastuti *et al.*, 2016).

Perbedaan takaran pupuk hijau Kirinyu 5 – 25 ton/ha maupun Urea 160 kg/ha tidak memberikan perbedaan persentase polong isi. Walaupun demikian, tanaman akan memasok unsur hara cukup besar, termasuk unsur P yang berperan dalam pengisian polong. Penambahan pupuk hijau mampu meningkatkan unsur N

yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif, termasuk tahap pengisian polong (Utari dkk., 2005). Akan tetapi pada penelitian ini penambahan pupuk hijau Kirinyu tidak memberikan perbedaan yang signifikan, baik pada fase vegetatif maupun fase generatif. Selain itu, faktor eksternal yang mengganggu dalam penelitian ini adalah serangan hama yang mengakibatkan kecilnya persentase polong isi yaitu kepik polong (*Riptortus linearis* Fabricus), walang sangit, belalang dan ulat yang ditemukan selama budidaya (Lampiran 4.t). Serangan hama tersebut yang menyebabkan polong kedelai dan biji menjadi mengempis, kering dan rontok.

Q. Bobot Biji per Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap bobot biji per tanaman (Lampiran 5.s). Bobot biji per tanaman merupakan indikator seberapa banyak biji yang mampu dihasilkan oleh tanaman atas penambahan pupuk hijau Kirinyu pada masing-masing perlakuan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada penelitian ini, bobot polong per tanaman yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Bertham (2002) yang menyatakan bahwa bobot biji tanaman Kedelai Anjasmoro tertinggi sebesar 16,67 g yang diperoleh dari kombinasi perlakuan kompos 15 ton/ha dan 150 kg/ha P_2O_5 .

Bobot biji per tanaman kedelai secara statistik tidak dipengaruhi secara nyata oleh penambahan pupuk hijau Kirinyu. Namun jika dilihat dari hasil reratanya, penambahan Kirinyu 5 ton/ha sebanding dengan hasil pada perlakuan Urea 160 kg/ha yang cenderung menghasilkan jumlah polong, persentase polong isi, dan bobot polong per tanaman dan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Perbedaan bobot biji per tanaman dipengaruhi oleh jumlah polong

per tanaman, persentase polong isi dan bobot 100 biji. Semakin banyak jumlah polong dan semakin tinggi bobot polong, maka menandakan bahwa budidaya kedelai dilakukan secara optimal, sehingga menghasilkan kedelai dengan jumlah dan bobot yang optimal. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Lakitan (2007) yang menyatakan bahwa bobot biji per tanaman juga dipengaruhi oleh panjang akar, bobot segar dan bobot kering akar, sehingga panjang dan banyaknya rambut akar akan memperluas dan memperbesar serapan air atau unsur hara. Tersedianya nutrisi yang mencukupi baik dari pupuk hijau yang diaplikasikan maupun dari inokulum serta jumlah daun dan luas daun memberikan perbedaan pengisian biji pada masing-masing perlakuan.

Menurut Kastono (2005), pertumbuhan organ vegetatif akan mempengaruhi hasil tanaman. Semakin besar pertumbuhan organ vegetatif yang berfungsi sebagai penghasil asimilat, maka akan meningkatkan pertumbuhan organ generatif yang akhirnya akan memberikan hasil yang semakin besar pula. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pertumbuhan organ vegetatif Kedelai Anjasmoro yang tidak beda nyata menghasilkan polong yang tidak beda nyata antar perlakuan (Lampiran 5).

R. Bobot 100 Biji

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji (Lampiran 5.t). Bobot 100 biji merupakan salah satu parameter yang mengindikasikan ukuran biji kedelai. Semakin besar ukuran kedelai, maka bobot 100 biji akan semakin tinggi.

Bobot 100 biji dihasilkan dari nutrisi yang mampu diserap oleh tanaman. Semua perlakuan menunjukkan pengaruh yang baik dalam pembentukan biji

kedelai. Di Indonesia, ukuran biji kedelai dikategorikan menjadi 3 kategori yaitu kecil (6-10 gram/100 biji), sedang (11-12 gram/100 biji) dan besar (>13 gram/100 biji) (Irwan, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji Kedelai Anjasmoro termasuk dalam kategori besar karena memiliki bobot 100 biji sebesar 14-17 gram/100 biji yang berarti >13 gram/100 biji (Tabel 7).

S. Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau Kirinyu tidak berpengaruh nyata terhadap hasil Kedelai varietas Anjasmoro (Lampiran 5.u). Hasil biji kedelai ton/ha diperoleh dari konversi bobot biji per tanaman yang dikalikan dengan populasi tanaman kedelai dalam luasan satu hektar. Pengamatan hasil biji kedelai bertujuan untuk mengetahui hasil panen Kedelai Anjasmoro yang diberikan pupuk hijau Kirinyu sebagai perlakuan penelitian. Hasil kedelai secara statistik tidak dipengaruhi secara nyata oleh penambahan pupuk hijau Kirinyu. Namun jika dilihat dari hasil reratanya, penambahan Kirinyu 5 ton/ha dan perlakuan urea 160 kg/ha cenderung menghasilkan jumlah polong, persentase polong isi, bobot biji per tanaman dan hasil yang lebih tinggi (Tabel 7). Selain itu, daun juga merupakan sumber nitrogen untuk pembentukan buah dengan memobilisasi dan mendistribusikan N ke buah

Menurut BPPP (2017), daya hasil kedelai varietas Anjasmoro yaitu 2,03-2,25 ton/ha, sedangkan hasil kedelai pada penelitian ini berkisar antara 2,05-3,57 ton/ha. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau Kirinyu memberikan hasil biji kedelai yang lebih tinggi dibandingkan dengan daya hasil kedelai varietas Anjasmoro.

Pupuk hijau merupakan bahan segar yang langsung diaplikasikan ke dalam tanah, sehingga proses dekomposisi terjadi di dalam tanah dan membutuhkan waktu untuk proses dekomposisi. Menurut Widyastuti (2013), waktu pengomposan daun yang ditumpuk pada lubang resapan biopori yaitu 1 bulan untuk membusuk. Berdasarkan hal tersebut, maka diasumsikan bahwa proses dekomposisi pupuk hijau Kirinyu di dalam tanah terjadi ± 1 bulan setelah aplikasi dan proses mineralisasi terjadi setelah pupuk hijau terdekomposisi di dalam tanah. Hal tersebut menyebabkan pupuk hijau Kirinyu membutuhkan waktu yang cukup lama agar mampu dimanfaatkan oleh tanaman. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan tanaman kedelai yang berumur ± 90 hari setelah tanam. Berdasarkan hal tersebut maka pupuk hijau Kirinyu kurang sesuai untuk tanaman berumur pendek dan kemungkinan dapat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman tahunan atau pupuk diaplikasikan dalam bentuk lain, misalnya bentuk kompos agar mampu dimanfaatkan oleh tanaman dalam waktu yang lebih pendek.