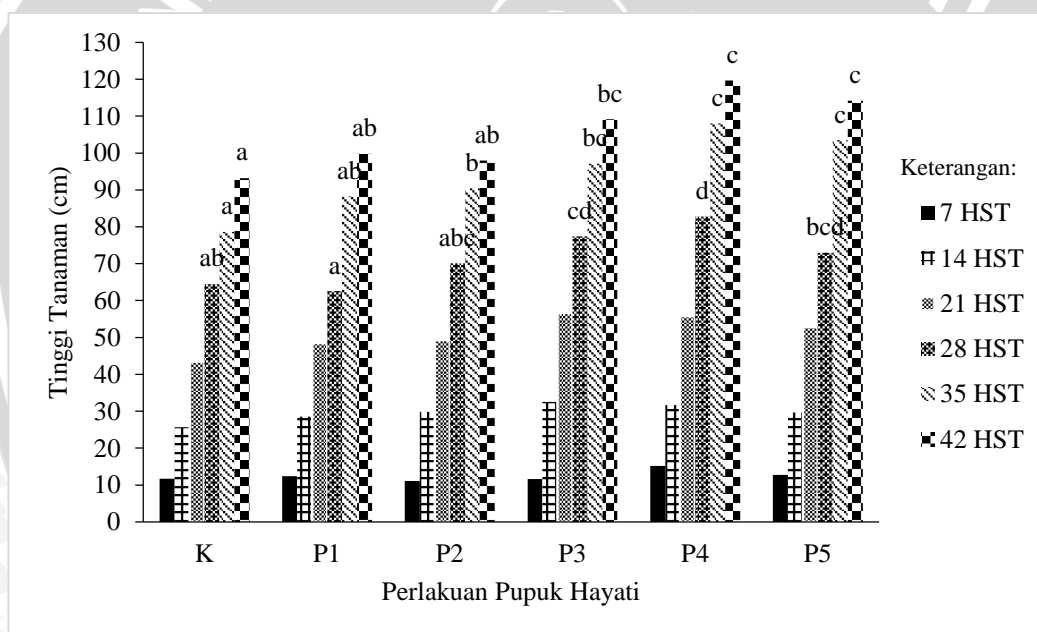


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Pemanfaatan Bakteri Penambat N (*Cyanobacteria*) Sebagai Pupuk Hayati Dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

4.1.1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator dari pertumbuhan tanaman secara vegetatif. Hasil pengamatan pada 28, 35, dan 42 HST pengaruh pemanfaatan bakteri penambat nitrogen (*Cyanobacteria*) sebagai pupuk hayati dan pengaruhnya terhadap tinggi tanaman terlihat berpengaruh berbeda sangat nyata, sedangkan pada pengamatan 7, 14, dan 21 HST tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan pada awal masa pertumbuhan ketersediaan unsur hara masih dipenuhi dengan dosis yang sama. Dapat dilihat pengaruh bakteri penambat nitrogen (*Cyanobacteria*) dalam pupuk hayati terhadap tinggi tanaman (Gambar 6).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

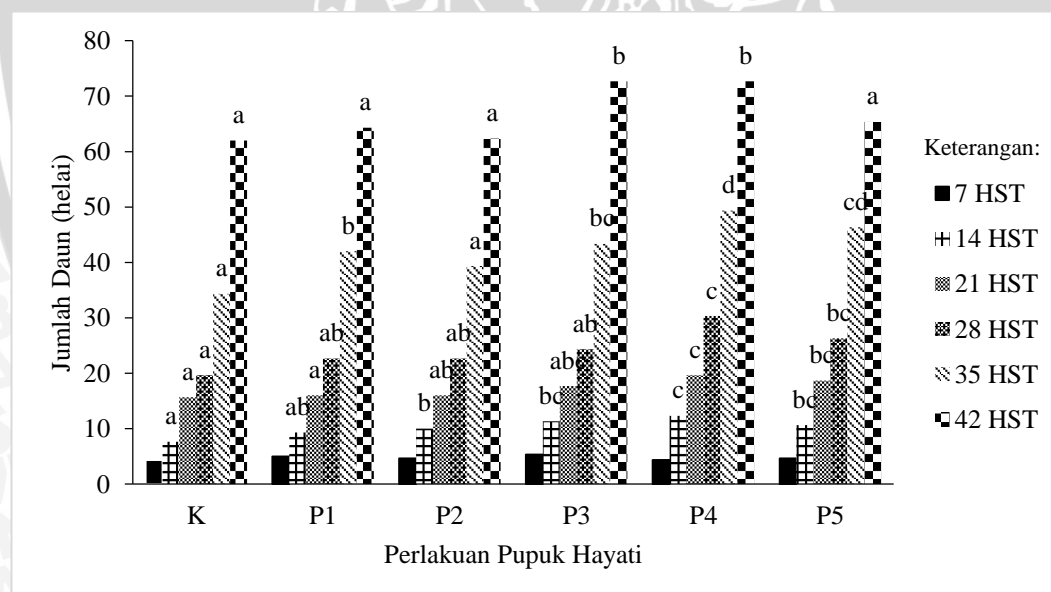
Gambar 1. Rata-Rata Pertumbuhan Tinggi Kedelai

Pengaruh pemberian bakteri penambat nitrogen (*Cyanobacteria*) dalam pupuk hayati terhadap tinggi tanaman terlihat berbeda sangat nyata pada 28, 35, dan 42 HST, sedangkan 7, 14, dan 21 HST tidak berbeda nyata (Lampiran 11a). Hal ini sesuai dengan pernyataan Danial (2011), bahwa pemberian isolat *Methylobacterium spp* berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai mulai 20 HST. Perbedaan pemberian dosis aplikasi pupuk hayati terhadap tinggi tanaman juga

mempengaruhi tinggi tanaman. Pada pengamatan 28 HST perlakuan P1 (14,7 mL *polybag*⁻¹) tingginya lebih rendah dibandingkan kontrol (tanpa perlakuan dosis pupuk hayati). Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian Azizah (2014) bahwa pemberian isolat *Methylobacterium spp* berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman pada 28 HST dan 49 HST dengan dosis pemupukan penuh, sedangkan dengan dosis pemupukan 1/3 dan 2/3 tidak berbeda nyata dengan kontrol.

4.1.2. Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu penentu indikasi dalam penentuan pertumbuhan vegetatif. Semakin banyak jumlah daun yang ada di setiap tanaman maka semakin besar proses fotosintesis yang terjadi pada tanaman. Dari data hasil pengamatan pengaruh pemanfaatan bakteri penambat nitrogen (*Cyanobacteria*) sebagai pupuk hayati dan pengaruhnya terhadap jumlah daun pada 14 dan 21 HST terlihat berbeda nyata lalu pada 28, 35 dan 42 HST terlihat berpengaruh berbeda sangat nyata (Gambar 7). Sedangkan pada pengamatan 7 HST terlihat tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan pada awal masa pertumbuhan ketersediaan unsur hara masih dipenuhi dengan dosis yang sama.



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

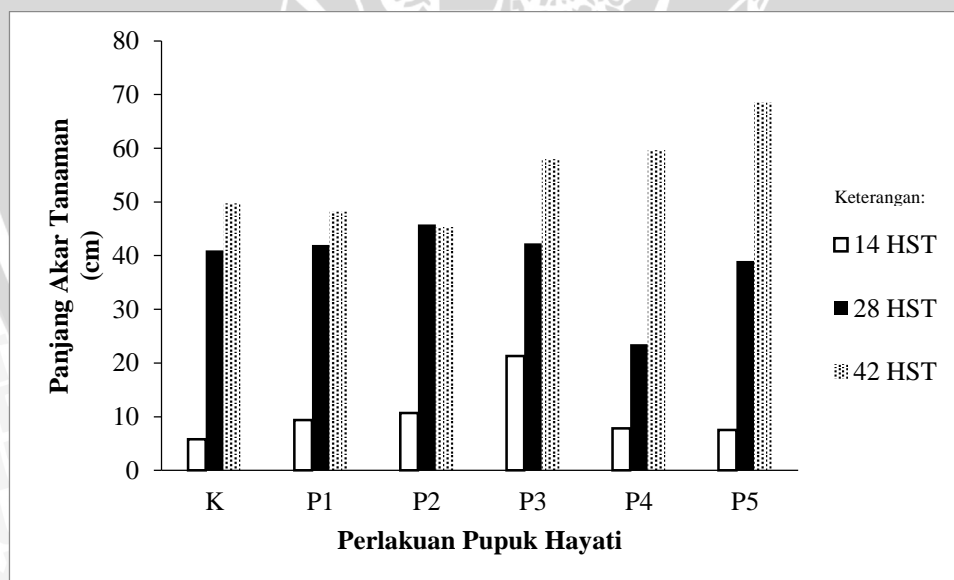
Gambar 2. Rata-Rata Jumlah Daun Kedelai

Pengaruh pemberian bakteri penambat nitrogen (*Cyanobacteria*) dalam pupuk hayati terhadap jumlah daun terlihat berbeda nyata pada 14, 21, 28, 35, dan 42 HST, sedangkan 7 HST tidak berbeda nyata (Lampiran 11b). Pernyataan tersebut

sesuai dengan penelitian Azizah (2014) bahwa perlakuan *Methylobacterium spp* berpengaruh nyata dalam peningkatan jumlah daun pada umur 35 HST dan 42 HST sedangkan tidak berbeda nyata pada awal pemupukan tanaman. Hal ini ditambahkan oleh Azizah (2014), menyatakan bahwa inokulasi *Methylobacterium spp* dapat meningkatkan jumlah daun, berat daun cabai dan tomat. Pernyataan tersebut ditambahkan lagi oleh Azizah (2014), menyatakan bahwa aplikasi *Methylobacterium spp* pada penyemprotan 14 HST dan 28 HST meningkatkan jumlah daun.

4.1.3. Panjang Akar Tanaman

Panjang akar merupakan parameter pengamatan vegetatif tanaman dengan melakukan pengamatan *destructif* pada 14, 28, dan 42 HST. Pengamatan panjang akar berfungsi untuk mengetahui sebaran akar tanaman yang digunakan untuk pengatur pertumbuhan tanaman dan untuk penyerapan unsur hara untuk proses pertumbuhan tanaman (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Pada pengamatan panjang akar tanaman terlihat bahwa pada perlakuan P5 memiliki panjang akar lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu pada 42 HST (Gambar 8). Namun perlakuan tidak berbeda nyata pada panjang akar tanaman (Lampiran 11c).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

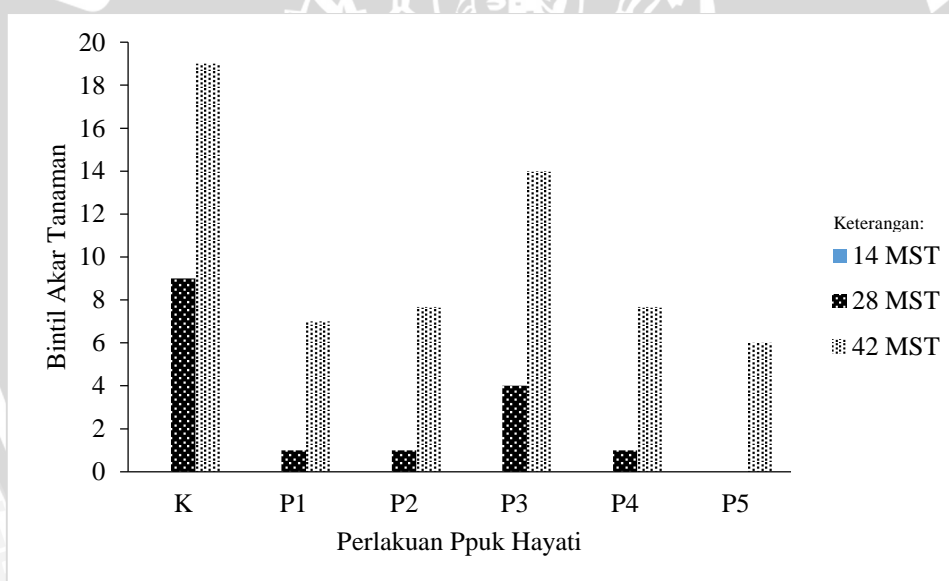
Gambar 3. Rata-Rata Panjang Akar Tanaman

Akar tanaman memiliki fungsi untuk menyerap air dan mineral terutama terjadi melalui ujung akar, dan bulu akar walaupun bagian akar yang tebal juga

berfungsi untuk menyerap mineral sebagian dan dapat menyimpan hara untuk kebutuhan tanaman (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Oleh karena itu akar tanaman yang panjang dapat menyerap unsur hara lebih banyak didalam tanah untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman.

4.1.4. Bintil Akar Tanaman

Bintil akar merupakan parameter pengamatan vegetatif tanaman dengan melakukan pengamatan *destructif* pada 14, 28, dan 42 HST. Pengamatan bintil akar berfungsi untuk mengetahui seberapa besar aktifitas serapan nitrogen tanaman. Pada pengamatan bintil akar tanaman terlihat bahwa pada perlakuan kontrol memiliki bintil akar lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lain pada 42 HST (Gambar 9). Namun perlakuan tidak berbeda nyata pada bintil akar tanaman (Lampiran 11d). Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwaningsih *et al* (2010), bahwa umumnya bintil akar terbentuk 5 - 6 hari setelah inokulasi, sedangkan fiksasi nitrogen terjadi 8 – 15 hari setelah inokulasi.



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 4. Rata-Rata Bintil Akar Tanaman

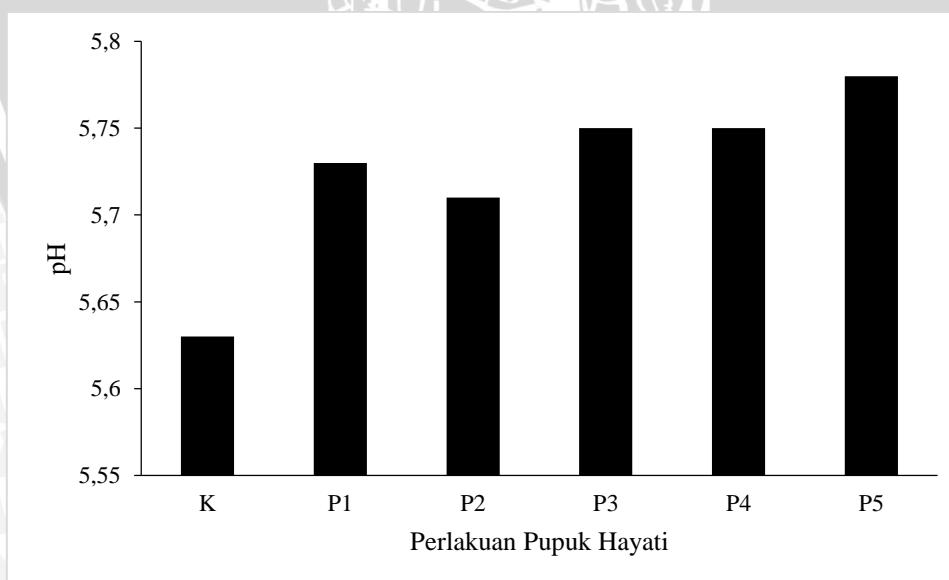
Bintil akar terbentuk di akar tanaman akibat dari proses fiksasi N_2 yang bersimbiosis dengan bakteri. Seperti legum, angiosperma lainnya juga menghasilkan bintil dan menfiksasi N_2 , secara simbiotik dengan bakteri yang lebih kecil yang dikenal sebagai suatu actinomyceles (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Ditambahkn lagi oleh Gardner, Pearce, dan Mitchell, (2008) bahwa, bintil yang

mengandung actinomyceles dimulai adanya bengkakan lateral pada akar setelah adanya infeksi pada bulu-bulu akar. Oleh karena itu proses fiksasi N_2 sangat penting bagi tanaman untuk proses pertumbuhan. Keberadaan bintil akar sendiri ada karena kurangnya nitrogen tersedia dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008) bahwa, jumlah dan ukuran bintil menunjukkan keadaan fiksasi nitrogen N_2 dalam suatu tanaman legume. Hal ini selaras dengan jumlah bintil akar pada perlakuan kontrol, dikarenakan jumlah nitrogen pada perlakuan kontrol memiliki nitrogen yang rendah. Oleh karena itu, bintil akar tanaman terbentuk lebih banyak di dalam perlakuan kontrol karena untuk membantu proses fiksasi nitrogen (N_2) dalam tanah

4.2. Pengaruh Pemanfaatan Bakteri Penambat N (*Cyanobacteria*) Sebagai Pupuk Hayati Dan Pengaruhnya terhadap terhadap Kimia Tanah

4.2.1. pH Tanah

pH tanah merupakan parameter kimia tanah untuk mengetahui tingkat kemasaman suatu tanah. pH tanah pada perlakuan P5 memiliki pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* memiliki pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria*) (Gambar 10).



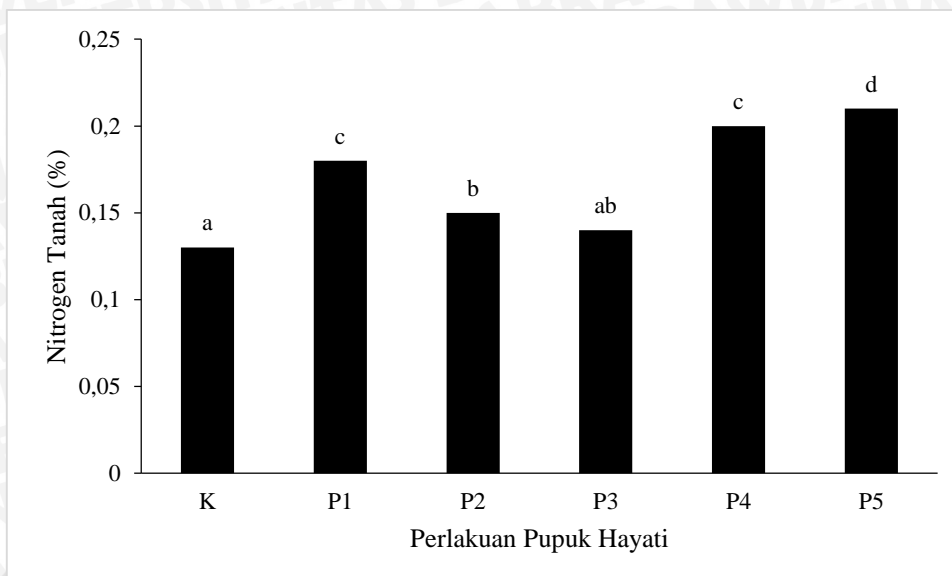
Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 5. Rata-Rata Nilai pH Tanah

Pengaruh pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* pada parameter pH tanah menunjukkan tidak berbeda nyata (Lampiran 11i) pada uji anova taraf 5% dan 1%. Menurut Syekhfani (2009) menyatakan bahwa, pada tanah yang sangat masam konsentrasi ion basa (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^+) rendah, ketersediaan fosfor dan nitrat berkurang dan kelarutan aluminium dan besi akan meningkat dan akan mengakibatkan keracunan pada tanaman. Apabila tanah memiliki ketersediaan unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, maka tanaman akan menyerap unsur hara tersebut dan diproses didalam tanaman untuk kebutuhan fotosintesis, dan didistribusikan ke jaringan tanaman untuk proses pembentukan tinggi tanaman dan jumlah daun (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Oleh karena itu pemberian pupuk *Cyanobacteria* pada parameter pengamatan memiliki tinggi tanaman (Gambar 5) dan jumlah daun (Gambar 6) pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 pada umur 42 HST lebih tinggi dan lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemberian pupuk *Cyanobacteria*) Selain itu pH juga berhubungan dengan perkembangan *Cyanobacteria*, pH dengan nilai mendekati 7 aktifitas pertumbuhan bakteri semakin tinggi. pH tanah dibawah 5,5 mengakibatkan aktivitas bakteri berkurang (Syekhfani, 2009). Pertumbuhan optimum terjadi pada selang suhu 25 – 30°C dengan kisaran pH 6,8 - 7 (Simanungkalit *et al.* 2006).

4.2.2. Total Nitrogen Tanah

Nitrogen merupakan unsur hara yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan unsur hara nitrogen merupakan unsur hara makro yang banyak dibutuhkan untuk tanaman. Pada perlakuan P5 memiliki total nitrogen tertinggi sebesar 0,21% dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan perlakuan dengan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* dibandingkan dengan kontrol (Gambar 11). Pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* memiliki pengaruh berbeda sangat nyata pada parameter total nitrogen, hal ini dikarenakan pada F_{Hitung} lebih besar dari pada F_{Tabel} taraf 5% dan 1% (Lampiran 11e).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

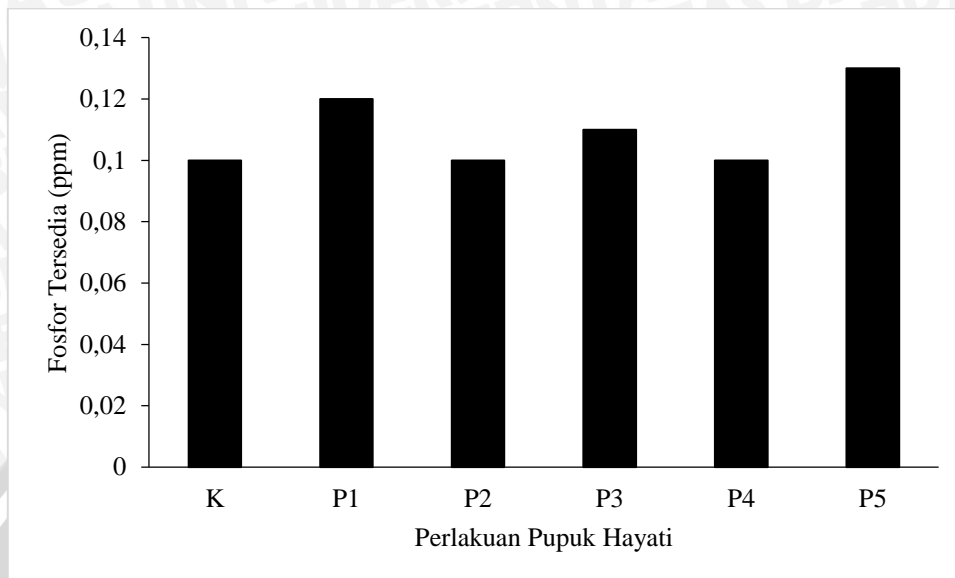
Gambar 6. Rata-Rata Nilai Total Nitrogen Tanah

Pada perlakuan P5 total nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dikarenakan pada P5 pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* 73,51 mL lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini sesuai dengan literatur menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008 bahwa, kemampuan dari *Cyanobacteria* dapat memfiksasi unsur hara nitrogen dan *Cyanobacteria* merupakan salah satu jenis bakteri hidup bebas yang dapat menyumbangkan nitrogen untuk ketersediaan nitrogen dalam tanah. Aktivitas fiksasi N₂ oleh bakteri ini penting untuk keseimbangan nitrogen secara menyeluruh karena Nitrogen terfiksasi terus menerus dapat hilang karena denitrifikasi. Oleh sebab itu pada perlakuan P5 memiliki total nitrogen dalam tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada pemberian pupuk *Cyanobacteria* yang banyak dapat menyumbangkan nitrogen lebih banyak untuk tanah.

4.2.3. Fosfor Tersedia

Fosfor merupakan unsur hara makro yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Peran unsur hara fosfor untuk tanaman digunakan untuk pembungaan dan pembentukan biji dan buah, perkembangan akar, dan ketahanan terhadap penyakit. Hasil analisis tanah, perlakuan P5 (73,51 mL pupuk hayati *Cyanobacteria*) mempunyai nilai fosfor lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol

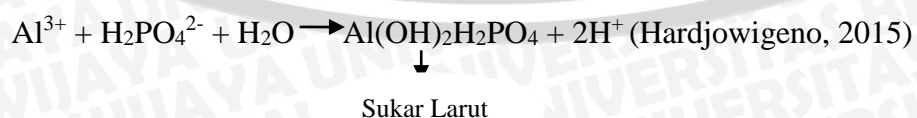
(Gambar 12). Pada perlakuan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* pada fosfor tersedia tidak berbeda nyata (Lampiran 11f).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 7. Rata-Rata Nilai Fosfor Tersedia Tanah

Pada perlakuan P5 memiliki fosfor lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan dibandingkan dengan tanpa diberi pupuk hayati *Cyanobacteria*. Hal ini sesuai dengan pH tanah, pada perlakuan P5 memiliki pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* memiliki pH tanah lebih tinggi dibandingkan kontrol, hal ini sesuai dengan pernyataan Syekhfani (2009) bahwa, pH tanah berhubungan dengan ketersediaan fosfor dalam tanah, pada pH rendah ion H_2PO_4^- lebih banyak. Pada tanah masam kelarutan kation Fe, dan Al tinggi hal tersebut fosfor sangat mudah bereaksi dengan kation tersebut dan membentuk ikatan kompleks yang mengendap dan sukar tersedia. Menurut Hardjowigeno (2015) menyatakan bahwa H_2PO_4^- diikat oleh aluminium dan mengakibatkan unsur hara fosfor dalam tanah tidak tersedia pada pH tanah yang masam.

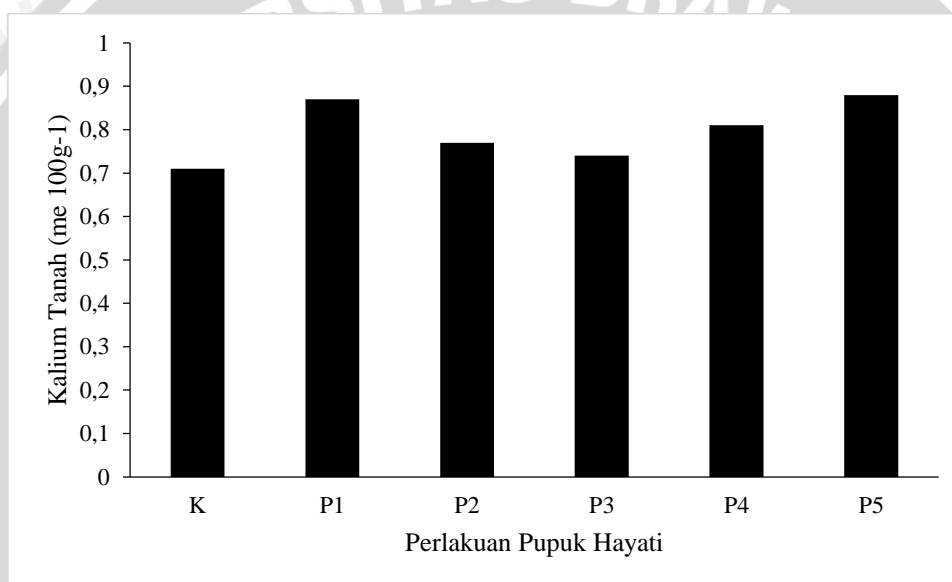


Pada pH masam perkembangan *Cyanobacteria* tidak dapat berkembang dengan baik, semakin rendah pH yang berada di dalam tanah perkembangannya

tidak optimum. pH tanah dibawah 5,5 mengakibatkan aktivitas bakteri berkurang (Syekhfani, 2009). Pertumbuhan optimum terjadi pada selang suhu 25 – 30°C dengan kisaran pH 6,8 - 7 (Simanungkalit *et al.* 2006).

4.2.4. Kalium Tersedia Tanah

Kalium merupakan unsur hara makro dalam tanah yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan mendorong perkembangan akar. Hasil analisis tanah menunjukkan perlakuan P5 mempunyai nilai kalium lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain (Gambar 13). Pemberian pupuk *Cyanobacteria* pada nilai kalium tersedia tidak berbeda nyata dalam penelitian ini. (Lampiran 11g).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

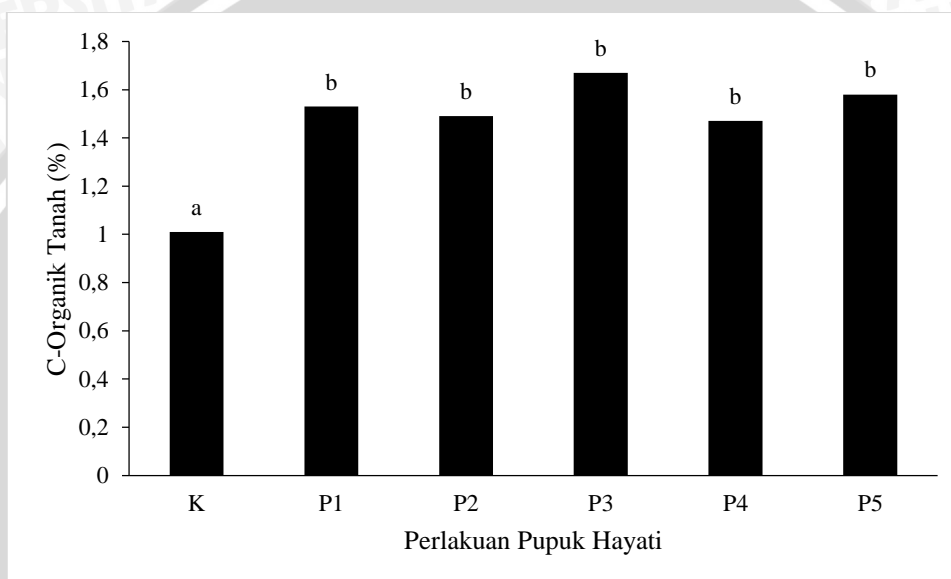
Gambar 8. Rata-Rata Nilai Kalium Tersedia Tanah

Pada perlakuan P5 memiliki kalium tanah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini sesuai dengan pH tanah pada perlakuan P5 yang memiliki pH tanah lebih tinggi. Kalium tanah berhubungan dengan pH tanah. Pada pH tanah yang terlalu masam akan mengakibatkan unsur hara dalam tanah sukar larut, dan dapat mengalami defisiensi. Menurut Syekhfani (2009) bahwa, tanah masam akan membuat K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} namun kandungan besi dan alumunium akan menjadi tinggi apabila pada pH tanah yang masam. Pada pH yang basa memiliki ion OH^- lebih banyak dibandingkan dengan pH masam, hal ini mengakibatkan OH^- berikatan dengan kation basa (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}) dan dapat diserap dalam

tanaman, selain itu OH^- mengikat Al^{3+} membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mengakibatkan aluminium mengendap dan sukar larut (Syekhfani, 2009).

4.2.5. C-Organik Tanah

Pemberian pupuk *Cyanobacteria* pada C-Organik tanah berbeda nyata dalam penelitian ini, hal ini dikarenakan pada F_{Hitung} lebih besar dibandingkan dengan F_{tabel} taraf 5% (Lampiran 11h). Pada perlakuan P3 memiliki unsur hara C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain, dan semua perlakuan memiliki c-organik lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Gambar 14).



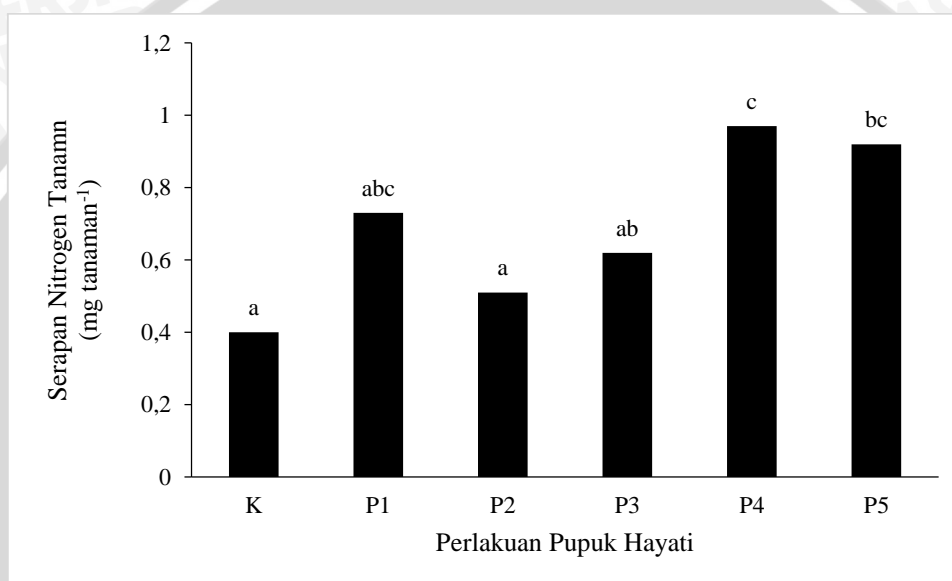
Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 9. Rata-Rata Nilai C-Organik Tanah

Pada perlakuan P3 memiliki C-Organik lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Syekhfani (2009), menyatakan bahwa unsur nitrogen dan karbon digunakan mikroorganisme untuk sumber energi dan hara, karbon digunakan untuk sumber energi dan nitrogen untuk pembentukan sel. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi proses *Cyanobacteria* antara lain pH. Di bawah pH 5,5 aktivitas bakteri berkurang (Syekhfani, 2009). Pertumbuhan optimum terjadi pada selang suhu 25 – 30°C dengan kisaran pH 6,8 - 7 (Simanungkalit *et al.* 2006). Hal ini sesuai dengan pengamatan pH saat penelitian bahwa pH yang optimum meningkatkan aktivitas bakteri, karena itu akan membantu proses dekomposisi. Oleh sebab itu C-Organik dalam perlakuan P3 memiliki C-Organik lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

4.2.6. Serapan Nitrogen Kedelai

Parameter serapan nitrogen pada perlakuan P4 memiliki serapan nitrogen ke tanaman lebih tinggi sebesar 0,91 mg tanaman⁻¹ dibandingkan dengan perlakuan lain, dan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* memiliki serapan hara nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Gambar 15). Pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* pada tanaman kedelai berbeda nyata terhadap serapan nitrogen kedelai, hal ini dikarenakan F_{Hitung} lebih besar dibandingkan dengan F_{Tabel} taraf 5% (Lampiran 11k).



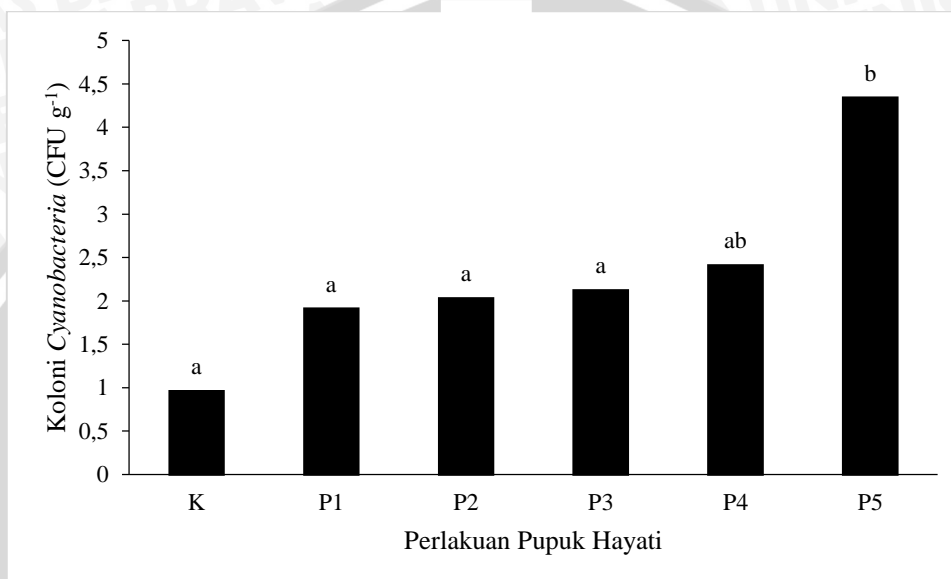
Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 10. Rata-Rata Nilai Serapan Nitrogen Kedelai

Perlakuan P4 memiliki serapan nitrogen kedelai lebih tinggi, hal ini sesuai dengan berat basah tanaman dan berat kering tanaman perlakuan P4 dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008), bahwa pemanfaatan hasil fotosintesis oleh tanaman digunakan untuk cadangan makanan dan struktur tubuh tanaman, fotosintesis yang optimum dapat memberikan hasil berat kering tumbuhan lebih berat dikarenakan fotosintesis menambat CO₂ untuk produksi heksosa dan respirasi untuk mengubah heksosa menjadi bahan struktural, cadangan makanan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

4.3. Total Koloni Cyanobacteria

Pemberian pupuk *Cyanobacteria* memiliki pengaruh berbeda sangat nyata terhadap total koloni *Cyanobacteria* pada tanah yang digunakan dalam penelitian. Hal ini terbukti dari F_{Hitung} lebih besar dibanding dengan F_{tabel} taraf 5% (lampiran 111). Pada parameter total koloni *Cyanobacteria*, perlakuan P5 memiliki total koloni lebih banyak dibandingkan perlakuan Kontrol (Gambar 16).



Keterangan : K (Kontrol), P1 (14,7 mL Pupuk Hayati), P2 (29,4 mL Pupuk Hayati), P3 (44,11 mL Pupuk Hayati), P4 (58,81 mL Pupuk Hayati), dan P5 (73,51 mL Pupuk Hayati), dan HST (Hari Setelah Tanam).

Gambar 11. Rata-rata Koloni *Cyanobacteria*

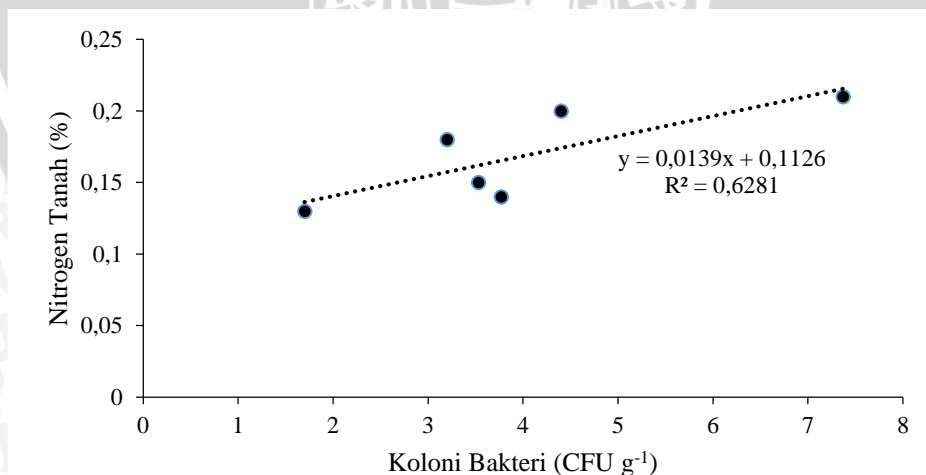
Total koloni *Cyanobacteria* pada perlakuan P5 lebih banyak dengan perlakuan lainnya. Hal ini sebanding dengan total nitrogen tanah pada perlakuan P5 yang memiliki nilai lebih dibandingkan perlakuan lain. Hasil pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* yang telah diaplikasikan menunjukkan isolat yang ditambahkan masih hidup dan berkembang. Kelimpahan populasi *Methylobacterium* di permukaan tanaman dipengaruhi oleh musim tanam, radiasi ultra violet dan suhu lingkungan (Omer, Tomboulni, dan Gerhardson, 2004). Kelimpahan agen hayati *Cyanobacteria* tergantung pada jenis tanaman. Pada daun tanaman kemangi yang berasal dari Bogor terdapat koloni *Cyanobacteria* sebesar 10^4 CFU g⁻¹ daun, kecambah kacang hijau $8,75 \cdot 10^2$ CFU g⁻¹ daun (Riupassa, 2003), tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) serta tanaman hortikultura (mentimun, tomat, terong, cabai merah, gembas dan labu) koloni *Cyanobacteria* berkisar 10^2 -

10^5 CFU g^{-1} tanaman (Salma *et al.* 2005). Pada penelitian ini jenis *Cyanobacteria* termasuk spesies *Anabaena azolla* (Lampiran 4).

4.4. Hubungan Antar Parameter

4.3.1. Hubungan Koloni *Cyanobacteria* dengan Total Nitrogen Tanah

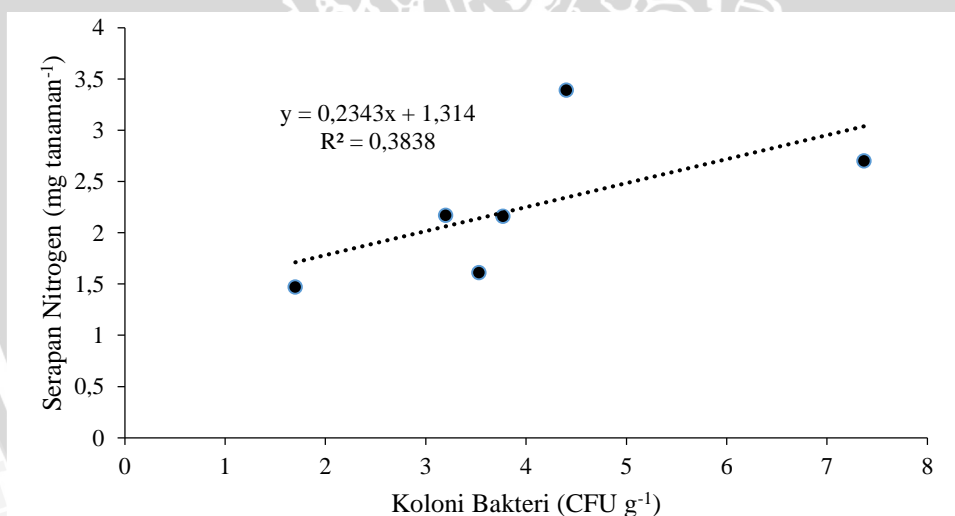
Pada uji korelasi antar parameter terdapat beberapa parameter yang memiliki tingkat korelasi kuat dan sangat kuat (Lampiran 13). Korelasi koloni *Cyanobacteria* dengan total nitrogen memiliki nilai korelasi yang sangat kuat yaitu senilai $r = 0,79$. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah koloni semakin besar total nitrogen dalam tanah. Hubungan antara koloni *Cyanobacteria* dengan total nitrogen tanah nilai koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,628$ atau 62,8% (Gambar 17). Hal tersebut menyatakan bahwa koloni bakteri *Cyanobacteria* mempengaruhi besarnya nilai nitrogen tanah sebesar 62,8% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Junita, Muhartini dan Kastono (2002) menyatakan bahwa, semakin banyak bahan organik yang diberikan pada tanah, akan diikuti dengan peningkatan total nitrogen tanah. Selain itu menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008) menyatakan bahwa, kemampuan *Cyanobacteria* dapat memfiksasi N_2 dan *Cyanobacteria* merupakan organisme hidup bebas yang dapat menyumbangkan nitrogen untuk keseimbangan nitrogen dalam tanah. Hal ini dapat ditarik kesimpulan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* dalam tanah dapat meningkatkan total nitrogen dalam tanah yang dapat dibutuhkan tanaman.



Gambar 12. Hubungan Koloni *Cyanobacteria* dengan Total Nitrogen Tana

4.3.2. Hubungan Koloni *Cyanobacteria* dengan Serapan Nitrogen

Pada serapan nitrogen memiliki nilai korelasi sangat kuat sebesar $r = 0,62$ yang memiliki nilai korelasi positif. Hal ini menyatakan bahwa koloni bakteri mempengaruhi serapan nitrogen pada tanaman kedelai dengan sangat rendah. Koefisien determinasi koloni bakteri dengan serapan nitrogen (Gambar 18) sebesar $R^2 = 0,38$ atau 38% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hal ini sesuai dengan hubungan antara jumlah koloni *Cyanobacteria* dengan total nitrogen dalam tanah yang memiliki hubungan positif. Oleh karena itu semakin tinggi koloni *Cyanobacteria* maka semakin tinggi nilai serapan nitrogen dalam tanah. Beberapa jenis *Methylobacterium* berhubungan dengan metabolisme nitrogen pada tanaman dengan menggunakan urease bakteri dan aplikasi *Methylobacterium* dapat meningkatkan serapan nitrogen, fosfor, kalium dibandingkan tanpa perlakuan (Azizah, 2014). Hal ini dapat ditarik kesimpulan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* dalam tanah dapat meningkatkan serapan nitrogen dalam tanah yang dapat dibutuhkan tanaman.

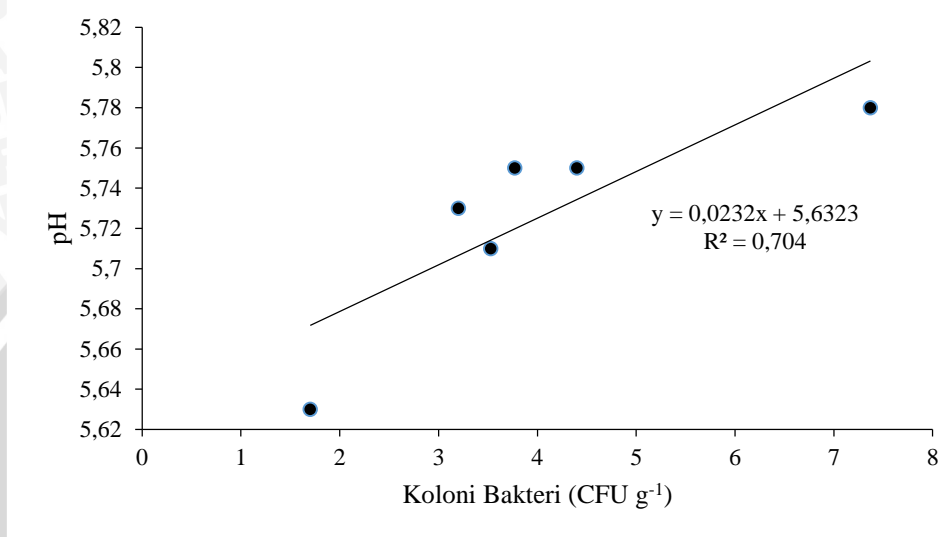


Gambar 13. Hubungan Koloni *Cyanobacteria* dengan Serapan Nitrogen

4.3.3. Hubungan Koloni *Cyanobacteria* dengan pH

Pada nilai pH memiliki nilai korelasi sangat kuat yaitu sebesar $r = 0,84$ yang memiliki nilai korelasi positif. Hasil korelasi pH mempengaruhi berapa banyak koloni bakteri pada tanah tempat tumbuh tanaman kedelai. Nilai koefisien determinasi (Gambar 17) sebesar $R^2 = 0,70$ atau 70% dan lainnya dipengaruhi factor lain. pH tanah dibawah 5,5 mengakibatkan aktivitas bakteri berkurang (Syekhfan,

2009). Pertumbuhan optimum terjadi pada selang suhu 25 – 30°C dengan kisaran pH 6,8 - 7 (Simanungkalit *et al.* 2006). Oleh karena itu terlihat bahwa grafik memiliki hubungan yang positif, artinya semakin tinggi nilai pH tanah maka semakin besar jumlah koloni bakteri tanah. Hal ini dikarenakan pH sesuai untuk pertumbuhan optimum pada bakteri.

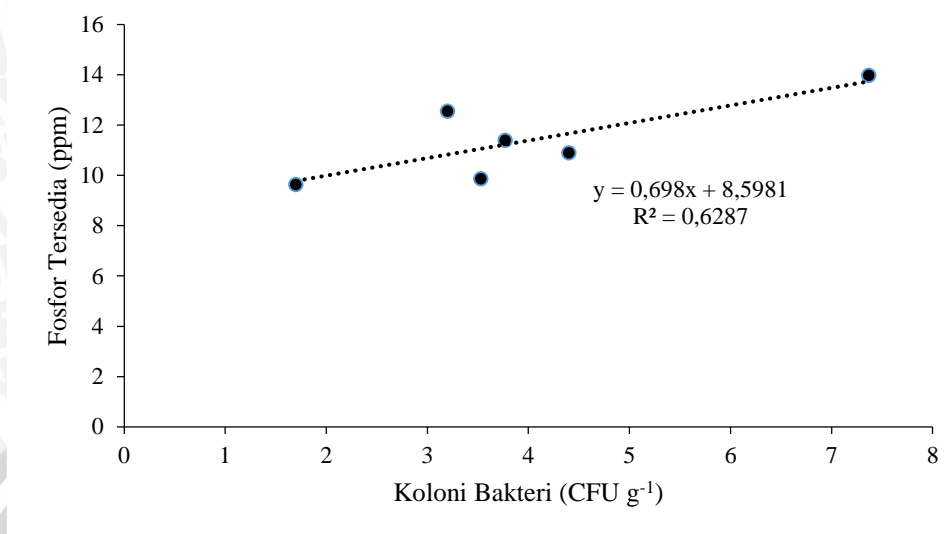


Gambar 14. Hubungan Koloni Cyanobacteria dengan pH

4.3.4. Hubungan Koloni Cyanobacteria dengan Fosfor Tersedia

Pada korelasi ketersediaan fosfor dalam tanah memiliki nilai korelasi yang sangat kuat yaitu sebesar $r = 0,79$ yang memiliki nilai korelasi positif. Banyaknya koloni bakteri *Cyanobacteria* mempengaruhi jumlah fosfor tersedia dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Hasil ini dapat dilihat bahwa koloni bakteri mempengaruhi besarnya nilai fosfor tersedia dalam tanah (Gambar 20). Semakin tinggi koloni bakteri semakin tinggi nilai fosfor. Hal ini sesuai dengan hubungan koloni bakteri dengan pH tanah. Kemasaman tanah mempengaruhi ketersediaan fosfor, pH tanah yang rendah mengakibatkan fosfor didalam tanah diikat dan tidak tersedia untuk tanaman. Menurut Hardjowigeno (2015) menyatakan bahwa fosfor didalam tanah ($H_2PO_4^-$) diikat oleh aluminium dan mengakibatkan unsur ara fosfor dalam tanah tidak tersedia pada pH tanah yang masam. Hal ini sejalan dengan penelitian Kim, *et al.*, (2010), bahwa aplikasi *Methylobacterium oryzae* dan cendawan *Arbuskula Mikorhiza* secara signifikan meningkatkan nitrogen (N) lebih besar pada akar dan tajuk tanaman cabai serta meningkatkan jumlah fosfor sampai

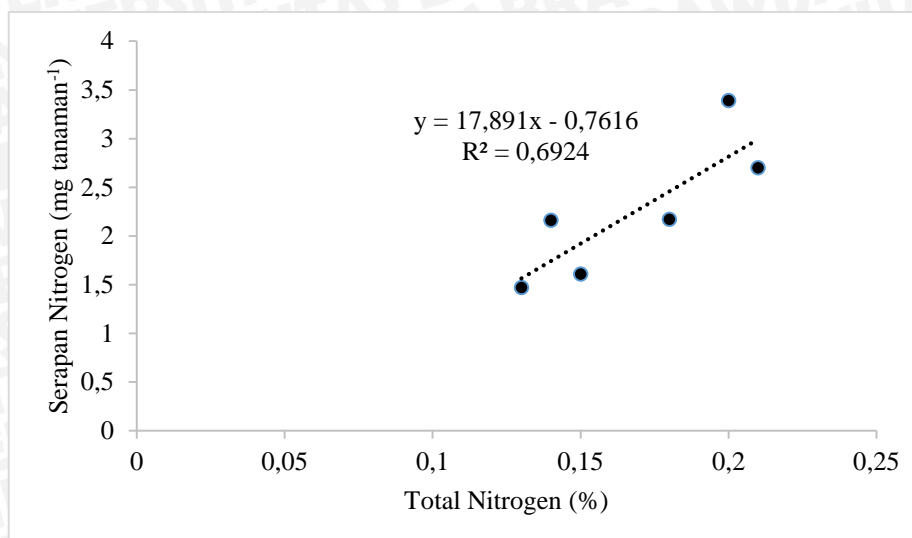
23,3%. Sedangkan untuk nilai koefisiensi determinasi sebesar $R^2 = 0,62$ atau sebesar 62% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.



Gambar 15. Hubungan Koloni Bakteri Cyanobacteria dengan Fosfor Tersedia

4.3.5. Hubungan Serapan Nitrogen dengan Total Nitrogen

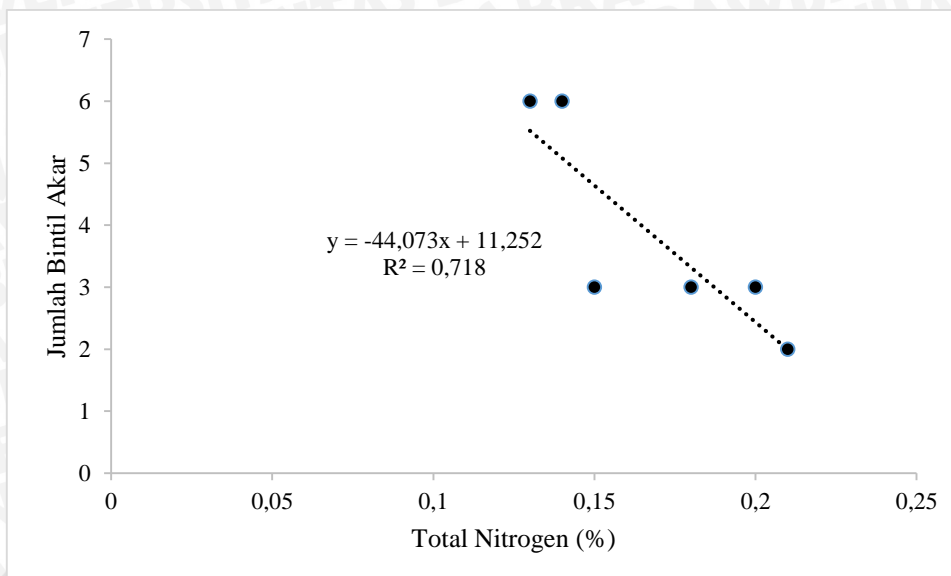
Korelasi antara serapan nitrogen dengan total nitrogen didalam tanah memiliki nilai korelasi sebesar $r = 0,83$, hal ini memiliki nilai korelasi sangat kuat. Nilai koefisien determinasi antar kedua parameter tersebut sebesar $R^2 = 0,69$ atau 69% (Gambar 21). Hal tersebut menunjukkan bahwa nitrogen total mempengaruhi peningkatan serapan nitrogen pada tanaman sebesar 69% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Berdasarkan hasil estimasi serapan nitrogen, serapan nitrogen pada tanaman talas yang tanpa dipupuk dan yang dipupuk N, K dengan dosis 50% adalah rendah, masing-masing sebesar 0,048% dan 0,42%, sementara untuk tanaman yang dipupuk N, K dengan dosis 100%, 150% dan 200% masingmasing sebesar 0,82%, 1,12% dan 1,70% hlebih tinggi disbanding dengan dosis 50% (Suminarti, 2010). Dilanjutkan lagi, banyaknya pupuk N yang diaplikasikan ke tanah memberi kontribusi besar terhadap ketersediaan dan serapan nitrogen oleh tanaman. Nitrogen didalam tanah tersebut diserap dan digunakan untuk tanaman untuk pertumbuhan tanaman baik tinggi tanaman dan pembentukan daun. Hal ini sesuai dengan tinggi dan jumlah daun pada perlakuan P4 memiliki jumlah daun dan tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa memberian pupuk *Cyanobacteria*). Hal ini sesuai dengan besarnya bobot tanaman, semakin besar bobot tanaman semakin tinggi pula serapan nitrogen oleh tanamn.



Gambar 16. Hubungan Total Nitrogen dengan Serapan Nitrogen

4.3.6. Hubungan Bintil Akar dengan Total Nitrogen

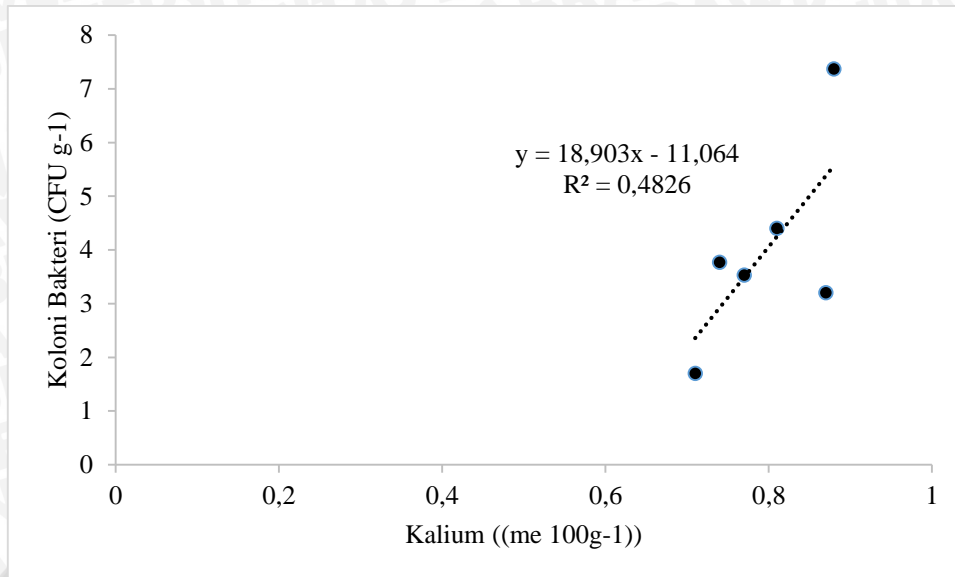
Hubungan antara bintil akar dengan total nitrogen didalam tanah memiliki nilai sebesar $r = -0,85$. Hal ini memiliki nilai korelasi negatif yang menyatakan bahwa hubungan antara bintil akar dan total nitrogen memiliki hubungan yang berlawanan. Total nitrogen mempengaruhi jumlah bintil akar pada tanaman kedelai sebesar $R^2 = 0,718$ atau 71,8% (Gambar 22). Oleh karena itu setiap peningkatan total nitrogen didalam tanah diikuti dengan penurunan jumlah bintil akar pada tanam. Hal ini dikarenakan terbentuknya bintil akar terjadi pada nitrogen didalam tanah yang sedikit, yang mana fungsi dari bintil akar berfungsi untuk mengfiksasi N_2 di udara sehingga tersedia untuk tanaman. Fiksasi nitrogen secara simbiosis dilakukan oleh bakteri dengan menginfeksi akar tanamn sehingga membentuk bintil akar (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pembentukan bintil akar diawali dengan perubahan bentuk bulu akar, dilanjutkan infeksi bakteri kedalam akar sehingga terbentuk bintil akar (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Selain itu faktor yang mempengaruhi terbentuknya bintil akar adalah ketersediaan fosfor dalam tanah. Keberhasilan pembentukan bintil akar dalam simbiosis bakteri penambat nitrogen dipengaruhi pula oleh ketersediaan fosfor (Purwaningsih, 2001)



Gambar 17. Hubungan Total Nitrogen dengan Jumlah Bintil Akar

4.3.7. Hubungan antara Koloni Bakteri dengan Kalium Tersedia

Hubungan antara koloni bakteri *Cyanobacteria* dengan unsur hara Kalium memiliki hubungan korelasi $r = 0,79$. Hal ini mengayatakan bahwa hubungan koloni bakteri dengan unsur hara kalium memiliki hubungan yang searah. Pada koefisien determinasi antara koloni bakteri dengan kalium (Gambar 23) terlihat bahwa unsur hara kalium mempengaruhi jumlah koloni bakteri *Cyanobacteria* sebesar 48% dan 52% dipengaruhi oleh faktor lain. Oleh karena itu setiap kenaikan unsur hara kalium diikuti oleh kenaikan total koloni bakteri didalam tanah. Hal ini dikarenakan ada pengaruh pH tanah yang mempengaruhi keberadaan kalium didalam tanah dan koloni bakteri. Menurut Syekhfani (2009) menyatakan bahwa, tanah masam akan membuat K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} rendah namun kandungan besi dan alumunium akan menjadi tinggi. Nilai pH sendiri mempengaruhi koloni *Cyanobacteria* dan efektifitas *Cyanobacteria* dalam menambat nitrogen. Di bawah pH 5,5 aktivitas bakteri berkurang (Syekhfani, 2009). Oleh karena itu pH tanah mempengaruhi koloni bakteri dan kalium yang ada didalam tanah

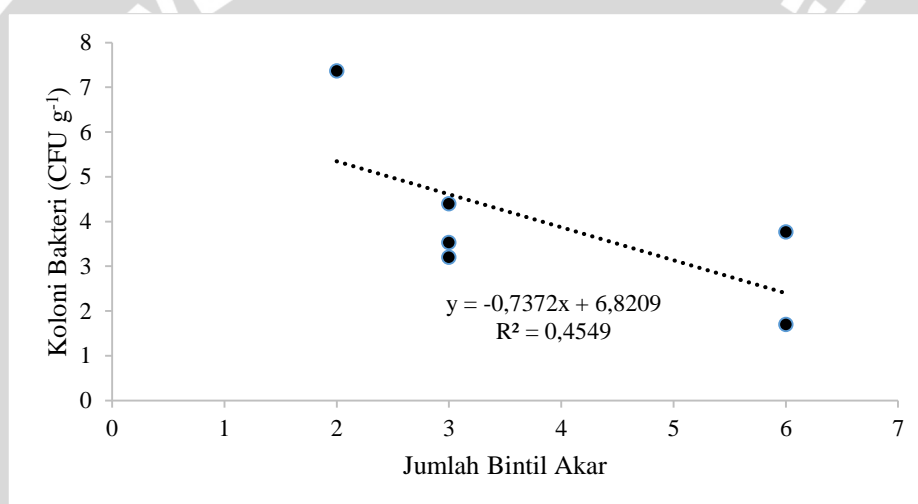


Gambar 18. Hubungan Kalium Tersedia dengan Koloni *Cyanobacteria*

4.3.8. Hubungan Koloni Bakteri dengan Bintil Akar

Hubungan Koloni Bakteri dengan bintil akar memiliki hubungan korelasi yang negatif yaitu sebesar $r = -0,67$. Hal tersebut menyatakan bahwa hubungan antar kedua parameter tersebut memiliki hubungan yang tidak searah. Pada koefisien determinasi pada koloni bakteri dengan bintil akar (Gambar 24) dapat dilihat bahwa jumlah bintil akar mempengaruhi total koloni bakteri sebesar 45,5%, oleh karena itu setiap kenaikan jumlah bintil akar diikuti oleh penurunan total koloni bakteri. Hal ini berhubungan dengan total nitrogen didalam tanah. Nitrogen didalam tanah berhubungan dengan bintil akar. Semakin tinggi total nitrogen didalam tanah maka semakin sedikit bintil akar yang ada didalam tanah hal ini dikarenakan nitrogen didalam tanah tersedia untuk tanaman oleh karena itu tanaman tidak membentuk bintil akar yang fungsinya untuk menfiksasi N_2 . Fiksasi nitrogen secara simbiosis dilakukan oleh bakteri dengan menginfeksi akar tanaman sehingga membentuk bintil akar (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Pembentukan bintil akar diawali dengan perubahan bentuk bulu akar, dilanjutkan infeksi bakteri kedalam akar sehingga terbentuk bintil akar (Gardner, Pearce, dan Mitchell, 2008). Selain itu faktor yang mempengaruhi terbentuknya bintil akar adalah ketersediaan fosfor dalam tanah. Keberhasilan pembentukan bintil akar dalam simbiosis bakteri penambat nitrogen dipengaruhi pula oleh ketersediaan fosfor (Purwaningsih, 2001).

Selain itu jumlah nitrogen tanah berhubungan kuat dengan koloni bakteri. Setiap kenaikan koloni bakteri diikuti dengan kenaikan nitrogen didalam tanah. Menurut Junita, Muhartini dan Kastono (2002) menyatakan bahwa, semakin banyak bahan organik yang diberikan pada tanah, akan diikuti dengan peningkatan total nitrogen tanah. Selain itu menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008) menyatakan bahwa, kemampuan *Cyanobacteria* dapat memfiksasi N_2 dan *Cyanobacteria* merupakan organisme hidup bebas yang dapat menyumbangkan nitrogen untuk keseimbangan nitrogen dalam tanah. Hal ini dapat ditarik kesimpulan pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria* dalam tanah dapat meningkatkan total nitrogen dalam tanah yang dapat dibutuhkan tanaman dan menurunkan proses terbentuknya bintil akar.



Gambar 19. Hubungan Jumlah Bintil Akar dengan Koloni *Cyanobacteria*

4.5. Pembahasan Umum

Dari data dan pembahasan yang telah dijelaskan, perlakuan P4 (58, 81 mL *polybag*⁻¹ pupuk *Cyanobacteria*) memiliki perlakuan yang bagus pada tinggi dan jumlah daun kedelai. Hal tersebut jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan tanpa perlakuan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun kedelai lebih rendah. Pemupukan dengan dosis penuh berbeda nyata dengan kontrol, namun sebagian tidak berbeda nyata dengan pemupukan 1/3 dan 2/3 dosis pada semua umur tanaman (Azizah, 2014). Deka *et al.* (2010) menyatakan bahwa, inokulasi *Methylobacterium spp* dan pemupukan dapat meningkatkan jumlah daun, berat daun cabai dan tomat.

Pertumbuhan tinggi tanaman pada 7, 14, dan 21 HST tidak berbeda nyata sedangkan hasil berbeda nyata terlihat pada 28, 35, dan 42 HST. Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian Azizah (2014), bahwa pemberian isolat *Methylobacterium spp* berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman pada 28 HST dan 49 HST. Pada pertumbuhan jumlah daun terlihat berbeda nyata pada 14, 21, 28, 35, dan 42 HST sedangkan tidak terlihat nyata pada 7 HST. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Azizah (2014), bahwa perlakuan *Methylobacterium spp* berpengaruh nyata dalam peningkatan jumlah daun pada umur 35 HST dan 42 HST sedangkan tidak terjadi pengaruh nyata pada awal pemupukan tanaman.

Selain itu pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah helai daun tanaman kedelai dipengaruhi oleh total nitrogen dalam tanah dan banyaknya nitrogen diserap oleh tanaman. Pada perlakuan P5 (73,5 mL *polybag*⁻¹ pupuk *Cyanobacteria*) memiliki total nitrogen lebih tinggi sebesar 0,21% dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan P4 (58,81 mL *polybag*⁻¹ pupuk *Cyanobacteria*) serapan nitrogen kedelai lebih tinggi sebesar 0,91 mg tanaman⁻¹ dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Masud, Bahua, dan Jamin (2013) menyatakan bahwa, perlakuan pupuk 400 kg ha⁻¹ memiliki rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun yang paling tinggi pada semua tahapan umur pengamatan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dan dilanjutkan dengan pernyataan perlakuan pupuk nitrogen yang paling baik dalam mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun mentimun terdapat pada perlakuan pupuk nitrogen dengan dosis 300 kg ha⁻¹ dibandingkan dosis 100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹, 400 kg ha⁻¹ dan tanpa perlakuan (Masud, Bahua, dan Jamin., 2013).

Total koloni bakteri pada perlakuan P5 sebesar 17,3 10⁶ CFU g⁻¹ lebih banyak dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Banyaknya total koloni *Cyanobacteria* yang tumbuh dipengaruhi oleh dosis pemberian pupuk hayati *Cyanobacteria*. Koloni *Cyanobacteria* mempengaruhi total nitrogen tanah dan sesuai dengan pernyataan Gardner, Pearce, dan Mitchell (2008), *Cyanobacteria* mempunyai kemampuan untuk memfiksasi N₂. *Cyanobacteria* merupakan organisme hidup bebas yang dapat menyumbangkan nitrogen untuk keseimbangan nitrogen

dalam tanah. Koloni *Cyanobacteria* selain mempengaruhi total nitrogen juga mempengaruhi serapan nitrogen kedelai. Menurut Kim *et al.* (2010) menunjukkan bahwa kombinasi aplikasi *Methylobacterium oryzae* dan cendawan *Arbuskula Mikorhiza* secara signifikan meningkatkan akumulasi nitrogen (N) yang lebih besar pada akar dan tajuk tanaman cabai serta meningkatkan jumlah fosfor (P) sampai 23.3% dibandingkan dengan tanpa perlakuan.

Dan seperti dipaparkan pada pembahasan koloni bakteri *Cyanobacteria* juga mempengaruhi tinggi dan jumlah daun tanaman kedelai. Hasil penelitian Azizah (2014) menyatakan bahwa, aplikasi pupuk hayati pada tanaman dengan penyemprotan isolat *Methylobacterium spp* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai. Pertumbuhan tinggi tanaman dan helai jumlah daun yang disebabkan koloni bakteri *Cyanobacteria* karena mempunyai kemampuan untuk menyumbangkan nitrogen untuk tanaman. Menurut Munir dan Arifin (2010), nitrogen berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tanaman seperti batang, cabang, dan daun tanaman, pembentukan hijau daun serta membentuk protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik lainnya.

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah akar tanaman yang merupakan tempat awal tanaman menyerap nitrogen dari dalam tanah. Semakin banyak akar pada tanaman maka penyerapan hara pada tanaman dapat menjadi lebih efisien dalam serapan nitrogen, fosfor, dan kalium tanaman kedelai (Azizah, 2014). Menurut Munir dan Airifn (2010), menjelaskan bahwa pertumbuhan terkonsentrasi pada jaringan meristem yang terdiri dari sel-sel baru yang dihasilkan dari proses pembelahan sel dan yang menyebabkan bertambahnya ukuran tanaman adalah pembesaran sel yang dihasilkan oleh pembelahan sel tersebut. Jaringan meristem ini ditemukan pada bagian ujung akar, ujung batang dan juga terdapat pada pangkal batang dan pangkal daun.

Dari penelitian ini dan didukung oleh literatur bahwa tanaman kedelai yang ditanam dengan pengaplikasian pupuk hayati *Cyanobacteria* meningkatkan total nitrogen tanah dan serapan nitrogen kedelai. Hal ini diakibatkan kemampuan *Cyanobacteria* menyumbangkan nitrogen dan menyeimbangkan nitrogen dalam tanah. Oleh karena itu dapat disimpulkan pupuk hayati *Cyanobacteria* dapat meningkatkan total nitrogen tanah dan serapan nitrogen kedelai.