

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan Isolat Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Kadar Nitrogen, Fosfat dan Klorofil pada Daun Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*)

4.1.1 Kadar Nitrogen

Dari hasil analisis statistik ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar nitrogen daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), diperoleh data yang menunjukkan $F_{hitung} < F_{tabel}$, artinya tidak terdapat perbedaan nyata pada aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar nitrogen daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Ringkasan ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar nitrogen daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	3498473,189	499781,8841	2,143295242	2,66
Galat	16	3730941,958	233183,8724		
Total	23	7229415,147			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap kadar nitrogen daun tanaman kentang (*Solanum tubersum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei* , *B. mycooides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycooides*; *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*). Walaupun dalam uji statistik aplikasi bakteri endofit tidak berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen pada

daun tanaman kentang, akan tetapi pada perlakuan T₅ (*B. mycooides*), aplikasi bakteri endofit mengalami peningkatan kadar nitrogen pada daun tanaman kentang yaitu rerata 2631.14667 ppm. Selain T₅, kadar nitrogen tanaman kentang pada semua perlakuan aplikasi bakteri endofit mengalami penurunan dibandingkan dengan kadar nitrogen tanaman kentang tanpa aplikasi bakteri endofit. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *B. mycooides* dalam memfiksasi nitrogen dari udara paling tinggi dibandingkan dengan bakteri yang lain. Berdasarkan hasil penelitian Hino dan Wilson (1957), menunjukkan bahwa bakteri dari genus *Bacillus* mampu memfiksasi nitrogen. Pada *Bacillus* memiliki enzim nitrat reduktase, enzim ini bertindak sebagai akseptor elektron.

Sangat sedikit jumlah mikroorganisme yang mampu menggunakan N₂ sebagai sumber nitrogen dalam proses fiksasi nitrogen. Proses fiksasi nitrogen terjadi melalui serangkaian proses reduksi dan oksidasi (Madigan dan Martinko, 2006). Salisbury dan Ross (1995), menyatakan bahwa untuk mereduksi N₂ menjadi NH₄ diperlukan beberapa elektron dan ATP, yang diperoleh selama proses oksidasi pada bakteroid.

Bakteri akan mengaktifkan enzim nitrogenase untuk memfiksasi dan mereduksi N udara, yang kemudian dirangkai dengan rantai karbon menjadi senyawa amina atau asam amino. Senyawa asam amino akan digunakan sebagai faktor pertumbuhan, karena merupakan komponen dasar dalam pembentukan protein dan pembentukan organel sel yang lain. Enzim nitrogenase terdiri dari sub unit protein-Fe dan sub unit protein-Fe-Mo, sehingga keberadaan Fe dan Mo sangat diperlukan untuk aktifator enzim tersebut (Ikhwan, 2008).

Menurut Ikhwan (2008), hasil pengamatan menunjukkan bahwa isolat-isolat bakteri endofit mampu memfiksasi N di udara. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kemampuan dari isolat bakteri tersebut untuk tumbuh pada media bebas N.

Percobaan dilakukan pada musim kemarau sehingga kondisi itu bisa menyebabkan hilangnya N melalui penguapan karena kekeringan pada saat pengolahan tanah sehingga unsur N tidak bisa dimanfaatkan oleh tanaman. Sebagian N diduga telah hilang tervolatilisasi (hilang di udara bebas) sebelum tanaman memanfaatkannya.

Nitrogen sangat mudah larut dalam tanah sehingga cepat hilang karena proses pembusukan. Taraf ketersediaan nitrogen dalam tanah tergantung pada banyaknya bahan organik, populasi jasad renik, tingkat pembasuhan. Dalam keadaan alami terjadi keseimbangan antara laju pertumbuhan dan gaya-gaya yang menentukan penyediaan nitrogen dalam tanah. Pemanenan menyebabkan terkurasnya nitrogen karena pengambilan bahan organik dan erosi.

Setiap tanaman membutuhkan unsur hara dengan ukuran yang berbeda-beda, jadi sangat penting untuk diketahui ukuran kandungan unsur hara yang sesuai dengan tanaman kentang yang dibutuhkan selama pertumbuhannya dimana dalam al-Quran surat al-Furqon ayat 2 :

”.....وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya : "...dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya" (QS. Al Furqaan : 2)

Ayat menjelaskan bagaimana Tuhan melaksanakan kekuasaan-Nya itu, yaitu bahwa segala sesuatu diatur dan diciptakan dengan ukuran-

ukuran dan peraturan-peraturan yang tertentu dan tetap yang sedikitnya tidak boleh berubah. Dan apabila berubah sedikit saja, kehancuranlah yang akan menimpa. Tanaman membutuhkan unsur hara sesuai ukuran yang dibutuhkannya, jadi apabila kandungan unsur hara pada tanaman kentang ini terlalu banyak dan terlalu sedikit maka akan dapat menghambat pertumbuhan tanaman kentang itu sendiri. Sehingga harus disesuaikan dengan keadaan tanah dan tanaman tersebut.

Kadar unsur hara yang tepat akan menjadikan tanah yang awalnya kurang subur menjadi tanah yang subur sehingga akan menumbuhkan tanaman yang subur pula, hal ini diterangkan dalam Al Qur'an Surat Yaasin ayat 33:

وَأَيُّهُ هُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya : “Dan sesuatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka bumi yang mati kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan”.(QS. Yaasin : 33).

Dalam ayat tersebut diterangkan bahwa salah satu dari tanda-tanda kekuasaan Allah dan adanya hari berbangkit, ialah adanya tanah yang mati, tandus dan gersang, tidak menumbuhkan tanaman apapun juga. Kemudian karena kekuasaan Allah SWT, tanah yang mati itu menjadi hidup, dengan turunnya hujan dari langit, sehingga memungkinkan tumbuhnya bermacam-macam tanaman yang menghasilkan bahan makanan bagi manusia dan makhluk-makhluk lainnya yang hidup di bumi ini. Dengan demikian, manusia dan makhluk itu memperoleh makanan untuk menumbuhkan jasmani dan memberikan kekuatan pada mereka. Itulah tanda kekuasaan Allah kalau kita mau berusaha menjaga bumi kita niscaya bumi kita akan menjadi subur dan terjaga kelestariannya.

4.1.2 Kadar Fosfat

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam meningkatkan kadar fosfat pada daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) setelah dilakukan uji statistik ANAVA tunggal maka didapatkan nilai dari F hitung < F tabel, sehingga tidak terdapat perbedaan nyata pada kemampuan isolat bakteri endofit dalam meningkatkan kadar fosfat daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ringkasan ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar fosfat daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	353180,5329	50454,36184	0,335785074	2,66
Galat	16	2404126,487	150257,9054		
Total	23	2757307,02			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap kadar fosfat daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei*, *B. mycooides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycooides*; *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*). Walaupun dalam uji statistik aplikasi bakteri endofit tidak berpengaruh nyata terhadap kadar fosfat pada daun tanaman kentang, akan tetapi kadar fosfat daun tanaman kentang pada keseluruhan perlakuan yang diaplikasikan bakteri endofit mengalami peningkatan dari pada daun tanaman kentang yang tidak diaplikasikan bakteri endofit.

Hal ini dikarenakan bakteri endofit tersebut mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuhnya, seperti jenis vegetasi dan kerapatannya, rotasi tanaman, kelembaban, suhu, aerasi, faktor kimia-fisik dan reaksi tanah/pH (Suliasih, 2006).

Menurut Harni (2006), beberapa bakteri endofit (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.) diketahui dapat melarutkan fosfat, sehingga fosfat menjadi tersedia dan mudah diserap oleh tanaman. Semua bakteri yang digunakan pada penelitian ini merupakan bakteri pelarut fosfat.

Menurut Suliasih (1999), lingkungan yang baik dan cocok untuk jenis bakteri endofit tertentu akan meningkatkan aktifitasnya dalam mengeluarkan asam-asam organik, enzim-enzim (fosfatase, fitase dan nuklease) dan hormon-hormon tumbuh untuk melarutkan P tanah yang terikat menjadi tersedia sehingga tanaman mampu menyerap P untuk mencukupi kebutuhannya.

Fosfor merupakan hara yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan produksi. Ketersediaan Fosfor yang diambil tanaman dipengaruhi oleh pH yang dominan, mikroorganisme dan bahan organik. Pada tanah alkalis (pH tinggi) Fosfor akan lebih kuat terikat oleh Ca sehingga efisiensi dari pupuk akan berkurang. Sebaliknya pada pH yang lebih rendah daya larutnya lebih besar (Jefrialdi, 2010).

Peranan fosfor yang sangat penting adalah dalam proses metabolisme tanaman, penyimpanan dan transfer energi, komponen penting bagi asam nukleat, nukleotida, koenzim dan beberapa reaksi biokimia lainnya (Tisdale *et al.*, 1993 dalam Chairani, 2002). Di dalam metabolisme tanaman, fosfor mempunyai peranan

langsung sebagai pembawa energi. Fungsi ini dapat dimungkinkan oleh adanya beberapa ikatan yang melalui proses hidrolisa dapat menghasilkan energi (Lubis *et al.*, 1985 dalam Chairani, 2002).

4.1.3 Kadar Klorofil

Dari hasil analisis statistik ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar klorofil daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), diperoleh data yang menunjukkan F hitung < F tabel, artinya tidak terdapat perbedaan nyata pada aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar klorofil daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Ringkasan ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan kadar klorofil daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	0,238583333	0,034083333	0,535270252	2,66
Galat	16	1,0188	0,063675		
Total	23	1,257383333			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap kadar klorofil daun tanaman kentang (*Solanum tubersum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei* , *B. mycoides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycoides*; *B. mycoides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycoides* dengan *K. ozaenae*). Dalam uji statistik semua perlakuan aplikasi bakteri endofit mengalami penurunan dibandingkan dengan tanpa perlakuan bakteri endofit yaitu rerata kadar klorofil paling rendah

ditunjukkan pada perlakuan T₇ (*P. pseudomallei*, *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*) 0,39 ppp dan yang paling tinggi kadar klorofilnya ditunjukkan pada perlakuan T₂ (*Ps. pseudomallei* dengan *B. mycooides*) 0,61 ppm. Hal ini disebabkan oleh unsur nitrogen pada daun berkurang sehingga menyebabkan kadar klorofil pada daun juga berkurang karena unsur nitrogen merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh tumbuhan dalam jumlah banyak. Unsur nitrogen adalah faktor utama pembentuk dan penyusun klorofil.

Pembentukan klorofil diawali dengan fiksasi gas N₂ yang terdapat dalam tanah oleh bakteri kemudian mengkonversinya menjadi amonia (NH₃). Amonia hasil konversi N₂ oleh bakteri kemudian diangkut melalui xilem menuju ke daun untuk membentuk klorofil. Semakin banyak air yang ada di dalam tanah maka semakin banyak pula amonia yang diangkut menuju ke daun. Semakin banyak amonia yang ada di dalam daun maka semakin banyak pula klorofil yang terbentuk. Amonia sangat larut dalam air dan dalam alkohol (Hendriyani, 2009).

Kemungkinan yang lain disebabkan oleh kurang optimalnya sintesis klorofil pada daun yang disebabkan oleh habitat yang tidak sesuai dengan bakteri endofit sehingga bakteri endofit kurang optimal dalam mengikat N₂. Selain habitat, faktor-faktor lain yang mempengaruhi sintesis protein meliputi: cahaya, gula atau karbohidrat, air, temperature, faktor genetik dan unsur-unsur nitrogen, magnesium, besi, mangan, Cu, Zn, sulfur dan oksigen (Hendriyani, 2009).

Proses fotosintesis membutuhkan klorofil dan klorofil umumnya disintesis pada daun untuk menangkap cahaya matahari yang jumlahnya berbeda pada tiap spesies tergantung dari faktor lingkungan dan genetiknya (Hendriyani, 2009).

Kurangnya kadar klorofil pada daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) juga disebabkan kadar air rendah dan tinggi. Kadar air rendah menyebabkan pengangkutan amonia ke daun kurang optimal, menghambat sintesis klorofil sehingga laju fotosintesis menurun, kenaikan temperatur dan transpirasi sehingga menyebabkan disintegrasi klorofil. Oleh karena itu pembentukan klorofil kurang optimal. Sedangkan kadar air tinggi merupakan kondisi yang tidak sesuai untuk habitat bakteri sehingga tidak adanya ruang untuk udara. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan bakteri endofit dalam mengikat N₂. Hal ini mengakibatkan jumlah N₂ yang terangkut ke daun sedikit sehingga klorofil yang terbentuk pada daun menjadi berkurang (Hendriyani, 2009).

Tumbuhan yang subur menunjukkan bahwa tanah sebagai tempat tumbuh tumbuhan tersebut tercukupi kandungan nutrisinya, karena suatu organisme akan ada pada suatu area yang faktor-faktor ekologinya tersedia dan sesuai bagi kehidupannya. Allah berfirman dalam surat Al-a'raf :58

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ كَذَٰلِكَ

نُصِرْفُ الْأَيْتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya : “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya Hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (Q.S. Al-a'raf : 58)

4.2 Kemampuan Isolat Bakteri Endofit Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*)

4.2.1 Jumlah Daun

Dari hasil analisis statistik ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan jumlah daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), diperoleh data yang menunjukkan F hitung $<$ F tabel, artinya tidak terdapat perbedaan nyata pada aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan jumlah daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Ringkasan ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan jumlah daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	3757,83	536,83	2,36447	2,66
Galat	16	3632,667	227,0417		
Total	23	7390,5			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun tanaman kentang (*Solanum tubersum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei* , *B. mycoides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycoides*; *B. mycoides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycoides* dengan *K. ozaenae*). Walaupun dalam uji statistik aplikasi bakteri endofit tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kentang, akan tetapi pada perlakuan aplikasi bakteri endofit T₇ (*B. mycoides* + *K. ozaenae* + *Ps. Pseudomallei*) dan T₄ (*K. ozaenae*) mengalami peningkatan jumlah daun tanaman kentang yaitu dimana masing-masing rerata jumlah daun tanaman kentang 49,6

helai dan 63,6 helai dibandingkan dengan jumlah daun tanaman kentang tanpa aplikasi bakteri endofit dengan rerata 47 helai. Selain T₄ dan T₇, jumlah daun tanaman kentang pada semua perlakuan aplikasi bakteri endofit mengalami penurunan dibandingkan dengan jumlah daun tanaman kentang tanpa aplikasi bakteri endofit.

Hal ini disebabkan oleh kurangnya serapan unsur hara yang menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Tisdale *et al.* (1990) dalam Tirta (2006), kekurangan unsur nitrogen menyebabkan terhambatnya pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga fungsi nitrogen untuk meningkatkan jumlah daun juga terhambat yang dikarenakan produksi fotosintat berkurang sehingga kurang meningkatkan organ-organ vegetatif tanaman (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, jumlah tunas, jumlah akar, dan panjang akar).

Nitrogen adalah unsur makro primer yang merupakan komponen utama berbagai senyawa dalam tubuh tanaman. Tanaman yang tumbuh harus mengandung nitrogen dalam membentuk sel-sel baru. Fotosintesis menghasilkan karbohidrat dan O₂, namun proses tersebut tidak bisa berlangsung untuk menghasilkan protein dan asam nukleat bilamana nitrogen tidak tersedia. Nitrogen yang tersedia bagi tanaman dapat mempengaruhi pembentukan protein, dan disamping itu juga merupakan bagian integral dari klorofil (Nyakpa dkk., 1988 dalam Tirta 2006).

Selain nitrogen, unsur fosfat juga mempengaruhi pertumbuhan daun. Menurut Angriani (2009), Untuk pertumbuhan daun, unsur P diperlukan dalam proses fotosintesis dan respirasi, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. P

juga berperan dalam meningkatkan kloroplas yang menyebabkan proses fotosintesis akan lebih tinggi. Fotosintesis terjadi karena adanya klorofil dan sinar matahari. Dengan adanya fotosintesis, pertumbuhan tanaman berlangsung normal.

Menurut Sri Setyati Haradi (1979) dalam Dewi (2002), pada fase vegetatif karbohidrat sebagai hasil fotosintesis tanaman sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan tanaman seperti akar, batang dan bagian tanaman lainnya. Fotosintesis yang terhambat mengakibatkan karbohidrat yang dihasilkan lebih sedikit sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat, salah satunya pembentukan jumlah daun. Jumlah daun yang lebih banyak akan meningkatkan kemampuan daun dalam menerima dan menyerap cahaya dan pada akhirnya akan meningkatkan fotosintesis tanaman.

Pertumbuhan suatu tanaman seperti; pertumbuhan daun dan dahan, pertumbuhan bunga dan buahnya, pertambahan panjang pada akar yang menembus ke dalam tanah sehingga pohon tersebut dapat berdiri tegak bukan merupakan perbuatan manusia melainkan Allah SWT, manusia hanya bisa sekedar memelihara tanaman itu sendiri supaya lebih baik. Seperti yang telah dijelaskan dalam Firman-Nya surat Al-Waqi'ah ayat 63-64 :

أَفَرَأَيْتُمْ مَا تَحْرُثُونَ ﴿٦٣﴾ ءَأَنْتُمْ تَزْرَعُونَهُ أَمْ نَحْنُ الَّذِينَ نَزْرَعُونَ ﴿٦٤﴾

Artinya : (63)“Maka Terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam (64) Kamukah yang menumbuhkannya atau kamukah yang menumbuhkannya?” (Q.S. Al-Waqi'ah: 63-64).

Dalam ayat ini, dengan cara mengemukakan pertanyaan, Allah SWT mengungkapkan kepada manusia yang sebagian besar dari mereka lupa akan

keagungan nikmat yang diungkapkan tersebut, walaupun mereka merasakan kelezatan nikmat-nikmat tersebut sepanjang masa. Allah SWT menyampaikan pertanyaan kepada manusia, untuk dipikirkan dan direnungkan mengenai berbagai tanaman yang ditanam oleh manusia, baik tanaman yang di sawah, di ladang, maupun bibit pohon-pohonan yang ditanam di perkebunan. Diungkapkan bahwa bagi semua tanaman tersebut di atas, kedudukan manusia hanya sekadar sebagai penanamnya, pemupuk dan memeliharanya dari berbagai gangguan yang membawa kerugian.

Tetapi, kebanyakan manusia lupa terhadap siapakah yang menumbuhkan tanaman tersebut. Siapakah yang menambah panjang akarnya menembus ke dalam tanah. sehingga pohon tersebut dapat berdiri tegak? Siapakah yang menumbuhkan daun dan dahannya? Siapa pulakah yang menumbuhkan bunga dan buahnya? Pertanyaan-pertanyaan yang dikumpulkan dalam ayat ini adalah soal-soal yang penting yang sering diabaikan oleh manusia. Bukankah manusia sekadar mencangkul dan menggemburkan tanahnya? Bukankah manusia sekadar menanamkan bibit yang telah dipilihnya sebagai bibit yang terbaik? Dan bukankah manusia sekadar menyiram, mengairinya, dan membersihkannya dari berbagai rumput dan hama yang mengganggu pertumbuhannya dan bukankah manusia sekadar memupuknya?

Tetapi yang terang dan jelas serta tidak ragu-ragu lagi adalah:

1. Allahlah yang menumbuhkan tanaman tersebut.
2. Allahlah yang menumbuhkan tunas, membesarkan pohon-pohonnya, dan menambah dahan serta rantingnya.

3. Allahlah yang memekarkan bunga dan membesarkan buahnya, sejak buah itu muda dan tidak enak rasanya sampai menjadi buah yang besar dan dinikmati manusia.

4.2.2 Tinggi Tanaman

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam meningkatkan tinggi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) setelah dilakukan uji statistik ANAVA tunggal maka didapatkan nilai dari F hitung < F tabel, sehingga tidak terdapat perbedaan nyata pada kemampuan isolat bakteri endofit dalam meningkatkan tinggi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Ringkasan ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan tinggi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	55,35	7,907143	0,318467	2,66
Galat	16	397,26	24,82875		
Total	23	452,61			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei*, *B. mycooides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycooides*; *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*). Walaupun dalam uji statistik aplikasi bakteri endofit tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kentang, akan tetapi tinggi tanaman pada tiap-tiap perlakuan mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan T₃ (*Ps. Pseudomallei* + *K. ozaenae*) dan T₅ (*B. mycooides*). Hal ini disebabkan karena

terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tinggi tanaman. Menurut Barus *et al.*, (1982) dalam Chairani (2002), pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik yaitu dari tanaman itu sendiri dan faktor lingkungan seperti cahaya, temperatur, air, udara dan unsur-unsur hara. Faktor-faktor ini secara bersama-sama mengatur proses-proses yang terjadi dalam tanaman.

Hal ini terjadi mungkin dikarenakan mobilisasi hasil fotosintesis terganggu sehingga pengangkutan air dari akar ke daun juga terganggu. Energi yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan akar baru akan lebih banyak dibandingkan untuk pertumbuhan ke atas, akibatnya tinggi tanaman terganggu (Widadi, Sri. 2003).

Pada penelitian ini sengaja tidak diberi tambahan bahan organik sehingga tidak tersedia sumber energi dan makanan bagi bakteri endofit. Menurut Dermiyati (1997) dalam Mezuan (2002) menyatakan bahwa bahan organik berfungsi sebagai sumber energi dan makanan bagi mikroorganisme sehingga seiring dengan perombakan bahan organik yang dilakukan mikroorganisme akan terjadi pelepasan hara seperti N, P dan K yang dibutuhkan oleh tanaman.

Perombakan bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik seperti asam humat dan fulvat yang berperan penting dalam mengikat Fe dan Al sehingga ketersediaan P akan meningkat (Subha Rao, 1995 dalam Mezuan 2002). Kondisi ini berdampak pada pertumbuhan kentang yang membutuhkan unsur hara terutama N dan P dimana unsur hara P yang diserap oleh tanaman salah satu fungsinya adalah membantu dalam meningkatkan tinggi tanaman.

Kemungkinan lain adalah aplikasi pupuk hayati belum bisa memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga pertukaran udara dan air menjadi terganggu yang nantinya mengakibatkan status hara terganggu.

Pertumbuhan tanaman yang tidak sehat dicerminkan oleh status hara yang kurang optimal, konsentrasi hara, serta kecilnya serapan N, P dan K dalam jaringan tanaman. Untuk mendapatkan hasil tanaman yang tinggi diperlukan jumlah hara yang cukup dan seimbang. Kandungan hara tanaman tergantung pada hara yang tersedia di dalam tanah, sifat fisik tanah dimana tanaman tumbuh, varietas dan lingkungan (Regis, 1996 dalam Zubachtirodin 2004).

4.2.3 Diameter Batang

Dari hasil analisis statistik ANAVA tunggal tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan diameter batang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), diperoleh data yang menunjukkan F hitung < F tabel, artinya tidak terdapat perbedaan nyata pada aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan diameter batang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Ringkasan ANOVA one away tentang aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan diameter batang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*).

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,05
Perlak	7	0,192529	0,027504	2,043651	2,66
Galat	16	0,21533	0,013458		
Total	23	0,407862			

Keterangan : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Dari tabel ANAVA tunggal diatas dapat disimpulkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap diameter batang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) setiap aplikasi bakteri endofit baik

isolat bakteri tunggal (*P. pseudomallei*, *B. mycooides*, dan *K. ozaenae*), maupun isolat bakteri kombinasi (*P. pseudomallei* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei* dengan *B. mycooides*; *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*; *P. pseudomallei*, *B. mycooides* dengan *K. ozaenae*). Walaupun dalam uji statistik aplikasi bakteri endofit tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang tanaman kentang, akan tetapi diameter batang tanaman kentang pada keseluruhan perlakuan yang diaplikasikan bakteri endofit mengalami peningkatan dari pada diameter tanaman kentang yang tidak diaplikasikan bakteri endofit. Hasil terbaik dari aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan diameter batang ditunjukkan pada perlakuan T₂ (*Ps. pseudomallei* dengan *B. mycooides*) dengan rata-rata diameternya 0,54 cm. Hal ini menunjukkan efektifnya isolat bakteri endofit dalam menyediakan unsur hara terutama N dan P yang digunakan tanaman kentang untuk tumbuh dengan baik.

Menurut Sarwono (1989) dalam Zubachtirodin (2004), unsur hara esensial antara lain, N, P dan K adalah unsur hara yang sangat diperlukan bagi tanaman dan fungsinya dalam tanaman tidak dapat digantikan oleh unsur lain sehingga bila tidak terdapat dalam jumlah yang cukup di dalam tanah, maka tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal. Pada penelitian ini yang merupakan faktor pembatas baik secara kualitatif maupun kuantitatif dari hasil produksi selanjutnya adalah nitrogen dan fosfor.

Peningkatan diameter batang pada tanaman kentang disebabkan bakteri endofit mampu dalam menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Seperti yang telah dikemukakan oleh Landa *et al.*, (2002) dalam Chrisnawati *et al.*, (2009), peningkatan pertumbuhan tanaman

yang diperlakukan bakteri endofit, di samping melalui penekanan penyakit, dapat juga dihubungkan dengan pengaruh tidak langsung dari aktifitasnya dalam menghasilkan hormon tumbuh (auksin, giberelin dan sitokini) yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman.

Al-Qur'an telah menjelaskan tentang pengaruh lingkungan terhadap kehidupan makhluk hidup di bumi ini, baik peranannya bagi manusia, hewan maupun bagi tumbuhan. Firman Allah dalam surat Al-Kahfi ayat 45 sebagai berikut:

وَأَضْرَبَ لَهُمْ مَثَلًا الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَا أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ وَكَانَ اللَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴿٤٥﴾

Artinya : “Dan berilah perumpamaan kepada mereka (manusia), kehidupan dunia sebagai air hujan yang kami turunkan dari langit, Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi, Kemudian tumbuh-tumbuhan itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin. dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu” (Q.S. Al-Kahfi : 45)

Dan juga firman-Nya:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٥١﴾

Artinya : “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka

Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman (Q.S. Al-An'am: 99).

Syaikh Abdur Rahman As-Sa'dy r.a : menjelaskan dalam tafsirnya:

Firmannya: "Perhatikanlah" maksudnya lihatlah, pikirkanlah dan ambil pelajaran. "buahnya diwaktu pohonnya berbuah" maksudnya buah pohon/tanaman secara umum, khususnya buah pohon kurma, "dan (perhatikan pula) kematangannya" maksudnya perhatikanlah pada buah itu mulai dari waktu munculnya sampai matangnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat pelajaran dan tanda-tanda kekuasaan Allah SWT, dan menunjukkan rahmat Allah SWT, banyaknya kebaikan-Nya dan kedermawanan-Nya serta menunjukkan sempurnanya kemampuan-Nya juga menunjukkan pertolongan-Nya kepada hamba-hamba-Nya. Akan tetapi tidak setiap orang bisa mengambil pelajaran dan memikirkannya, tidak semua orang yang memperhatikan dan memikirkannya mampu mengetahui makna yang terkandung.

Oleh karena itu Allah SWT mengaitkan bahwa orang yang mampu mengambil manfaat (pelajaran) dari tanda-tanda kebesaran-Nya hanyalah orang-orang yang beriman, sebagaimana firmannya. "Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah SWT) bagi orang-orang yang beriman". Sesungguhnya orang-orang mukminlah yang dengan keimanannya

membawa mereka kepada amal sebagai realisasi dan konsekuensi dari keimanan mereka.

Imam Ibnu Jarir r.a menjelaskan dalam tafsirnya:

“Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah SWT) bagi orang-orang yang beriman.” Allah SWT subhanahu wa ta’ala menyebutkan “Sesungguhnya pada” pada turunnya hujan dari langit yang menumbuhkan segala tumbuh-tumbuhan, tanaman yang menghasilkan biji-bijian, dan semua apa yang disebutkan dalam ayat ini “terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah SWT)”.

Wahai manusia, “pada yang demikian itu” jika kalian memperhatikan kepada buahnya saat mulai berbuah hingga matang maka kalian akan melihat perbedaan keadaan dan perubahan pada bentuk dan ukurannya sehingga kalian akan mengetahui bahwa Allah SWT berkuasa merubah-rubah sesuatu dan tidak ada sesuatupun semisal-Nya. Tidaklah pantas ibadah ditujukan kecuali kepada Allah SWT semata, tanpa ditujukan kepada tuhan-tuhan lainnya maupun tandingan-tandingan lainnya. Dan pada hal yang demikian terdapat hujjah, bukti dan penjelasan ‘bagi orang-orang yang beriman’ bagi orang-orang yang membenarkan tentang keesaan Allah SWT dan membenarkan kekuasaan Allah SWT atas apa yang Dia kehendaki. Allah SWT mengkhususkan penyebutan orang-orang yang beriman karena merekalah orang-orang mampu mengambil manfaat dari hujjah-hujjah Allah SWT dan merekalah yang mampu mengambil pelajaran bukan orang-orang yang telah ditutup hatinya maka dia tidak bisa

mengetahui (membedakan) antara kebenaran dengan kebatilan, antara petunjuk dengan kesesatan.

Kebesaran Allah SWT yang telah menumbuhkan tanaman dari dalam tanah dari berupa benih, mengembangkan dan menumbuhkannya hingga akhirnya menjadi tanaman yang bisa dipanen. Proses yang terjadi di dalamnya, reaksi-reaksi kimia yang berlangsung di dalamnya makin menunjukkan kepada tanda-tanda kekuasaan Allah SWT.

Dia lah pengatur segala urusan sampai urusan tanaman dan tumbuhanpun Allah SWT yang mengaturnya, Allah SWT yang memberikan rizki kepada makhluknya termasuk tumbuhan dan tanaman semuanya. Maka semua tumbuhan dan tanaman baik tanaman yang dibudidayakan manusia dan yang tidak dibudidayakan, rerumputan, semak belukar dan hutan-hutan belantara semua ada dan tumbuh atas kekuasaan, pengaturan dan limpahan rizki dari Allah SWT. Bahkan tanaman yang berada dalam perawatan intensif dengan sistem budidaya yang telah maju seperti hidroponik dan aeroponik, atau dibudidayakan dengan sensor dalam rumah-rumah kaca, menggunakan irigasi tetes dan teknologi yang canggih lainnya maka tetap saja tanaman itu tumbuh dan berkembang dari benih sampai bisa dipanen atas kekuasaan, pengaturan dan limpahan rizki dari Allah SWT. Seandainya tanpa kekuasaan, pengaturan dan limpahan rizki dari Allah SWT maka tidaklah tanaman itu akan tumbuh dan berkembang, karena tanaman itu tidak mempunyai kekuasaan atas dirinya sendiri kecuali dari kekuasaan Allah SWT (Tafsir Karimir Rohman Fi Tafsir Kalamil Manan. 200M / 1420 H. Abdur Rohman as-Sa'dy. Maktabah an-Nubala')