

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi, Identifikasi dan perbanyakan BPF

Bakteri pelarut fosfat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan hasil isolasi dari beberapa sumber isolat yaitu perakaran bonggol pisang, tanah kuburan, dan perakaran jagung. Berdasarkan hasil isolasi bakteri pelarut fosfat dari beberapa sumber tanah diperoleh 25 isolat Bakteri Pelarut Fosfat dengan tingkat kelarutan fosfat yang berbeda. Tingkat kelarutan tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Kelarutan isolat Bakteri Pelarut Fosfat

Nama Isolat	Sumber Isolat	Zona Bening (cm)	Diameter Koloni (cm)	Warna
1	Bonggol Pisang B	0,5	0,4	Putih
2	Bonggol Pisang B	0,4	0,3	Putih
3	Bonggol Pisang B	0,4	0,3	Putih kekuningan
4	Tanah Kuburan B	1,4	1,1	Putih
5	Jagung II B	0,7	0,5	Putih kecoklatan
6	Jagung II B	0,9	0,7	Putih kecoklatan
7	Jagung II B	0,9	0,6	Kuning
8	Jagung II B	0,8	0,6	Putih kecoklatan
9	Jagung I A	0,8	0,6	Kuning
10	Jagung I A	0,5	0,3	Kuning
11	Jagung I A	0,7	0,5	Putih kecoklatan
12	Jagung I A	1,0	0,8	Putih kekuningan
13	Jagung I B	0,7	0,5	Kuning
14	Jagung I B	0,5	0,3	Kuning
15	Jagung I B	0,5	0,3	Kuning
16	Jagung II A	0,9	0,5	Kuning
17	Jagung II A	0,7	0,4	Kuning
18	Jagung II A	0,7	0,6	Kuning
19	Jagung II A	0,8	0,5	Kuning
20	Tanah Kuburan A	0,7	0,6	Putih
21	Tanah Kuburan A	0,8	0,7	Putih

22	Tanah Kuburan A	1,0	0,8	Putih
23	Tulang Ikan II B	0,3	0,2	Putih
24	Tulang Ikan II B	0,5	0,4	Putih
25	Tulang Ikan II B	0,4	0,3	Putih

Menurut Agung Astuti (2013) Bakteri pelarut Phosphat menghasilkan enzim Fosfatase yang dapat meningkatkan pelarutan P di dalam tanah. Untuk menguji isolat terhadap kemampuan pelarutan Phosphat maka dilakukan plating pada medium PA yang mengandung $\text{Ca}_3\text{PO}_4)_2$ 0,5% sebagai sumber P. Apabila terjadi pelarutan fosfat maka ada zona jernih disekeliling koloni isolat. George *et al.* (2002) menyatakan bahwa bakteri pelarut fosfat akan melarutkan fosfat dalam bentuk PO_4 menggunakan enzim fosfatase, sehingga terbentuk zona bening disekitaran koloni bakteri pelarut fosfat. Bakteri Pelarut Fosfat yang unggul akan menghasilkan diameter zona bening yang paling besar dibandingkan dengan koloni yang lainnya (Suriadikarta dan Simanungkalit., 2006). Berdasarkan dari isolasi 25 isolat bakteri pelarut fosfat diperoleh hasil *screening* menjadi 4 isolat (lampiran 6.b) yang digunakan yaitu isolat 6 dari perakaran Jagung II B dengan zona bening 0,9 cm dan diameter koloni 0,7 cm, isolat 7 dari perakaran Jagung II B dengan zona bening 0,9 cm dan diameter 0,6 cm, isolat 12 dari perakaran Jagung I A dengan zona bening 1 cm dan diameter koloni 0,8 cm, isolat 22 dari tanah kuburan A dengan zona bening 1 cm dan diameter koloni 0,8 cm. Setelah diperoleh 4 buah isolat kemudian dilakukan identifikasi dari isolat 6, 7, 12 dan 22. Visualisasi zona hambatan bakteri pelarut fosfat dapat dilihat pada (lampiran 4. a). Identifikasi bakteri meliputi diameter bakteri, warna, bentuk koloni, elevasi, bentuk tepi, struktur dalam, aerobisitas, cat gram dan bentuk sel.

Berdasarkan hasil identifikasi diperoleh isolat 6 memiliki warna putih kecoklatan, bentuk koloni *curled*, elevasi *low convex*, bentuk tepi *entire* dan struktur dalam *smooth*. Visualisasi hasil mikroskopis BPF pada (lampiran 4.b). Isolat 7 memiliki warna kuning, bentuk koloni *curled*, elevasi *effuse*, bentuk tepi *entire* dan struktur dalam *smooth*. Isolat 12 memiliki warna kuning, bentuk koloni *circular*, elevasi *effuse*, bentuk tepi *entire* dan struktur dalam *smooth*. Sedangkan isolat 22 memiliki warna putih, bentuk koloni *circular*, elevasi *convex pupillate*, bentuk tepi *crenate* dan struktur dalam *finely granular*. Setelah diamati secara mikroskopis dilakukan lagi pengamatan untuk cat gram dan bentuk sel.

Berdasarkan hasil cat gram dari isolat BPF, isolat 6 dan 7 memiliki cat gram ungu dan bentuk sel *coccus*. Sedangkan isolat 12 dan 22 memiliki cat gram ungu dan bentuk sel *bacil*. Setelah pengamatan cat gram dan bentuk sel dilakukan pengamatan aerobisitas. Visualisasi hasil cat gram dapat dilihat pada (lampiran 4. c).

Berdasarkan hasil pengamatan aerobisitas yang dilakukan semua isolat dari isolat 6, isolat 7, isolat 12 dan isolat 22 memiliki aerobisitas fakultatif karena bakteri tumbuh di keadaan anaerob maupun aerob (lampiran 4. d). Hasil dari semua identifikasi isolat bakteri pelarut fosfat yang digunakan dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Hasil identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat

Identifikasi	Isolat			
	6	7	12	22
Diameter Koloni Bakteri	0,5	0,3	0,45	0,38
Warna	Putih kecoklatan	Kuning	kuning	putih
Bentuk Koloni	<i>Curled</i>	<i>Curled</i>	<i>Circular</i>	<i>Circular</i>
Elevasi	<i>Law Convex</i>	<i>Law convex</i>	<i>Effuse</i>	<i>Convert Pupillate</i>

Tepi	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Crenate</i>
Struktur Dalam	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>	<i>Finely granular</i>
Aerobisitas	Fakultatif	Fakultatif	Fakultatif	Fakultatif
Cat Gram	Positif	Positif	Positif	Positif
Bentuk Sel	<i>Coccus</i>	<i>Coccus</i>	<i>Bacil</i>	<i>Bacil</i>

Visualisasi hasil identifikasi 4 isolat tersaji pada lampiran 4

B. Dinamika Populasi Bakteri

1. Bakteri Pelarut Fosfat

Populasi bakteri pelarut fosfat dari semua isolat pada saat starter campuran dari hasil *plating* yakni mencapai $15,8 \times 10^8$ CFU/ml. Berdasarkan hasil sidik ragam jumlah bakteri pelarut fosfat pada minggu ke 6 menunjukkan tidak ada interaksi namun ada beda nyata pada perlakuan pemberian inokulum BPF meskipun tidak ada beda nyata pada perlakuan imbalan pupuk fosfat (lampiran 3.a.v). Hal ini karena urutan pemberian imbalan jumlah pupuk fosfor yang diberikan tidak berpengaruh pada variasi jumlah bakteri dan diduga ada faktor lain. Rerata jumlah bakteri pelarut fosfat pada minggu ke 6 dapat dilihat pada tabel 3.

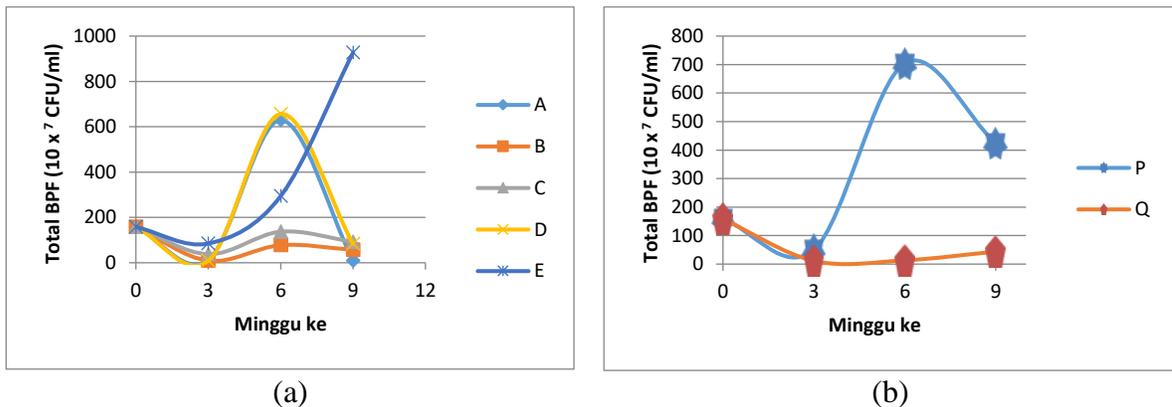
Tabel 3. Rerata jumlah bakteri pelarut fosfat minggu ke 6 ($\times 10^7$ CFU/ml)

Perlakuan	SP-36 100% + TTA 0%	SP-36 75% + TTA 25%	SP-36 50% + TTA 50%	SP-36 25% + TTA 75%	SP-36 0% + TTA 100%	Rerata
Inokulasi BPF	1252,33	138,00	271,00	1277,67	583,67	704,53p
Tanpa inokulasi BPF	6,33	17,33	3,00	35,00	4,00	13,13q
Rerata	629,33a	77,66a	137a	656,33a	293,83a	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT
(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan tabel 3 rerata jumlah bakteri pelarut fosfat pada minggu ke 6 menunjukkan pada perlakuan imbalan pupuk SP-36 dengan pupuk tepung tulang ayam tidak menunjukkan ada beda nyata. Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat dan tanpa pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan ada beda nyata. Pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan jumlah BPF pada rizosfer jagung manis, jumlah BPF pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut lebih banyak dibanding tanpa pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat yakni sebanyak 704,53 CFU/ml sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat yakni sebanyak 13,13 CFU/ml. (lampiran 6.f) Hal ini disebabkan karena pemberian inokulum BPF untuk jagung manis dapat meningkatkan jumlah keanekaragaman BPF yang ada pada rizosfer jagung manis karena bakteri pelarut fosfat sendiri dapat menciptakan lingkungan untuk hidup meskipun pada perakaran jagung juga menghasilkan BPF akan tetapi jumlah bakteri pelarut yang ada masih sedikit dibanding dengan penambahan inokulum bakteri pelarut fosfat. Menurut Rao (1994), keberadaan bakteri pelarut fosfat lebih dipengaruhi oleh keberadaan substrat, pH tanah, suhu udara, suhu tanah, dan kelembaban tanah, serta keadaan tekstur tanah. Seperti yang dikemukakan oleh Sabaruddin (2004), bahwa peningkatan populasi bakteri pelarut fosfat disebabkan oleh peningkatan pH dan dampaknya berupa perbaikan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan untuk perkembangan bakteri pelarut fosfat. Pengamatan perkembangan jumlah bakteri pelarut fosfat dilakukan selama 9 minggu dengan tanaman korban setiap 3 minggu.

Pada gambar 1 grafik dinamika populasi bakteri pelarut fosfat, minggu ke 3 jumlah BPF masih sedikit karena pertumbuhan bakteri masih mengalami adaptasi. Hal ini disebabkan bakteri mengalami fase lag antara minggu ke 0 sampai minggu ke 3. Fase ini bakteri mengalami pertumbuhan yang lamban, ditandai bentuk kurva yang naik secara perlahan. Fase lag merupakan suatu periode penyesuaian yang sangat penting untuk penambahan metabolit pada kelompok sel, menuju tingkat yang setaraf dengan sintesis sel maksimum (Kusnadi, dkk., 2003). Grafik perkembangan dinamika bakteri pelarut fosfat tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Dinamika populasi Bakteri Pelarut Fosfat (a) Perlakuanimbangan pupuk fosfat (b) Perlakuan inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Selanjutnya pada minggu ke 6 bakteri mengalami fase log yakni bakteri mengalami pertumbuhan yang cepat. Menurut Kusnadi, dkk. (2003) selama periode

ini pertumbuhan seimbang, kecepatan peningkatan dapat diekspresikan dengan fungsi eksponensial alami. Sel membelah dengan percepatan konstan yang ditentukan oleh sifat intrinsik bakteri dan kondisi lingkungan. Dalam hal ini terdapat keragaman kecepatan pertumbuhan berbagai mikroorganisme. Setelah mengalami fase log bakteri antar minggu ke 6 sampai minggu ke 9 memasuki fase stationer yakni pada fase ini menyebabkan pertumbuhan yang lambat. Hal ini disebabkan karena produksi nutrient yang kurang dan faktor lain yang tidak diketahui. Selanjutnya setelah minggu ke 9 bakteri mengalami fase penurunan populasi yakni kematian dari bakteri tersebut.

Pada gambar 1.(a) grafik dinamika jumlah BPF perlakuan imbalanced pupuk fosfat bahwa perlakuan pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100% pada minggu ke 9 menunjukkan perbedaan peningkatan jumlah bakteri pelarut fosfat yang lebih banyak. Hal ini diduga karena perlakuan tersebut mengandung lebih banyak bahan organik dari tepung tulang ayam. Menurut Utami (2010) tepung tulang merupakan bahan organik yang bersifat lambat dalam melepaskan kandungan fosfor yang ada, maka dapat menyimpan fosfor pada fase generatif. Oleh karena pada minggu ke 9 substrat makanan untuk bakteri pelarut fosfat masih ada sehingga menyebabkan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat meningkat dan belum menunjukkan fase kematian.

2. Bakteri Total

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 3. a. ii) jumlah bakteri total pada minggu ke 6 bakteri total menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan imbalanced

pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat. Rerata jumlah bakteri total pada minggu ke 6 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah bakteri total minggu ke 6 ($\times 10^7$ CFU/ml)

Perlakuan	SP-36 100% + TTA 0%	SP-36 75% + TTA 25%	SP-36 50% + TTA 50%	SP-36 25% + TTA 75%	SP-36 0% + TTA 100%	Rerata
Inokulasi BPF	48,67	58,00	49,00	4267,67	807,00	1046,06p
Tanpa inokulasi BPF	11,33	23,33	5,33	45,00	189,00	54,8q
Rerata	30a	40,66a	27,16a	2156,33a	498a	(-)

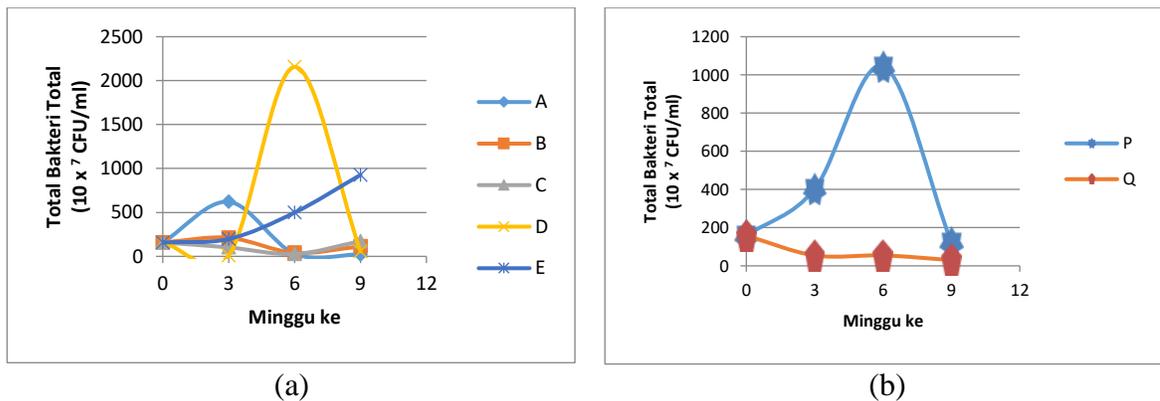
Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT

(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan tabel 4 hasil rerata jumlah bakteri total minggu ke 6 menunjukkan perlakuanimbangan pupuk fosfat SP-36 dan tepung tulang ayam menunjukkan tidak beda nyata dan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan ada beda nyata. Pada perlakuan pemberian inokulan BPF dapat meningkatkan jumlah bakteri total menjadi $1046,06 \times 10^7$ CFU/ml sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian inokulan BPF menghasilkan jumlah bakteri total yakni $54,8 \times 10^7$ CFU/ml. Hal ini disebabkan karena dengan pemberian inokulan BPF dapat meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme dalam tanah sehingga jumlah bakteri lainnya meningkat. Gunawan (2009) menyatakan bahwa jumlah populasi mikroba dalam tanah dipengaruhi oleh tipe dan jumlah eksudat akar, yang dipengaruhi oleh spesies tanaman, umur dan kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh. Pada yang diberi BPF, lingkungan rizosfer tanaman jagung menjadi lebih banyak populasi bakterinya. Pengamatan perkembangan jumlah bakteri total dilakukan selama 9

minggu dengan tanaman korban setiap 3 minggu. Grafik perkembangan jumlah bakteri total tersaji pada gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan grafik populasi bakteri total dalam perakaran jagung manis yang sudah diaplikasikan selama 9 minggu. Berdasarkan gambar grafik diatas menunjukkan bahwa pada minggu ke 3 pertumbuhan bakteri masih mengalami adaptasi. Hal ini disebabkan bakteri mengalami fase lag antara minggu ke 0 sampai minggu ke 3 dengan fase ini bakteri mengalami pertumbuhan yang lamban, ditandai bentuk kurva yang naik secara perlahan.



Gambar 2. Dinamika populasi (a) Bakteri Total perlakuan imbangan pupuk fosfat (b) Bakteri Total perlakuan inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Akan tetapi pada perlakuanimbangan pupuk fosfat dengan pemberian pupuk fosfat SP-36 100% + tepung tulang ayam 0% menunjukkan pada minggu ke 3 mengalami peningkatan jumlah bakteri total yang lebih banyak. Hal ini diduga dengan tanpa penambahan tepung tulang ayam bakteri pada fase vegetatif lebih banyak jumlahnya, karena faktor lingkungan yang ditambah dengan bahan anorganik yang bersifat cepat tersedia.

Selanjut pada minggu ke 6 bakteri mengalami fase log yakni bakteri mengalami pertumbuhan yang cepat. Dalam hal ini terdapat keragaman kecepatan pertumbuhan berbagai mikroorganisme. Pada perlakuanimbangan pupuk fosfat SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%, SP-36 75% + tepung tulang ayam 25 % dan SP-36 50% + tepung tulang ayam 50% tidak mengalami peningkatan jumlah bakteri total, pada perlakuan tersebut mengalami penurunan jumlah bakteri total. Hal ini kemungkinan karena penambahan bahan anorganik yang berlebih tanpa adaimbangan dengan bahan organik akan menyebabkan fase pertumbuhan bakteri yang ada semakin cepat dibanding dengan perlakuan lainnya ditambah karena sifat bahan anorganik yang cepat melepaskan kandungannya. Bakteri apabila ditambahkan substrat khusus maka jumlah bakteri akan meningkat dan berangsur-angsur menurun apabila substrat tambahannya makin habis. Faktor lain yang mempengaruhi populasi bakteri dalam tanah adalah pH, praktik pertanian, pemupukan dan pemakaian pestisida juga penambahan bahan organik. (Mujiyati dan Supriyadi, 2009). Sedangkan pada perlakuanimbangan pupuk fosfat SP-36 25% + tepung tulang ayam 75% menunjukkan peningkatan yang paling

tinggi. Hal ini karena sifat tepung tulang ayam yang lamban dalam mengeluarkan kandungannya sehingga dapat menyimpan substrat pada akhir pertumbuhan tanaman.

Selanjutnya setelah mengalami fase log bakteri antara minggu ke 6 sampai minggu ke 9 memasuki fase stationer yakni pada fase ini menyebabkan pertumbuhan yang lambat. hal ini disebabkan karena produksi nutrient yang kurang dan faktor lain yang tidak diketahui. selanjutnya setelah minggu ke 9 bakteri mengalami fase penurunan populasi yakni kematian dari bakteri tersebut.

C. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan didefinisikan sebagai proses pembelahan dan pemanjangan sel, atau peningkatan bahan kering (Gardner dkk., 1991). Tanaman jagung termasuk tanaman semusim, pertumbuhan vegetatifnya diakhiri oleh generatif. Hasil rerata pertumbuhan tanaman jagung manis tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Panjang akar (cm)	Berat segar akar (g)	Berat kering akar (g)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Luas daun (cm ²)	Berat segar tajuk (g)	Berat kering tajuk (g)
Imbangan pupuk P								
SP-36 100% + TTA 0%	38,43a	132,03a	38,43a	191,14a	7,05a	2591,34b	307,60a	87,24b
SP-36 75% + TTA 25%	42,11a	117,66a	42,11a	188,70a	7,44a	3066,34ab	316,93a	90,58ab

SP-36 50% + TTA 50%	39,65a	127,00a	39,65a	190,97a	7,22a	3009,84ab	340,53a	106,02ab
SP-36 25% + TTA 75%	45,23a	129,95a	45,23a	185,22a	7,50a	3310,84a	334,25a	107,65ab
SP-36 0% + TTA 100%	39,08a	139,93a	39,08a	190,99a	7,50a	3068,34ab	359,88a	114,99a
Rata-rata	40,90	129,31	40,9	189,40	7,34	3009,34	331,83	101,29
Inokulum BPF								
Pemberian inokulum BPF	41,20p	125,37p	41,2p	190,43p	7,37p	2866,74p	327,02p	98,95p
Tanpa pemberian inokulum BPF	40,61p	133,26p	40,61p	188,38p	7,31p	3151,94p	336,66p	103,63p
Rata-rata	40,90	129,31	40,90	189,405	7,34	3009,34	331,84	101,29
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

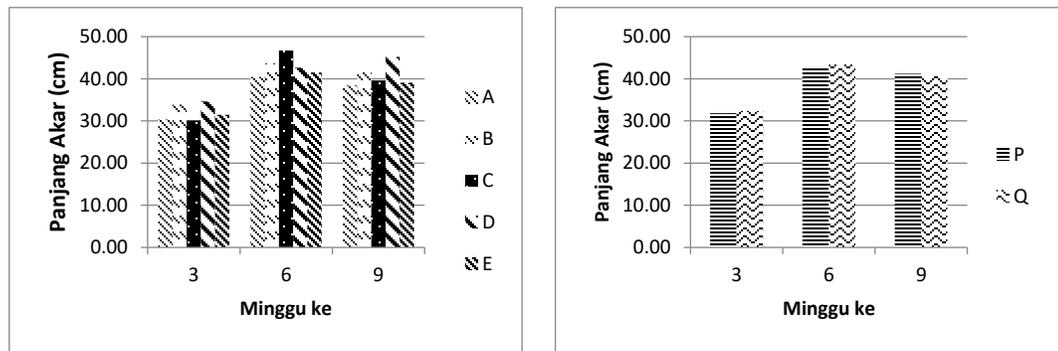
1. Panjang Akar

Panjang akar merupakan hasil perpanjangan sel-sel di belakang meristem ujung (Gardner *et al.*, 1991). Akar merupakan organ vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan akar yang kuat lazimnya diperlukan untuk keperluan dan pertumbuhan pucuk pada umumnya. Apabila akar mengalami kerusakan karena gangguan secara biologis, fisik atau mekanis dan menjadi kurang berfungsi maka pertumbuhan pucuk juga akan kurang berfungsi (Franklin dkk., 2008).

Berdasarkan hasil sidik ragam panjang akar menunjukkan perlakuan imbalanced pupuk fosfat dan pemberian inokulum BPF tidak ada interaksi (lampiran 3. b). Pada

perlakuanimbangan pupuk fosfat juga menunjukkan tidak beda nyata. Rerata hasil pertumbuhan tanaman jagung manis dari tabel 6 menunjukkan rata-rata panjang akar dari perlakuanimbangan pupuk fosfat dan tepung tulang ayam diperoleh 40,90 cm. Sehingga peran pupuk fosfat dalam hal ini dapat disubsitisi oleh tepung tulang ayam yang mengandung fosfor sebagai pengganti unsur. Soepardi (1983) menyatakan bahwa fosfor berperan untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar halus dan rambut akar. Pertumbuhan sel pada akar terletak pada ujung akar yaitu pada jaringan meristem akar. Pertumbuhan sel pada jaringan meristem akar akan mempengaruhi panjang akar. Selain dipengaruhi oleh unsur hara, panjang akar juga dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, semakin gembur tanah maka akar akan lebih mudah untuk berkembang karena penetrasi akar akan lebih baik.

Pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan tidak beda nyata. Hasil rerata pertumbuhan tanaman pada tabel 6 menunjukkan panjang akar diperoleh hasil rata-rata dari perlakuan pemberian inokulan BPF dan tanpa inokulan BPF yakni 40,90 cm. Bakteri pelarut fosfat menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 1995). Menurut Tisdale *et al.* (1985) pupuk fosfat berperan terhadap pertumbuhan tanaman, terutama pada perkembangan akar tanaman. Semakin banyak perakaran tanaman, maka semakin luas akar tanaman dapat menyerap unsur hara sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pengamatan perkembangan panjang akar dilakukan pada minggu ke 3,6 dan 9. Grafik perkembangan panjang akar tersaji pada gambar 3.



(a)

(b)

Gambar 3. Grafik perkembangan panjang akar (a) faktor imbang pupuk P
(b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

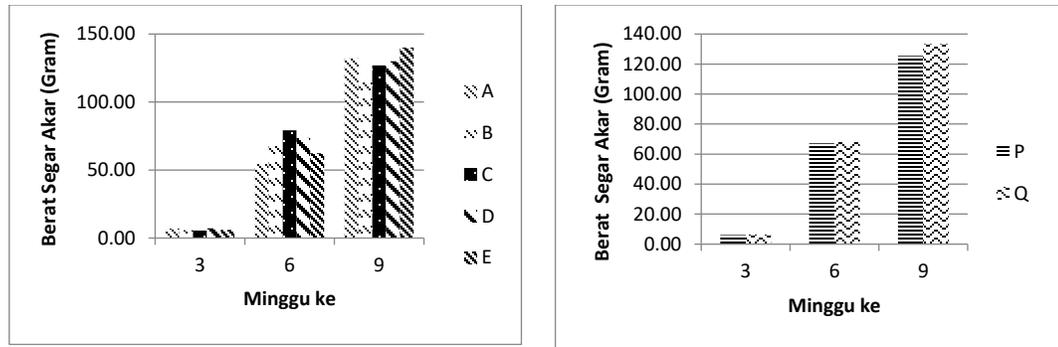
Berdasarkan gambar 3 grafik perkembangan panjang akar menunjukkan bahwa pada minggu ke 3 terjadi perkembangan panjang akar yang tinggi dari semua perlakuan. Sedangkan pada minggu ke 6 mengalami penurunan perkembangan. Hal ini karena tanaman jagung manis memasuki fase vegetatif pada awal minggu dan setelah minggu ke 6 sudah memasuki masa pembungaan pada minggu ke 7. Menurut Franklin dkk. (2008) jagung mempunyai perkembangan akar yang lebih besar dan lebih banyak pada awal musim. Diduga karena adanya peningkatan luas daun dan lebih banyak hasil asimilasi untuk pertumbuhan akar.

2. Berat Segar Akar

Akar merupakan bagian terpenting pada tanaman karena berfungsi sebagai penyerap dalam bentuk larutan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung manis. Berat segar akar mengindisikan kapasitas pengambilan air dari tanah. (lampiran 6.r)

Berdasarkan hasil sidik ragam berat segar akar menunjukkan tidak adanya interaksi dari kedua perlakuan antara imbangan pupuk fosfat dan pemberian inokulum BPF (lampiran 3.c). Perlakuan pemberian inokulum BPF dan tanpa pemberian inokulum BPF juga menunjukkan tidak beda nyata. Berat segar akar rata-rata dari tabel 6 rerata pertumbuhan tanaman perlakuan imbangan pupuk diperoleh 129, 31 gram. Merujuk pada parameter sebelumnya pada panjang akar bahwa pemberian bahan organik seperti tepung ayam dapat mensubsitusi pupuk anorganik. Hal ini disebabkan karena tepung tulang ayam merupakan bahan organik yang dapat dimanfaatkan mikrobia tanah. Suriadikarta dan Simanungkalit (2006) mengungkapkan mikroba akan berasosiasi didalam tanah untuk memanfaatkan bahan organik yang masih terkandung, salah satu contoh bahan organik tersebut adalah fosfat. Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum BPF juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Rata-rata hasil rerata berat segar akar perlakuan pemberian inokulum BPF yakni 129, 31 gram. Hal ini diduga karena kemampuan bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan P yang tersedia kurang efektif dalam melarutkan P yang ada dalam perakaran jagung.

Pengamatan perkembangan berat segar akar dilakukan dari minggu ke 3 sampai minggu ke 9. Grafik perkembangan akar tersaji pada gambar 4.



(a)

(b)

Gambar 4. Grafik perkembangan berat segar akar (a) faktor imbalanced pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Berdasarkan gambar 4 grafik perkembangan berat segar akar menunjukkan pada minggu ke 3 memasuki awal fase vegetatif yang masih menyerap air sedikit karena bagian tanaman yang masih kecil. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pemberian BPF dan imbalanced pupuk fosfat terhadap bobot segar akar tanaman jagung manis relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa bobot segar akar berkaitan dengan kemampuan akar dalam menyerap air dan hara, semakin besar penyerapan air dan unsur hara menyebabkan pembentukan hasil (tongkol) jagung menjadi semakin besar. Penambahan berat akar dapat berasal dari peningkatan densitas rambut akar dan

diameter akar, perluasan sistem perakaran dengan penambahan panjang akar serta perbanyakkan akar lateral (Sarjiyah dkk., 2016)

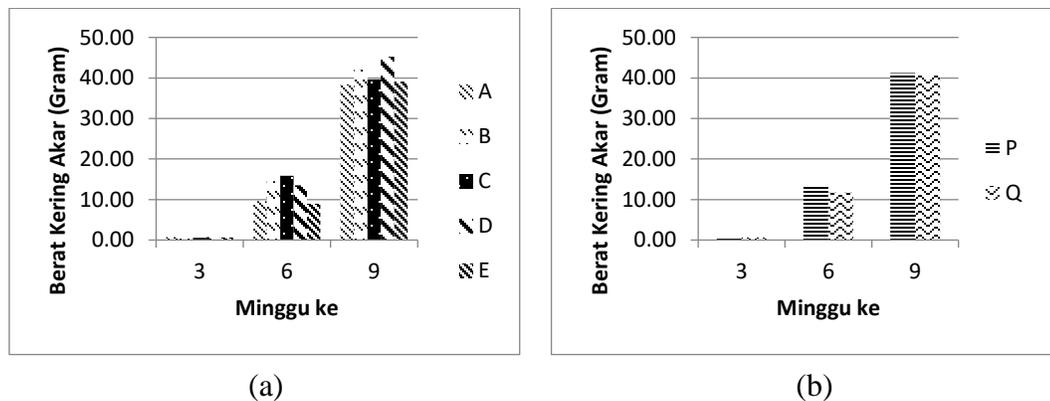
3. Berat Kering Akar

Bobot kering akar adalah hasil akumulasi bahan kering (fotosintat) pada proses fotosintesis. Pengamatan bobot kering akar dapat digunakan untuk menentukan berapa jumlah air yang dapat diserap oleh akar. Besarnya jumlah air yang diserap akar menentukan keberhasilan akar dalam mentranslokasikannya ke organ lainya. Ketersediaan air dalam tanah akan mampu memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan bobot tanaman terutama akar. Jumlah air yang diserap oleh akar kemudian ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman (Handoyo, 2010).

Berdasarkan dari hasil sidik ragam berat kering akar (lampiran 3. d) menunjukkan tidak ada ada interaksi perlakuan antara imbalanced pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat. Pada perlakuan imbalanced pupuk fosfat juga menunjukkan tidak beda nyata. Rata-rata hasil dari tabel 6 rerata pertumbuhan tanaman berat kering akar yakni 40,9 gram. Oleh karena itu tepung tulang ayam dapat mensubsitisi pupuk P sebagai bahan organik yang baik seperti pada parameter sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan pemberian pupuk P pada tanaman secara berlebihan, dengan harapan hasil meningkat, belum tentu memberikan hasil maksimal. Miftah dkk. (2016) menyatakan pemberian pupuk P secara terus menerus menyebabkan penimbunan P di tanah, sehingga menurunkan respon tanaman terhadap

pemupukan P. penimbunan P selain mengurangi efisiensi P juga mempengaruhi ketersediaan hara lain bagi tanaman.

Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Pemberian inokulum BPF cenderung menghasilkan rerata tertinggi berat kering akar yakni 41,20 gram sedangkan tanpa pemberian inokulum menghasilkan rerata berat kering akar sebesar 40,61 gram. Seperti yang diungkapkan Simanungkalit dan Suriadikarta (2006) pada tanah yang mengandung bahan-bahan organik, menyebabkan mikroba akan berasosiasi didalam tanah untuk memanfaatkan bahan organik yang masih terkandung, salah satu contoh bahan organik tersebut adalah fosfat. Pengamatan perkembangan berat kering akar dilakukan pada minggu ke 3, 6, dan 9. Grafik perkembangan tersaji pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perkembangan berat kering akar (a) faktor imbangan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

- A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%
- B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%
- C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%
- D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%
- E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat
Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Berdasarkan gambar 5 grafik perkembangan berat kering akar menunjukkan bahwa keberhasilan akar dalam mentranslokasikan unsur hara ke seluruh bagian tanaman seperti pada bagian akar tanaman. Perlakuan dari pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75% menunjukkan perkembangan berat kering yang paling tinggi dilihat dari minggu ke 6 rata-rata berat kering akar 13,48 gram meningkat menjadi 45,23 gram pada minggu ke 9. Hal ini disebabkan karena kandungan fosfor pada tepung tulang ayam lebih lama tersimpan dan terserap secara perlahan diawal pertumbuhan yang menjadikan tanah subur. Menurut Fitter dan Hay (1981) menyatakan bahwa ketepatan distribusi dan pertumbuhan sistem perakaran merupakan respon terhadap perbedaan konsentrasi hara media tanam, sehingga densitas akar yang paling tinggi akan terjadi di tanah subur. Hal ini menunjukkan perlakuanimbangan pupuk SP-36 dan tepung ayam sama.

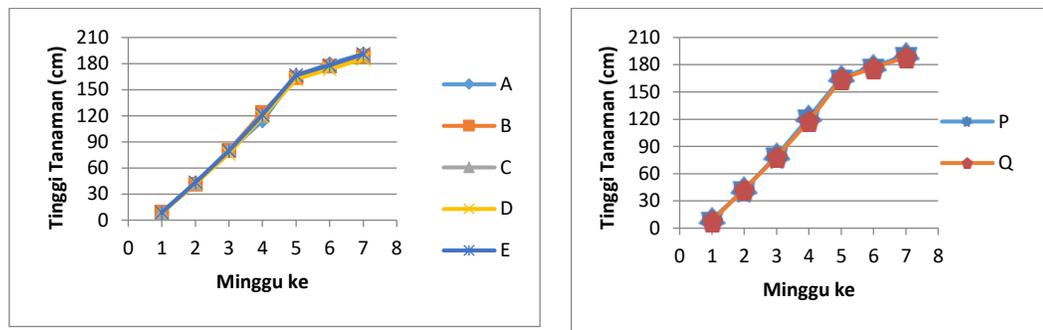
4. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang diamati dan sering digunakan sebagai parameter untuk mengukur pengaruh dari lingkungan atau perlakuan. Ini berdasarkan atas kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat.

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 3.e) tinggi tanaman menunjukkan tidak adanya interaksi perlakuan antaraimbangan pupuk fosfat dan inokulasi bakteri pelarut fosfat. Perlakuanimbangan antar pupuk fosfat SP-36 dan tepung tulang ayam menunjukkan berpengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman. Rata-rata hasil dari tabel

6 rerata pertumbuhan tanaman menunjukkan perlakuan imbalan pupuk fosfat pada tinggi tanaman diperoleh 194,04 cm. Sedangkan pada faktor perlakuan pemberian inokulum BPF dan tanpa inokulum BPF menunjukkan juga berpengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman.

Hal ini lebih disebabkan karena untuk pertambahan tinggi tanaman unsur Nitrogen (N) lebih berperan, karena bila kekurangan Nitrogen (N), akan menyebabkan kahat senyawa protein, menyebabkan kenaikan nisbah C/N, dan kelebihan Karbohidrat ini meningkatkan kandungan selulosa dan lignin, membran sel menebal dan meningkatkan jaringan berlignin, sehingga terjadi pematangan awal, sehingga tanaman akan tampak kecil dan kering (Poerwidodo, 1992). Pengamatan perkembangan tinggi tanaman tersaji pada gambar 6.



(a)

(b)

Gambar 6. Grafik tinggi tanaman (a) faktor imbalan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Pengamatan tinggi tanaman pada gambar 6 dimulai pada minggu ke-1 (lampiran 6.k) setelah tanam sampai minggu ke-7 (lampiran 6.q) setelah tanam (sampai muncul bunga pertama). Hasil pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman pada minggu pertama sampai dengan minggu ke 5 mengalami peningkatan tinggi tanaman yang sangat cepat. Hal ini dikarenakan pada umur 18-33 hari setelah tanam (lampiran 6.l), tanaman jagung memasuki fase jumlah daun terbuka sempurna 6-10 yang dicirikan dengan pemanjangan batang meningkat dengan cepat. Fase ini tanaman mulai menyerap hara dalam jumlah yang lebih banyak, sehingga diperlukan pemupukan pada fase ini untuk mencukupi kebutuhan hara. Memasuki minggu ke-5 atau pada 33-50 hari setelah tanam, tanaman jagung memasuki fase jumlah daun terbuka sempurna 11 sampai daun terakhir 15-18 yang dicirikan tanaman tumbuh dengan cepat dan akumulasi bahan kering meningkat dengan cepat pula (Nuning dkk., 2011). Kebutuhan hara dan air pada fase ini sangat tinggi, hal tersebut dikarenakan untuk mendukung laju pertumbuhan tanaman.

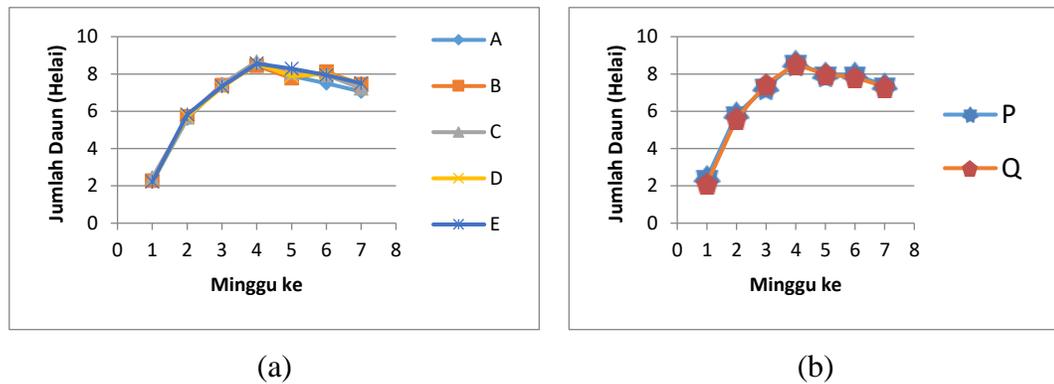
5. Jumlah Daun

Daun merupakan salah satu bagian terpenting bagi tanaman yang berfungsi sebagai tempat proses fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka tempat untuk melakukan fotosintesis lebih banyak dan hasilnya lebih optimal. Pengamatan daun sangat diperlukan selain sebagai indikator pertumbuhan juga sebagai data penunjang

untuk menjelaskan proses pertumbuhan yang terjadi seperti pada pembentukan biomassa tanaman (Sitompul dan Bambang, 1995).

Berdasarkan dari hasil sidik ragam jumlah (lampiran 3. f) menunjukkan tidak ada beda nyata antara perlakuan imbangan pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat. Perlakuan imbangan pupuk fosfat dan tepung ayam menunjukkan juga tidak ada beda nyata. Rata-rata hasil dari tabel 6 rerata pertumbuhan tanaman pada jumlah daun perlakuan imbangan pupuk fosfat menunjukkan sejumlah 7,34 helai daun. Sedangkan perlakuan inokulasi bakteri pelarut dengan tanpa bakteri fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Hal ini disebabkan karena jumlah daun dipengaruhi oleh unsur N. Peranan utama unsur N yakni dalam merangsang keseluruhan bagian tanaman yakni batang dan daun. Unsur N merupakan penyusun pokok dari semua protein dan nukleat, dengan demikian jika unsur N tersedia lebih banyak dari unsur yang lainnya maka dapat dihasilkan protein lebih banyak dan daun akan tumbuh lebih besar (Sarief, 1986).

Perkembangan jumlah daun diamati dari minggu ke 1 hingga minggu ke 7. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh grafik perkembangan jumlah daun tanaman jagung manis. Grafik perkembangan jumlah daun dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik jumlah daun (a) faktor imbalan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

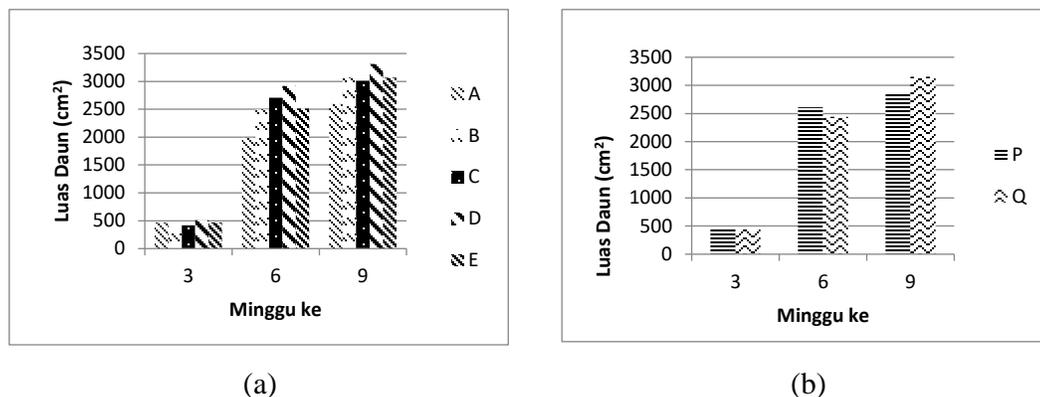
Berdasarkan gambar 7 grafik perkembangan jumlah daun jagung manis pada minggu ke 4 menunjukkan penurunan jumlah daun. Hal ini disebabkan karena kurangnya nutrisi yang ada karena nutrisi lebih banyak diserap untuk perpanjangan batang pembesaran sel pada batang jagung. Pada gambar 6 grafik tinggi tanaman menunjukkan peningkatan tinggi tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan jumlah daun terganggu. Hasil pengamatan dari minggu ke 6 sampai ke 7 menunjukkan bahwa tanaman jagung mengalami penuaan sehingga jumlah daun menjadi berkurang. Franklin dkk. (2008) menyatakan bahwa pada waktu jagung sudah menghasilkan 10 sampai 12 daun, 4 sampai 5 daun telah hilang karena menua. Penuaan pada masing-masing tanaman mulai pada daun basal (yang lebih tua) dan berlanjut ke atas. Pada minggu ke-7 mengalami kenaikan jumlah daun lagi karena adanya pemupukan susulan yang dilakukan

untuk mensuplai kebutuhan hara sampai pada minggu ke-8, sedangkan pada minggu ke-9 dan 10 jumlah daun tanaman jagung manis mengalami penurunan lagi karena menua.

6. Luas Daun

Pertumbuhan tanaman sangat tergantung dari hasil fotosintat yang dihasilkan oleh daun, oleh sebab itu untuk memperoleh pertumbuhan tanaman yang optimal selain dibutuhkan jumlah daun dan luas daun. Luas daun yang didukung jumlah daun yang banyak berperan penting dalam proses fotosintesis. Semakin luas Daun tersebut maka semakin besar cahaya yang dapat diserap daun tersebut dalam proses fotosintesis, fotosintesis berperan untuk metabolisme tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Berdasarkan hasil dari sidik ragam luas daun (lampiran 3.g) menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan imbalan pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat. Pada perlakuan imbalan pupuk fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Sedangkan perlakuan inokulasi bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Merujuk pada parameter sebelumnya yakni jumlah daun juga menunjukkan tidak ada pengaruh nyata dari kedua perlakuan. Hal ini disebabkan karena luas daun dipengaruhi oleh unsur hara N. Dalam penyusunan sel dan jaringan tanaman keseluruhannya yang paling pokok yaitu unsur N. Menurut Franklin dkk. (2008) pemupukan nitrogen mempunyai pengaruh yang nyata terhadap perluasan daun, terutama pada lebar dan luas daun. Perkembangan luas daun tersaji pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perkembangan Luas Daun (a) faktor imbalan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

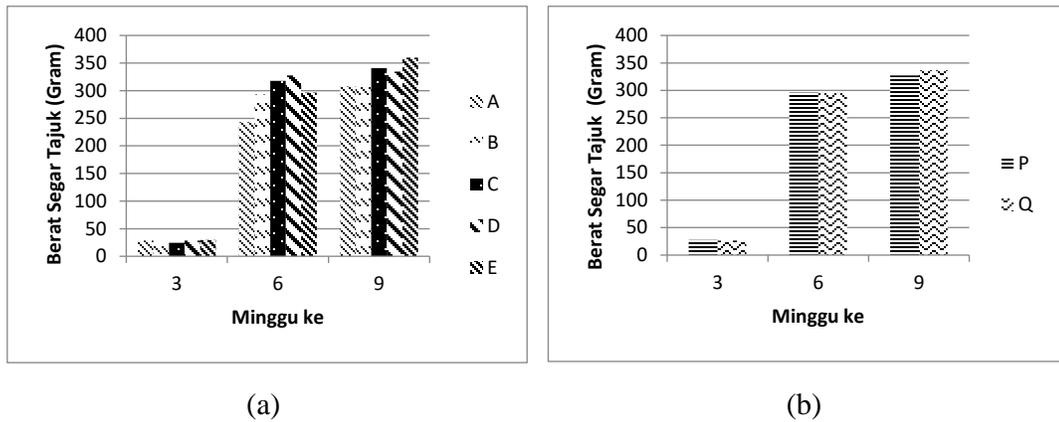
Perkembangan luas daun diamati dari minggu ke-3, 6, 9. Berdasarkan gambar 8 grafik perkembangan luas daun menunjukkan kenaikan luas daun dari minggu ke 0 sampai ke 9. Peningkatan luas daun ini berguna untuk dalam proses fotosintesis untuk menyuplai nutrisi ke seluruh tanaman terutama pada fase generatif untuk pengisian buah tongkol jagung manis. Perlakuan Pemberian unsur P dari tulang ayam memiliki respon yang sama dengan SP-36 terhadap luas daun tanaman. Penggunaan unsur P dari tulang ayam dapat menggantikan unsur P dari SP-36 untuk pertumbuhan luas daun tanaman jagung manis. Hal tersebut disebabkan karena pelepasan P dari abu tulang berlangsung secara bertahap disesuaikan dengan umur dan kebutuhan tanaman. Tepung tulang ayam pada umumnya memiliki kelarutan yang tergolong sedang, jadi terletak diantara SP-36 (cepat melepaskan)

dan batuan fosfat (lambat melepaskan), dan kelarutannya ditentukan oleh kadar air medium tumbuh (Warren *et al.*, 2009).

7. Berat Segar Tajuk

Bobot segar tajuk (biomassa) mengindikasikan akumulasi fotosintat dalam tanaman dan menunjukkan kandungan air yang berada pada jaringan tajuk. Berdasarkan dari hasil sidik ragam berat segar tajuk (lampiran 3. h) menunjukkan pada perlakuanimbangan pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat tidak ada interaksi. Pada faktor perlakuan takaranimbangan pupuk fosfat SP-36 dengan takaran tepung tulang juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan oleh adanya faktor yang membatasi atau pengahambat pertumbuhan tanaman. Merujuk pada parameter sebelumnya yakni panjang akar dan berat segar akar yang menunjukkan tidak ada pengaruh dari perlakuan yang ada sehingga suplai nutrisi dan unsur hara untuk tanaman pada setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata. Hal tersebut sesuai dengan hukum minimal Leibig yang menyatakan bahwa takaran pertumbuhan tanaman dikendalikan oleh faktor pertumbuhan yang ada dalam konsentrasi atau takaran minimal. Menurut Mitscherlich dan Marth (1984), apabila tanaman dipasok seluruh hara dengan konsentrasi cukup, kecuali satu unsur, maka pertumbuhan tanaman akan berbanding lurus dengan takaran unsur hara tersebut. Selanjutnya unsur hara yang membatasi pertumbuhan tersebut disebut unsur hara pembatas pertumbuhan. Oleh karena itu tepung tulang ayam dapat menggantikan pupuk anorganik sebagai substitusi pupuk

Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Hal ini disebabkan karena kurang efektif bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan P agar tersedia bagi tanaman. Merujuk pada parameter jumlah bakteri pelarut fosfat yang diberikan inokulum bakteri pelarut fosfat menghasilkan jumlah bakteri yang lebih banyak, namun hal itu belum dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Menurut Fankem *et. al.* (2006), aktivitas bakteri dalam melarutkan P pada media padat dan cair tidak mutlak sama. Kriteria zona bening tidak cukup untuk menentukan kemampuan bakteri dalam melarutkan P. Jumlah mikroba yang banyak juga belum tentu memiliki kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P. Perkembangan berat segar tajuk tersaji pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik perkembangan berat segar tajuk (a) faktor imbalan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :

A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%

B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%

C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%

D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%

E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%

P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat

Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Berdasarkan gambar 9 grafik perkembangan berat segar tajuk menunjukkan peningkatan berat yang tinggi antara minggu ke 3 sampai minggu ke 6. Hal ini karena kebutuhan serapan air pada tanaman memerlukan volume yang banyak yang berfungsi sebagai pertumbuhan vegetative tanaman. Pada minggu ke 6 sampai ke 9 peningkatan berat segar tanaman menurun karena sebagian besar bagian tanaman sudah terbentuk dari batang dan lebih fokus untuk suplai nutrisi ke pembungaan dan pengisian buah tongkol jagung manis. Pupuk buatan SP-36 memiliki kelarutan yang tinggi sehingga mampu menyediakan lebih banyak unsur P pada tahap awal pertumbuhan namun secara berangsur akan berkurang karena bereaksi dengan partikel penyusun medium tumbuh atau diserap oleh tanaman dan jasad renik rhizosfir (Havlin *et al.*, 2005).

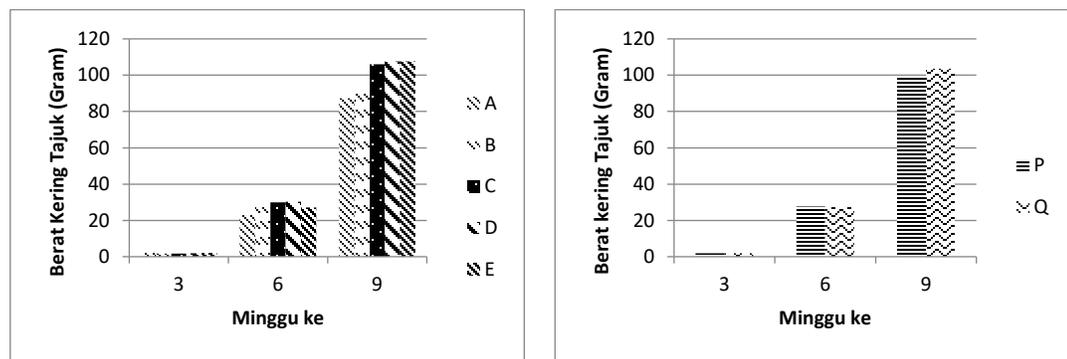
8. Berat Kering Tajuk

Bobot kering tajuk merupakan hasil asimilasi bersih CO₂ yang dihasilkan selama masa pertumbuhan dan perkembangan tajuk tanaman. Bobot kering tajuk diamati untuk mengetahui biomasa tajuk hasil dari fotosintat tanaman selama masa pertumbuhan.

Berdasarkan hasil sidik ragam berat kering tajuk tanaman (lampiran 3.i) menunjukkan tidak ada interaksi perlakuan antara imbang pupuk fosfat dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat. Pada perlakuan pemberian inokulum menunjukkan tidak ada beda nyata. Rata-rata hasil dari tabel 6 rerata pertumbuhan tanaman jagung manis pada berat kering tajuk perlakuan imbang pupuk fosfat diperoleh 101,296 gram. Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Hal ini disebabkan karena bobot

kering dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ketersediaan unsur hara. Kalium yang berperan penting dalam peningkatan bobot kering akar. Unsur hara kalium dapat membantu pembentukan karbohidrat dan protein serta memperkuat jaringan tanaman. Semakin banyak karbohidrat yang terbentuk dan tersimpan dalam tubuh tanaman maka akan menaikkan berat keringnya (Marsono dan Sigit., 2001).

Pengamatan perkembangan berat kering tajuk tanaman dilakukan pengamatan dari minggu ke 3, 6 dan 9. Grafik perkembangan berat kering tajuk tersaji pada gambar 10.



(a) (b)
Gambar 10. Grafik berat kering tajuk (a) faktor imbalan pupuk P (b) faktor inokulum BPF

Keterangan :
 A : Pupuk SP-36 100% + tepung tulang ayam 0%
 B : Pupuk SP-36 75% + tepung tulang ayam 25%
 C : Pupuk SP-36 50% + tepung tulang ayam 50%
 D : Pupuk SP-36 25% + tepung tulang ayam 75%
 E : Pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100%
 P : Inokulasi bakteri pelarut fosfat
 Q : Tanpa inokulasi bakteri pelarut fosfat

Berdasarkan gambar 10 grafik perkembangan berat kering tajuk menunjukkan perbedaan pertumbuhan vegetatif tanaman dan generatif tanaman. Pada minggu ke 3 sampai ke 6 menunjukkan bahwa tanaman jagung manis pada awal fase vegetative masih memerlukan banyak kandungan air untuk pertumbuhan seluruh bagian tanaman. Sedangkan memasuki minggu ke 6 kandungan air yang diserap dalam tanaman lebih sedikit dan tanaman jagung manis sudah terisi oleh kandungan berat kering.

9. Waktu Berbunga Jagung Manis

Parameter pertumbuhan generatif yang diamati pertama ialah waktu berbunga. Hal ini penting untuk diamati karena fase generatif suatu tanaman diamati dengan munculnya kuncup bunga pada tanaman tersebut. Bunga yang berkembang dari meristem apikal batang. Sel meristem aktif mengadakan perkembangan sehingga menghasilkan primordial bunga. Aktifnya sel-sel meristem ini dikontrol oleh hormon florigen yang disintesis pada daun (Salisbury dan Ross, 1995). Pembungaan pada tanaman jagung ditandai dengan munculnya kepala-kepala sari dari buliran pada malai bunga jantan dan kemunculan rambut-rambut (kepala-kepala putik) dari kelobot (Goldsworthy dan Fisher, 1984). (lampiran 6.o) Tabel rerata waktu berbunga tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata waktu berbunga jagung manis (Hari)

Perlakuan	SP-36 100% + TTA 0%	SP-36 75% + TTA 25%	SP-36 50% + TTA 50%	SP-36 25% + TTA 75%	SP-36 0% + TTA 100%	Rerata
Inokulasi BPF	49,00	48,33	48,44	48,67	49,00	48,70p

Tanpa inokulasi BPF	49,44	48,78	49,00	49,78	50,11	49,42q
Rerata	49,22a	48,55a	48,72a	49,22a	49,55a	(-)

Keterangan: - angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan hasil sidik ragam waktu berbunga (lampiran 3.j) menunjukkan tidak ada interaksi diantara dua perlakuan yakni pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat dan imbalan pupuk fosfat. Pada perlakuan imbalan pupuk SP-36 dengan tepung tulang ayam juga menunjukkan tidak beda nyata. Sehingga, tepung tulang ayam dapat memsubsitusi sebagai sumber fosfor bagi tanaman jagung. Unsur fosfor mempunyai peranan yang lebih besar pada pertumbuhan generatif tanaman, terutama pada pembungaan, pembentukan tongkol dan biji (Sarief, 1986).

Pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan ada beda nyata. Pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu pembungaan tanaman jagung manis. Merujuk pada parameter sebelumnya pada jumlah bakteri pelarut fosfat yang diberikan inokulum bakteri pelarut fosfat memberikan jumlah bakteri dengan jumlah lebih banyak dibanding dengan tanpa diberikan inokulum bakteri pelarut fosfat. Hal ini karena menggunakan bahan fosfat yang dikombinasikan dengan BPF dapat menggantikan pupuk, sehingga penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi atau sebagian dapat disubstitusi dengan batuan fosfat. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P saat ini mulai dikembangkan kemampuan bakteri dalam mengefektifkan ketersediaan unsur P (Premono dan Widiastuti, 1994). Menurut Goeswono (1977) fosfor sebagai bahan

pembentuk, fosfor terpencair-pencar dalam tubuh tanaman semua inti mengandung fosfor dan selanjutnya sebagai senyawa-senyawa fosfat didalam sitoplasma dan membran sel. Bagian-bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pembiakan generatif, seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butir-butir tepung sari, daun buah serta bakal biji ternyata mengandung P. Jadi fosfor bagi tanaman untuk mendorong pembentukan bunga dan buah.

D. Hasil Tanaman

Pertumbuhan generatif merupakan pertumbuhan tanaman yang berkaitan dengan kematangan organ reproduksi suatu tanaman. Fase ini dimulai dengan pembentukan primordia, proses pembungaan yang mencakup peristiwa penyerbukan dan pembuahan (Aksi Agribisnis Kanisus, 1993). Rerata hasil tanaman jagung manis tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata Hasil Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Panjang Tongkol (cm)	Jumlah Baris Per Tongkol (baris)	Diameter Tongkol (cm)	Berat Tongkol Tanpa Kelobot (gram)	Berat Tongkol (gram)
Imbangan pupuk P					
SP-36 100% + TTA 0%	23 ,58a	15 ,40a	4 ,43a	119 ,31a	168 ,61b
SP-36 75% + TTA 25%	24 ,05a	14 ,79a	4 ,45a	120 ,82a	170 ,50b
SP-36 50% + TTA 50%	23 ,56a	15,00a	4 ,56a	128 ,73a	177 ,22ab
SP-36 25% + TTA 75%	23 ,34a	14 ,55a	4 ,65a	141 ,25a	187 ,96ab
SP-36 0% + TTA 100%	24 ,09a	15 ,55a	4 ,67a	139 ,39a	195 ,24a

Rata-rata	23 ,72	15 ,06	4 ,55	129 ,90a	179 ,90
Inokulum BPF					
Pemberian inokulum BPF	23 ,80p	15 ,36p	4 ,66p	133 ,63p	183 ,98p
Tanpa pemberian inokulum BPF	23 ,65p	14 ,76p	4 ,45q	126 ,17p	175 ,83p
Rata-rata	23 ,72	15 ,06	4 ,55	129 ,9	179 ,90
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT
 (-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

1. Panjang Tongkol

Berdasarkan hasil sidik ragam panjang tongkol jagung manis (lampiran 3. k) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan imbalan pupuk fosfat dan pemberian inokulum BPF. Pada perlakuan imbalan pupuk fosfat antara SP-36 dan tepung tulang ayam menunjukkan tidak beda nyata. Maka pupuk tepung tulang ayam yang diimbangi dengan pupuk SP-36 dapat sebagai pengganti pupuk SP-36. (lampiran 6.s) Penambahan bahan organik dapat memperkecil sifat pupuk anorganik yang mudah hilang karena pupuk organik mampu mengikat unsur hara dan menyediakan unsur hara sesuai kebutuhannya, sehingga dengan adanya pupuk organik efektifitas dan efisiensi pemupukan menjadi lebih tinggi (Kresnatita, 2004).

Perlakuan antara pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan tidak berpengaruh pada panjang tongkol jagung manis. Hal ini karena bakteri pelarut fosfat kurang efektif dalam melarutkan kandungan fosfor dalam tanah yang sudah diberikan

tepung tulang ayam dan SP-36. Merujuk pada perlakuan sebelumnya yakni waktu pembungaan, pemberian inokulum BPF berpengaruh dalam mempercepat waktu pembungaan namun hal ini tidak dapat mempengaruhi panjang tongkol jagung manis.

2. Jumlah Baris Biji per Tongkol

Berdasarkan hasil sidik ragam baris biji per tongkol (lampiran 3.m) menunjukkan bahwa antara perlakuanimbangan pupuk fosfat SP-36 dan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat tidak terjadi interaksi. Pada perlakuanimbangan pupuk SP-36 dan tepung tulang ayam menunjukkan tidak ada beda nyata. Pemberian inokulum BPF dan tanpa inokulum BPF juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Berdasarkan deskripsi jagung manis varietas *sweet boy*, jumlah baris per tongkol adalah 14-16 baris per tongkol. Banyaknya jumlah baris per biji dari setiap tongkol akan mempengaruhi banyaknya jumlah biji di setiap tongkol tersebut. Pada penelitian ini, seluruh perlakuan mencapai yang baik dalam jumlah baris biji per tongkol, yakni antara 14-15 baris. Perlakuanimbangan pupuk fosfat memiliki rata-rata jumlah baris per tongkol dari tabel 7 rerata hasil tanaman jagung yakni 15,06 baris. Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat memiliki rata-rata jumlah baris per tongkol dari tabel 8 rerata hasil tanaman jagung manis yakni 15,06 baris.

Nilai jumlah baris biji per tongkol sangat dipengaruhi oleh besarnya serapan tanaman terhadap faktor lingkungan dan unsur Fosfor. Menurut Gardner dkk. (1991) mengemukakan bahwa unsur P akan bergerak dalam tubuh tanaman dan dapat diredistribusi dari bagian tua ke bagian yang lebih muda. Pada saat tanaman memasuki

fase pengisian biji, cadangan karbohidrat diubah menjadi gula dan ditranslokasi ke biji yang sedang berkembang.

3. Diameter Tongkol

Diameter tongkol mempengaruhi produksi jagung karena semakin besar diameter tongkol yang dimiliki, maka semakin berbobot pula jagung tersebut. Berdasarkan hasil dari sidik ragam (lampiran 3. m) menunjukkan tidak ada beda nyata. Perlakuan antar imbangan pupuk P dengan tepung tulang ayam menunjukkan tidak ada beda nyata. Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat dan tanpa inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan beda nyata.

Berdasarkan deskripsi dari jagung manis varietas *sweet boy*, diameter jagung manis memiliki diameter tongkol sebesar $\pm 4,8$ cm. Pada perlakuan imbangan pupuk fosfat tidak dapat mempengaruhi diameter tongkol jagung manis, rata-rata semua takaran imbangan pupuk fosfat dari tabel 7 rerata hasil tanaman jagung manis yakni 4,55 cm. Nilai ini dianggap cukup baik karena tidak terlalu kecil disbanding dengan deskripsi diameter dari jagung manis tersebut. Hal ini disebabkan karena tepung tulang ayam melepaskan P secara bertahap disesuaikan dengan kebutuhan tanaman jagung manis. Hal tersebut didukung dari penelitian Utami (2016) yang menyatakan bahwa tepung tulang memiliki potensi sebagai sumber hara yang sama baiknya dengan pupuk buatan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Pemberian bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap diameter jagung manis. Pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat memiliki diameter

terbaik dilihat dari tabel 7 rerata hasil tanaman jagung manis yakni 4,66 cm sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat hanya 4,45 cm. Hal ini disebabkan karena populasi bakteri pelarut fosfat lebih banyak berdasarkan parameter jumlah BPF yang dilakukan. Menurut Hasanuddin dan Bambang (2004), asam-asam organik yang dihasilkan mikroba pelarut fosfat mampu meningkatkan kelarutan P tak tersedia menjadi P tersedia dalam tanah, sehingga penyerapan P oleh tanaman juga akan semakin meningkat. Tersedianya dan terserapnya unsur P menyebabkan fotosintat yang dialokasikan ke tongkol menjadi lebih banyak sehingga ukuran buah menjadi besar.

4. Berat Tongkol Tanpa Kelobot

Berat tongkol tanpa kelobot (lampiran 6.t) merupakan parameter untuk mengetahui besaran berat tongkol tanpa kelobot yang ada sehingga tongkol jagung dapat diketahui berat bersihnya. Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 3. n) menunjukkan bahwa antara perlakuan imbang pupuk fosfat dan pemberian bakteri pelarut fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot. Pada perlakuan imbang pupuk fosfat dengan tepung tulang ayam menunjukkan bahwa berpengaruh tidak nyata juga terhadap berat tongkol tanpa kelobot. Hasil rata-rata semua takaran imbang pupuk fosfat dari tabel 7 rerata hasil tanaman jagung memiliki berat tongkol tanpa kelobot yakni 129,99 gram.

Hal tersebut disebabkan karena Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungannya di dalam tanaman

lebih rendah dibanding Nitrogen (N), dan Kalium (K). Unsur hara P pada masa vegetatif sangat banyak dijumpai pada pusat-pusat pertumbuhan karena unsur hara ini bersifat *mobile* sehingga bila kekurangan P maka unsur hara langsung di translokasikan pada bagian daun muda, sedangkan pada masa generatif unsur hara P banyak dialokasikan pada proses pembentukan biji atau buah tanaman. Kadar P pada bagian-bagian generatif tanaman (biji) tertinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya.

Penggunaan tepung tulang ayam sebagai sumber P organik pada tanaman memiliki pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk anorganik SP-36. Hal tersebut disebabkan karena pupuk buatan SP-36 memiliki kelarutan yang tinggi sehingga mampu menyediakan lebih banyak unsur P pada tahap awal pertumbuhan namun secara berangsur akan berkurang karena bereaksi dengan partikel penyusun medium tumbuh atau diserap oleh tanaman dan jasad renik rhizosfir (Havlin *et.al*, 2005). Pada awal pertumbuhan (masa vegetatif), tanaman hanya membutuhkan unsur P sedikit yaitu tidak lebih dari 10% (Sugeng, 2005), sehingga apabila pada masa generatif P kurang tersedia maka pertumbuhan biji juga kurang sempurna.

Sedangkan pada perlakuan pemberian bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot. Dilihat dari rerata hasil yang didapat rata – rata hasil dari pemberian bakteri pelarut fosfat dan tanpa pemberian bakteri pelarut fosfat yakni 129,99 gram. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bakteri pelarut fosfat yang diaplikasikan kurang efektif dalam membantu melepaskan P yang terjerap oleh alkali tanah. Meskipun pada parameter sebelumnya yaitu diameter

tongkol dengan perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat berpengaruh nyata namun hal ini belum dapat mempengaruhi berat tongkol tanpa kelobot.

5. Berat Tongkol

Berdasarkan dari hasil sidik ragam berat tongkol (lampiran 3.o) menunjukkan bahwa antara perlakuan imbangan pupuk fosfat dan pemberian bakteri pelarut fosfat tidak terjadi interaksi. Pada perlakuan imbangan pupuk fosfat dengan tepung tulang ayam menunjukkan bahwa tidak beda nyata terhadap berat tongkol. Merujuk pada parameter sebelumnya pada berat tongkol tanpa kelobot bahwa penggunaan tepung tulang ayam sebagai sumber P organik pada tanaman memiliki pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk anorganik SP-36. Hal tersebut karena tepung tulang ayam mengandung Kalsium 24-30% dan fosfor 12-15 %. (Rasyaf, 1990). Hal ini juga terjadi karena tepung tulang merupakan bahan organik yang bersifat lambat dalam melepaskan kandungan fosfor yang ada, sehingga dapat menyimpan fosfor untuk fase generatif.

Sedangkan pada perlakuan pemberian bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot. Merujuk pada parameter sebelumnya yakni berat tongkol tanpa kelobot bahwa perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat belum dapat mempengaruhi berat tongkol tanpa kelobot maka pada parameter ini bakteri pelarut fosfat juga belum dapat mempengaruhi berat tongkol.

6. Potensi Hasil Per Ha

Berdasarkan dari hasil sidik ragam (lampiran 3. p) menunjukkan bahwa antara perlakuan imbangan pupuk fosfat dan pemberian bakteri pelarut fosfat tidak ada interaksi. Tabel rerata potensi hasil tersaji pada tabel 8.

Tabel 8. Rerata Potensi Hasil Jagung Manis (ton/ha)

Perlakuan	SP-36 100% + TTA 0%	SP-36 75% + TTA 25%	SP-36 50% + TTA 50%	SP-36 25% + TTA 75%	SP-36 0% + TTA 100%	Rerata
Inokulasi BPF	11,47	12,19	11,56	12,83	13,17	12,24 _p
Tanpa inokulasi BPF	10,98	10,43	12,07	12,20	11,57	11,45 _p
Rerata	11,22 _b	11,31 _b	11,81 _{ab}	12,51 _{ab}	13,07 _a	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf α 5% dan uji DMRT
(-) menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Pada perlakuan imbangan pupuk fosfat dengan tepung tulang ayam menunjukkan bahwa tidak beda nyata terhadap potensi hasil. (lampiran 3.p) Hasil dari rerata potensi hasil per Ha jagung manis bahwa perlakuan pemberian pupuk SP-36 0% + tepung tulang ayam 100% menunjukkan potensi hasil tertinggi yaitu 13,07 ton/ha diikuti oleh SP-36 25% + tepung tulang ayam 75% yakni 12,51 ton/ha, pemberian SP-36 50% + tepung tulang ayam 50% 11,81 ton/ha, pemberian SP-36 75% + tepung tulang ayam 25% 11,31 ton/ha sedangkan potensi hasil terendah pada perlakuan SP-36 100% + tepung tulang ayam 0% yaitu 11,22 ton/ha. Berdasarkan dari potensi hasil jagung manis pada semua perlakuan imbangan pupuk fosfat dan tepung tulang ayam bahwa yang mencapai potensi hasil sesuai dengan varietas *sweet boy* yakni 12 ton/ha

pada perlakuan SP-36 25% + tepung tulang ayam 75% dan SP-36 0%+ tepung tulang ayam 100%. Hal ini terjadi karena tepung tulang merupakan bahan organik yang bersifat lambat dalam melepaskan kandungan fosfor yang ada, sehingga dapat menyimpan fosfor untuk fase generatif. Sutoro dkk. (1988) menyatakan bahwa unsur hara fosfor juga diketahui berperan dalam pembentukan bunga, buah dan biji, pembelahan sel, perkembangan akar yang pada gilirannya meningkatkan kualitas tanaman. Kekurangan fosfor mempengaruhi dalam aspek metabolisme dan pertumbuhan, khususnya pembentukan tongkol dan biji tidak normal. Didukung dengan pernyataan Sarief (1986) unsur fosfor mempunyai peranan yang lebih besar pada pertumbuhan generatif tanaman, terutama pada pembungaan, pembentukan tongkol dan biji. Apabila tongkol tanaman terbentuk dengan sempurna maka akan memberikan hasil tanaman jagung manis yang tinggi.

Sedangkan pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat dan tanpa inokulum bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Populasi bakteri pelarut fosfat dalam perakaran jagung yang lebih banyak dibanding dengan tanpa inokulum ternyata tidak berpengaruh pada hasil potensi tanaman jagung per ha namun dari data terbaik perlakuan pemberian inokulum BPF cenderung lebih besar yakni 12,24 ton/ha dibanding dengan perlakuan tanpa inokulum BPF yakni 11,45 ton/ha. Atlas dan Bartha (1993) mengemukakan bahwa aktivitas dan efektivitas mikroba indigenus dalam medium tanam (tanah) akan bersama-sama terpacu dan membentuk komunitas mikroba yang dapat mempercepat mineralisasi unsur hara makro dan mikro. Unsur tersebut dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhannya,

karena hanya dapat menyerap 15-26% saja unsur P dalam tanah. Kesuburan tanah untuk menghasilkan produksi tanaman lebih baik, tidak hanya bergantung pada komposisi kimia dan sifat fisik tanah saja, melainkan juga pada mikroba tanah *indigenus* (Rao, 1994).

Berdasarkan semua parameter pengamatan dari dinamika populasi bakteri, pertumbuhan jagung manis dan hasil jagung manis menunjukkan bahwa tidak ada interaksi diantara semua perlakuan yang dilakukan. Pada parameter jumlah populasi bakteri pelarut fosfat dan bakteri total bahwa pemberian inokulum BPF menunjukkan hasil populasi bakteri pelarut fosfat dan bakteri total terbanyak dibanding dengan tanpa pemberian inokulum BPF. Hal ini karena pemberian inokulum BPF dapat menambahkan keanekaragaman jenis bakteri pada rizosfer jagung manis dan menciptakan lingkungan untuk hidup.

Perlakuan imbalan pupuk fosfat SP-36 dengan tepung tulang ayam pada parameter pertumbuhan tanaman menunjukkan tidak ada beda nyata. Hal ini membuktikan bahwa tepung tulang ayam dapat menggantikan peran pupuk anorganik SP-36 karena tepung tulang ayam memiliki kandungan fosfor 12%-15%. Pada parameter waktu berbunga kombinasi perlakuan yang dilakukan tidak menunjukkan ada interaksi namun pada perlakuan pemberian inokulum bakteri pelarut fosfat menunjukkan beda nyata. Pemberian inokulum BPF memberikan respon yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian inokulum BPF.

Parameter hasil tanaman jagung manis diantara semua perlakuan menunjukkan tidak ada interaksi satu sama lainnya. Perlakuan imbalan pupuk fosfat SP-36 dengan

tulang ayam juga menunjukkan tidak ada beda nyata. Tepung tulang ayam dapat menggantikan pupuk anorganik SP-36 dengan memberikan pengaruh yang sama pada parameter yang diujikan. Tepung tulang merupakan bahan organik yang bersifat lambat dalam melepaskan kandungan fosfor yang ada, maka dapat menyimpan fosfor pada fase generatif. Pada parameter diameter tongkol pemberian inokulum BPF dan tanpa pemberian inokulum BPF menunjukkan ada beda nyata. Pemberian inokulum BPF memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter tongkol jagung manis dengan pengaruh yang terbaik. Sedangkan pada parameter potensi hasil jagung manis perlakuan pupuk fosfat SP-36 25% + tepung tulang ayam 75% cenderung memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini membuktikan bahwa tepung tulang ayam dapat dijadikan sebagai pupuk alternatif yang dapat menggantikan pupuk fosfat anorganik SP-36.