

# Pengaruh Pupuk Hayati dan Batuan Fosfat Alam terhadap Ketersediaan Fosfor dan Pertumbuhan Stroberi pada Tanah Andisol

*The Effect of Biofertilizer and Phosphat Rock on the Availability of Phosphorus and the Growth Strawberry at Andisols*

Joko Maryanto<sup>1\*</sup> dan Ismangil<sup>1</sup>

Diterima 23 November 2010/Disetujui 17 Maret 2010

## ABSTRACT

*Biofertilizer has an important role in P-solubilization from phosphate rock, therefore it can be absorbed by plant. The organic acid produced by biofertilizer can solve the phosphate mineral from phosphate rock. The objectives of the research were: to know the effect of biofertilizer and phosphate rock on the availability of P and the growth of strawberry at Andisol. The treatments included 2 levels of biofertilizer, i.e. 0 and 200 L . ha<sup>-1</sup> and 5 levels of phosphate rock, i.e. 0; 100; 200; 400; and 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. The experiment was arranged in completely randomized block design with 3 replicates. The result showed that the application of biofertilizer and phosphate rock could increase the availability of P and total P of Andisols, dry weight of plant, length of plant and fresh weight of fruit. Interaction between biofertilizer and phosphate rock could increase the soil pH.*

*Key words: biofertilizer, phosphate rock, andisols, strawberry*

## PENDAHULUAN

Stroberi (*Fragaria ananassa* Duch.) merupakan salah satu tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi dan sumber pendapatan baru dalam sektor pertanian. Fakta ini didasarkan dengan semakin banyak penggemar stroberi, baik dikonsumsi dalam keadaan segar maupun buah yang diolah menjadi berbagai macam makanan atau minuman. Menurut Budiman dan Saraswati (2007), buah stroberi mengandung nutrisi dan komposisi gizi cukup lengkap, seperti: kalori (37 kal), karbohidrat (8 g), lemak (0,5 g), protein (0,8 g), besi (0,8 mg), kalsium (28 mg), fosfor (27 mg), vitamin A (60 SI), vitamin C (60 mg) dan air (89,9 g). Selain itu buah stroberi memiliki aktivitas antioksidan tinggi karena mengandung *quercetin*, *ellagic acid*, *antosianin* dan *kaempferol*. Antioksidan berperan sebagai pelindung tubuh dari radikal bebas, termasuk di antaranya sel kanker.

Tanaman stroberi seperti tanaman lain dalam pertumbuhannya membutuhkan hara P. Permasalahan yang muncul pada tanah Andisol adalah tingginya retensi (fiksasi) P. Menurut van Wambeke (1992), tingginya retensi P disebabkan oleh adanya mineral alofan, imogolit dan mineral mirip alofan. Pada permukaan mineral tersebut terdapat gugus Al, Fe-OH terbuka (Al-aktif) yang mampu berdisosiasi atau mengalami protonasi

sehingga dapat bersifat sebagai asam maupun basa. Dalam suasana asam ion H<sup>+</sup> berperan sebagai ion donor yang mengisi gugus Al-OH membentuk Al-OH<sub>2</sub><sup>+</sup> yang bermuatan positif. Muatan ini menyebabkan permukaan mineral mempunyai aktivitas yang tinggi dalam meretensi anion fosfat. Penambahan sumber fosfat anorganik yang lambat tersedia seperti batuan fosfat alam (BFA) diperlukan untuk menghambat retensi P dan menambah pasokan P dalam tanah.

Batuan Fosfat Alam (BFA) adalah batuan yang terbentuk secara alami, tersusun dari mineral apatit. Menurut Suhala dan Arifin (1997), BFA mengandung kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antara 0,17 dan 43% untuk endapan guano dan kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antara 20 dan 40% untuk fosfat marin. Menurut Moersidi (1999), batuan fosfat alam dapat berupa batu fosfat beku, batu fosfat guano, dan batu fosfat sedimen atau massa tanah yang mengandung gugusan oksida fosfor [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F<sub>2</sub>]. Pada batu fosfat beku gugusan oksida fosfor berada dalam mineral apatit, terutama fluorapatit [Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>-F]. Pada mineral sedimen gugusan oksida fosfor terkandung dalam mineral francolite {Ca<sub>10-x-y</sub>Na<sub>x</sub>Mg<sub>y</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6-z</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>z</sub>Fe<sub>0-4z</sub>F<sub>2</sub>}. Pada batu fosfat guano gugusan oksida fosfor terkandung dalam karbonat hidroksi apatit (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>CO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>).

Namun demikian, batuan fosfat alam umumnya mempunyai kelarutan fosfat relatif

<sup>1</sup> Staf pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123, Telp/Fax (0281) 638791, E-mail: jmaryanto@yahoo.com  
(\* Penulis untuk korespondensi)

rendah, sehingga Stamford *et al.* (2006) dalam penelitiannya menyarankan perlunya penambahan pupuk hayati (*biofertilizer*) yang berisi mikroba pelarut fosfat. Menurut Permentan (2009) pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah. Pupuk hayati umumnya mengandung bakteri penyemat nitrogen, mikroba pendegradasi selulosa dan mikroba pelarut fosfat. Mikroba tersebut dalam kegiatannya mengeluarkan asam organik, zat pengatur tumbuh (*indole acetic acid* dan *gibberellic acid*) dan enzim fosfatase yang dapat membantu pelarutan fosfat dalam tanah (Ponmurugan and Gopi, 2006; van Straaten, 2007).

Pupuk hayati yang beredar di pasaran umumnya berbentuk cair, berisi: *Lactobacillus* sp.  $1,5 \times (10^4 - 10^3)$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , *Azospirillum* sp.  $2,3 \times (10^8 - 10^5)$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , *Azotobacter* sp  $2 \times (10^7 - 10^5)$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , dan *Pseudomonas* sp.  $3,5 \times (10^7 - 10^4)$  sel  $\text{mL}^{-1}$ . Menurut Suhendar dan Amal (2009), *Lactobacillus* berfungsi membantu fermentasi bahan organik menjadi senyawa asam laktat yang dapat diserap tanaman, *Azospirillum* berfungsi penambat N dari udara bebas untuk diserap olah tanaman, dan *Pseudomonas* berfungsi melarutkan fosfat agar mudah diserap tanaman.

Penggunaan pupuk hayati diharapkan dapat membantu dalam mengatasi permasalahan retensi P pada tanah Andisol. Hal ini disebabkan dalam dekomposisi bahan organik yang dilakukan oleh mikroba akan dihasilkan asam organik. Asam organik yang dihasilkan oleh mikroba akan mengkelat ion  $\text{Ca}^{2+}$  sehingga anion fosfat akan terlepas ke dalam larutan tanah (van Straaten, 2002; Maarten dan Peter, 2002). Anion fosfat sangat diperlukan oleh tanaman stroberi karena akan menurunkan pertumbuhan fase vegetatif dan memacu pertumbuhan fase reproduktif (Khayyat *et al.*, 2007). Namun demikian, data pemanfaatan pupuk hayati untuk budidaya tanaman stroberi pada tanah Andisol belum banyak dipublikasikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati dan batuan fosfat alam terhadap ketersediaan unsur P dan pertumbuhan tanaman stroberi pada tanah Andisol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berbentuk percobaan yang dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan pot selama 6 bulan. Sebagai media tanam dipergunakan tanah Andisol dari Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga, Propinsi Jawa

Tengah. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 1200 m di atas permukaan laut. Tanaman stroberi ditanam di rumah plastik selama 3 bulan, sedangkan analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jendral Soedirman.

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah: tanah Andisol dari Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga yang diambil pada kedalaman antara 0 dan 200 cm atau sampai lapisan pembatas solum, pupuk hayati "*Tiens Golden Harvest*" yang berisi *Azotobacter* sp, mikroba pelarut fosfat, *Azospirillum* sp, *Lactobacillus* sp, *Pseudomonas* sp., BFA deposit Ajibarang dengan kandungan 21%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 4,78%  $\text{P}_2\text{O}_5$  asam sitrat; 0,0045%  $\text{P}_2\text{O}_5$  aquades; 31,69%  $\text{CaCO}_3$  setara; dan pH abrasi 7,37, benih tanaman stroberi varietas "*Oso Grande*", bahan kimia untuk analisis kimia tanah, yaitu: aquades, HCl 37%,  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; Nitro Vanado Molibdat dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Peralatan utama yang digunakan dalam percobaan ini adalah: spektrofotometer, pH meter, *shaker*, *glassware* dan plastik berukuran 30 x 40 cm.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok lengkap faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu takaran BFA terdiri atas 5 level yaitu: tanpa BFA ( $B_0$ ); 2.8 g BFA per pot setara 100 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha ( $B_1$ ); 5.6 g BFA per pot setara 200 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha ( $B_2$ ); 11.2 g BFA per pot setara 400 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha ( $B_3$ ); dan 22.4 g BFA per pot setara 800 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha ( $B_4$ ). Faktor kedua adalah takaran pupuk hayati yaitu: tanpa pupuk hayati ( $D_0$ ); dan 2.4 ml per pot setara 200 liter per ha ( $D_1$ ).

Variabel yang diamati terdiri atas sifat kimia tanah dan pengukuran pertumbuhan tanaman. Variabel sifat kimia tanah, yaitu: P tersedia tanah (metode Bray-II), P-total tanah (ekstraksi HCl 25%), pH-tanah (metode potensiometri).

Variabel pertumbuhan, yaitu: panjang tanaman (cm) diukur dengan menggunakan penggaris dari pangkal batang sampai ujung daun. Pengukuran pertama dilakukan satu minggu setelah tanam, dan diulangi setiap satu minggu sekali, bobot tanaman kering ( $\text{g pot}^{-1}$ ) diukur dengan metode gravimetri, yaitu ditimbang dari semua bagian tanaman dilakukan setelah panen dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70 °C sampai bobotnya konstan, bobot buah segar (g) diukur saat tanaman berbuah masak kemudian ditimbang dalam keadaan segar.

Pengamatan dilakukan pada 4 fase pertumbuhan tanaman, yaitu fase I, 30 hari setelah tanam (akhir vegetatif); fase II, 45 hari setelah tanam (akhir generatif); fase III, 60 hari setelah tanam

(pembuahan dan pemasakan); dan fase IV 80 hari setelah tanam (akhir pemasakan buah atau panen).

Data yang terkumpul dari hasil analisis sifat kimia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman stroberi dianalisis keragamannya dengan Uji Fisher (F). Apabila Uji F-nya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan* (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ ).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kandungan P-tersedia Tanah**

Selama empat fase pertumbuhan tidak terjadi interaksi antara batuan fosfat alam dan pupuk hayati terhadap kandungan P-tersedia tanah, artinya selama empat fase pertumbuhan tidak ada saling pengaruh

mempengaruhi antara keduanya atau baik BFA maupun pupuk hayati bekerja sendiri-sendiri. Hal ini dikarenakan senyawa fosfat yang terdapat dalam BFA belum dapat dilarutkan oleh asam organik yang dihasilkan oleh pupuk hayati.

Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan takaran BFA pada fase pertumbuhan I (30 HST) dan III (60 HST) meningkatkan kandungan P-tersedia tanah, artinya pemberian BFA dapat meningkatkan pelepasan fosfat ke dalam larutan tanah. Hal ini karena pada Andisol telah terjadi pelarutan fosfat yang terdapat pada BFA, sehingga mampu meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah walaupun tidak mengubah harkat kandungan fosfat yaitu sangat rendah. Belum berubahnya harkat kandungan fosfat pada tanah dikarenakan kelarutan BFA sangat rendah yaitu  $2 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ .

Tabel 1. Kandungan P-tersedia tanah pada pemberian BFA

| Fase pertumbuhan (HST) | Perlakuan batuan fosfat alam (g per pot) |                      |                      |                       |                       |
|------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        | B <sub>0</sub> (0.0)                     | B <sub>1</sub> (2.8) | B <sub>2</sub> (5.6) | B <sub>3</sub> (11.2) | B <sub>4</sub> (22.4) |
|                        | (ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )     |                      |                      |                       |                       |
| 30                     | 1.83 c                                   | 2.26 bc              | 2.33 b               | 2.39 b                | 3.04 a                |
| 45                     | 2.25 a                                   | 2.75 a               | 2.77 a               | 2.66 a                | 3.03 a                |
| 60                     | 1.66 c                                   | 2.13 b               | 2.33 b               | 2.27 b                | 2.80 a                |
| 80                     | 2.34 a                                   | 2.76 a               | 2.92 a               | 2.82 a                | 2.71 a                |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada uji *Duncan* taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ )  
HST : Hari Setelah Tanam

Selain itu diduga akar tanaman stroberi pada fase I dan fase III giat menyerap anion fosfat yang terdapat di dalam larutan tanah. Pada fase I, anion fosfat diserap akar tanaman untuk pertumbuhan awal tanaman stroberi. Menurut Marschner (1989), di awal pertumbuhan fosfat berfungsi merangsang perkembangan perakaran tanaman, meningkatkan penggunaan dan pengangkutan hara tanaman yang berpengaruh pada produksi tanaman, perbaikan kualitas hasil dan mempercepat fase pematangan. Pada fase III (generatif) akar tanaman stroberi menyerap fosfat lebih sedikit dari pada fase sebelumnya (fase I) karena pertumbuhan mulai menurun. Hal ini diduga pertumbuhan stroberi sudah mencapai maksimal (landai), fosfat yang terserap digunakan untuk perkembangan batang, daun, dan perakaran sebagian untuk perkembangan bunga, buah dan biji.

Pada fase pertumbuhan I dan III, kandungan P-tersedia tertinggi terdapat pada taraf 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> yaitu sebesar 3.04 dan 2.80 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (harkat rendah). Pemberian BFA pada tanah Andisol (agak asam) menambah reaksi dengan (H<sup>+</sup>) sehingga unsur P yang terikat oleh Ca dalam apatit terlepas

dalam bentuk H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> yang kelarutannya tinggi dan mudah diserap tanaman, Ca<sup>2+</sup> masuk ke dalam larutan tanah, sebagai kation basa.

Pada fase pertumbuhan II (45 hst) dan IV (80 hst) terlihat peningkatan takaran BFA tidak berpengaruh terhadap ketersediaan P tanah Andisol. Hal ini disebabkan kelarutan BFA relatif sangat rendah dan juga karena kegiatan penyerapan P yang tinggi untuk pertumbuhan fase II dan IV sudah berkurang. Pada fase II (vegetatif) akar lebih giat atau banyak menyerap P, karena pada fase tersebut terjadi peningkatan pertumbuhan.

Menurut Harjadi (1987), pada fase vegetatif terjadi pembentukan sel baru, perpanjangan sel, dan tahap pertama diferensiasi sel, sedangkan pada fase IV akar minimum menyerap P. Hal ini dikarenakan akar sudah tidak banyak membutuhkan P, atau akar hanya menyerap P sesuai kebutuhan untuk pembesaran dan pemasakan buah. Pada fase vegetatif (fase II) tanaman menyerap P lebih tinggi dibanding fase pembentukan buah, sebaliknya pada fase pematangan (fase IV), terjadi penurunan penyerapan unsur hara (Poerwowidodo, 1993).

Tabel 2. Kandungan P-tersedia tanah pada pemberian pupuk hayati

| Fase pertumbuhan (HST) | Perlakuan pupuk hayati              |  |
|------------------------|-------------------------------------|--|
|                        | D <sub>0</sub> (tanpa pupuk hayati) | D <sub>1</sub> (diberi pupuk hayati 2.4 ml per pot) (ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |
| 30                     | 2.56 b                              | 2.59 a   |
| 45                     | 2.63 a                              | 2.76 a   |
| 60                     | 2.13 a                              | 2.35 a   |
| 80                     | 2.51 b                              | 2.92 a   |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ )  
 HST : Hari Setelah Tanam

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada fase pertumbuhan I peningkatan takaran pemberian pupuk hayati meningkatkan kandungan P-tersedia Andisol, artinya pemberian pupuk hayati meningkatkan kandungan P-tersedia tanah dari 2.56 ppm (kontrol) menjadi 2.59 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada aras 200 liter pupuk hayati per hektar (D<sub>1</sub>). Hal ini dikarenakan (H<sup>+</sup>) yang dihasilkan asam organik mampu melepaskan P dari senyawa apatit dalam larutan tanah, selanjutnya mengikat Al<sup>3+</sup> dan Ca<sup>2+</sup>, sehingga fosfat larut dan tersedia bagi tanaman (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Mudjiharjati *et al.* (2007) melaporkan asam sitrat berperan lebih baik dibandingkan asam oksalat dalam pelepasan P pada Andisol. Selain itu adanya unsur N dalam pupuk hayati secara sinergis mampu meningkatkan ketersediaan P, karena unsur N mampu meningkatkan kelarutan P dalam tanah.

Tabel 2 juga menunjukan bahwa pada fase pertumbuhan II dan III peningkatan takaran pupuk hayati tidak berpengaruh terhadap kandungan P-tersedia tanah. Hal ini dikarenakan aktifitas mikroorganisme pupuk hayati rendah atau sudah tidak giat menghasilkan asam organik yang digunakan

untuk pelarutan P (BFA), sehingga pada fase IV pelarutan P terjadi bukan karena aktivitas pupuk hayati melainkan pengaruh bahan organik tanah asli dari Andisol. Bahan organik terdekomposisi lanjut diketahui berperan menyumbangkan asam organik yang membentuk khelat, sehingga melepaskan P yang terjerap oleh Al<sup>3+</sup> dan melepaskan H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> (Stevenson, 1994). Disosiasi asam organik dalam bentuk anion organik dapat berkompetisi dengan anion fosfat dalam memblokir Al dan Fe-amorf dari alofan Asam organik di dalam tanah akan membentuk kompleks fosfo-humat yang relatif lebih mudah tersedia bagi tanaman (van Ranst, 1993).

**P-Total**

Tabel 3 menunjukan bahwa peningkatan takaran BFA meningkatkan kandungan P-total Andisol dari 0.27 (kontrol) menjadi 0.47 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per 100g, artinya pemberian BFA mampu meningkatkan kandungan P-total tanah, namun dalam jumlah yang sangat sedikit dan belum mengubah harkat. Hal ini dikarenakan sumber fosfat yang tersedia pada BFA dalam jumlah yang sangat sedikit, sehingga belum mampu mengubah kandungan P total.

Tabel 3. Kandungan P-total tanah pada pemberian BFA

| No | Takaran BFA (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> ) | P total tanah (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup> ) |
|----|--|---|
| 1. | 0  | 0.27 d  |
| 2. | 100  | 0.33 c  |
| 3. | 200  | 0.34 c  |
| 4. | 400  | 0.39 b  |
| 5. | 800  | 0.47 a  |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ )

**Reaksi Tanah (pHH<sub>2</sub>O)**

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada fase pertumbuhan IV terjadi interaksi antara BFA dan pupuk hayati terhadap pH tanah, artinya terdapat saling pengaruh mempengaruhi antara keduanya atau baik BFA dan pupuk hayati saling bekerja sama. Hal ini dikarenakan (H<sup>+</sup>) hasil pupuk hayati bereaksi dengan (OH<sup>-</sup>) hasil hidrolisis BFA.

Tabel 4 menunjukkan bahwa peningkatan takaran pemberian BFA pada fase pertumbuhan I sampai III meningkatkan nilai pH tanah, artinya penambahan BFA pada Andisol menurunkan (H<sup>+</sup>) dalam larutan tanah. Hal ini dikarenakan (H<sup>+</sup>) dalam larutan tanah bereaksi dengan (OH<sup>-</sup>) hasil hidrolisis BFA, mengakibatkan peningkatan (OH<sup>-</sup>) dalam larutan tanah, sehingga pH tanah meningkat. Selain menurunkan (H<sup>+</sup>) dalam larutan tanah, BFA juga menghasilkan H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>2-</sup> yang dapat diserap tanaman, sedangkan Ca<sup>2+</sup> berada dalam larutan tanah sebagai kation basa.

Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan takaran pupuk hayati pada fase pertumbuhan I dan II meningkatkan nilai pH tanah, artinya pemberian pupuk hayati menurunkan (H<sup>+</sup>) dalam larutan tanah. Hal ini dikarenakan akar tanaman giat atau aktif menghasilkan asam organik (H<sup>+</sup>) yang menyerap anion lebih besar dari pada kation, melepaskan OH<sup>-</sup> hasil hidrolisis BFA, sehingga membasakan tanah atau pH meningkat.

Tabel 6 menunjukkan pada fase pertumbuhan IV terdapat interaksi antara BFA dan pupuk hayati terhadap pHH<sub>2</sub>O tanah, artinya pada fase IV antara BFA dan pupuk hayati saling pengaruh mempengaruhi terhadap konsentrasi H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup>, sehingga pH tanah meningkat. Peningkatan pH tanah disebabkan oleh (H<sup>+</sup>) hasil pupuk hayati bereaksi dengan (OH<sup>-</sup>) hasil hidrolisis BFA. Interaksi optimal antara BFA dan pupuk hayati dihasilkan pada pemberian 800 kg BFA ha<sup>-1</sup> (B<sub>4</sub>) dan pemberian 200 liter pupuk hayati per ha (D<sub>1</sub>) yaitu sebesar 5.85.

Tabel 4. Nilai pHH<sub>2</sub>O tanah fase I-III pada pemberian BFA

| Fase pertumbuhan (HST) | Perlakuan batuan fosfat alam (g per pot) |                      |                      |                       |                       |
|------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        | B <sub>0</sub> (0.0)                     | B <sub>1</sub> (2.8) | B <sub>2</sub> (5.6) | B <sub>3</sub> (11.2) | B <sub>4</sub> (22.4) |
| 30                     | 5.35 e                                   | 5.37 d               | 5.42 c               | 5.45 b                | 5.48 a                |
| 45                     | 5.34 d                                   | 5.35 d               | 5.38 c               | 5.42 b                | 5.50 a                |
| 60                     | 5.46 b                                   | 5.48 b               | 5.50 b               | 5.49 b                | 5.64 a                |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% (α = 5%)  
HST : Hari Setelah Tanam

Tabel 5. Nilai pHH<sub>2</sub>O tanah fase I-III pada pemberian pupuk hayati

| Fase pertumbuhan (HST) | Perlakuan Pupuk Hayati              |   |
|------------------------|-------------------------------------|---|
|                        | D <sub>0</sub> (tanpa pupuk hayati) | D <sub>1</sub> (diberi pupuk hayati 2.4 ml per pot) |
| 30                     | 5.54 b                              | 5.62 a  |
| 45                     | 5.39 b                              | 5.40 a  |
| 60                     | 5.51 a                              | 5.51 a  |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% (α = 5%)  
HST : Hari Setelah Tanam

Tabel 6. Interaksi BFA dan pupuk hayati terhadap pHH<sub>2</sub>O tanah (fase IV)

| No. | Pupuk Hayati  | Perlakuan batuan fosfat alam (g per pot) |                      |                      |                       |                       |
|-----|---|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     |   | B <sub>0</sub> (0.0)                     | B <sub>1</sub> (2.8) | B <sub>2</sub> (5.6) | B <sub>3</sub> (11.2) | B <sub>4</sub> (22.4) |
| 1.  | D <sub>0</sub> (tanpa pupuk hayati)                 | 5,51 f                                   | 5,58 ef              | 5,61 de              | 5,60 de               | 5,75 bc               |
| 2.  | D <sub>1</sub> (diberi pupuk hayati 2.4 ml per pot) | 5,66 cde                                 | 5,67 bcd             | 5,72 bc              | 5,74 b                | 5,85 a                |

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% (α = 5%)

### Bobot tanaman, panjang tanaman, jumlah daun dan bobot buah segar

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada fase akhir pertumbuhan tanaman stroberi tidak terjadi interaksi antara BFA dan pupuk hayati terhadap bobot tanaman kering, artinya tidak terdapat saling

pengaruh mempengaruhi antara keduanya atau baik BFA dan pupuk hayati bekerja sendiri-sendiri. Hal ini dikarenakan tidak terjadi peningkatan kandungan unsur hara P disebabkan ( $H^+$ ) hasil asam organik pupuk hayati belum mampu melepaskan P pada BFA.

Tabel 7. Pengaruh takaran BFA terhadap bobot tanaman kering stroberi

| No | Takaran<br>(kg $P_2O_5$ ha <sup>-1</sup> ) | Bobot tanaman kering<br>(g pot <sup>-1</sup> ) | Panjang<br>tanaman<br>(cm) | Jumlah daun<br>(helai) | Bobot Buah<br>segar<br>(g) |
|----|--|--|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. | 0  | 3.71 c   | 14.08 c                    | 15.7 a                 | 12.82 c                    |
| 2. | 100  | 4.83 bc  | 14.93 b                    | 14.0 b                 | 22.40 b                    |
| 3. | 200  | 6.16 ab  | 15.30 b                    | 11.8 c                 | 23.60 b                    |
| 4. | 400  | 6.98 a   | 16.30 a                    | 9.30 d                 | 25.26 b                    |
| 5. | 800  | 7.73 a   | 16.33 a                    | 7.70 e                 | 36.53 a                    |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada Duncan taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ )

Peningkatan takaran pemberian BFA meningkatkan bobot tanaman kering dari 7.73 g (kontrol) menjadi 3.71 g pada aras 800 kg BFA ha<sup>-1</sup> atau terjadi peningkatan bobot kering tanaman sebesar 4.0 g, artinya pemberian BFA meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Hal ini dikarenakan sumbangan P dari BFA ke dalam tanah diserap akar tanaman digunakan dalam penyusunan organ tanaman, sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman meningkat. Walaupun telah terjadi peningkatan bobot tanaman kering, tetapi masih di bawah bobot tanaman stroberi kering normal. Pada fase perkembangan dapat mencapai 10 g per pot. Peningkatan bobot tanaman kering menurut Gonggo dan Yuni (2006) karena ketersediaan P dalam tanah meningkat, sehingga merangsang pertumbuhan perakaran tanaman, berat bahan kering, berat biji, mempercepat masa kematangan serta meningkatkan daya tahan terhadap serangan oleh cendawan.

Peningkatan takaran pemberian BFA meningkatkan panjang tanaman dari 14.08 cm (kontrol) menjadi 16.33 cm pada takaran 800 kg BFA per ha ( $B_4$ ), artinya peningkatan panjang tanaman meningkat seiring meningkatnya takaran BFA. Hal ini dikarenakan P terlarut diserap tanaman dan mendorong pertumbuhan akar tanaman yang menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih lebar dan warna daun lebih hijau, tetapi pertumbuhan masih di bawah tinggi tanaman stroberi normal yang pada fase perkembangan dapat mencapai 20 cm per pot. Hal ini didasarkan pada Tabel 1 dan 2 dimana kandungan P tersedia masih rendah, sehingga hanya sedikit P yang dapat diserap akar tanaman. Menurut Havlin *et al.* (2005), unsur

hara P diserap tanaman untuk pembelahan sel tanaman, sehingga menyebabkan meningkatnya panjang tanaman. Rendahnya P-tersedia tanah menyebabkan tanaman kahat P, sehingga tanaman tumbuh kerdil, bentuk daun tidak normal dan beberapa bagian tanaman mati.

Peningkatan takaran pemberian BFA meningkatkan bobot buah segar, artinya pemberian BFA dapat meningkatkan bobot buah segar dari 12.82 g (kontrol) menjadi 36.53 g per pot pada aras 800 kg BFA per ha. Hal ini diduga akar tanaman mampu menyerap P tersedia di dalam tanah digunakan untuk pembentukan, pembesaran, dan pematangan buah stroberi. Namun demikian, peningkatan bobot buah ini masih di bawah bobot buah stroberi segar normal yang dapat mencapai 50 gram per pot pada saat panen. Hal ini didasarkan pada data walaupun terjadi peningkatan kandungan P tersedia tapi belum mampu mengubah harkat rendah.

### KESIMPULAN

Pemberian pupuk hayati dan batuan fosfat alam (BFA) meningkatkan kandungan P tersedia tanah dan P total. Terdapat pengaruh interaksi antara BFA dan pupuk hayati terhadap nilai pH tanah. Interaksi optimal untuk meningkatkan pH tanah terdapat pada aras 800 kg BFA per ha dan 200 liter pupuk hayati per hektar. Pemberian BFA meningkatkan bobot tanaman kering, panjang tanaman dan bobot buah segar sedangkan pemberian pupuk hayati tidak berpengaruh terhadap bobot

tanaman kering, panjang tanaman dan bobot buah segar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, S., D. Saraswati. 2007. Berkebun Stroberi Secara Komersil. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Gonggo, H., I. Yuni. 2006. Peran pupuk N dan P terhadap serapan N, efisiensi N dan hasil tanaman jahe di bawah tegakan tanaman karet. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 8 (1) : 61-68.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, W.L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers, and Introduction to Nutrient Management*. 7<sup>th</sup> ed. Pearson Education. Inc., New Jersey.
- Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi, M. Rahemi, S. Rajaei. 2007. Salinity, supplementary calcium and potassium effects on fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci.* 2 (5) : 539-544.
- Maarten, H., H. Peter. 2002. Phosphorus Mobilization by Organic-Acid Exudation: Processes governing benefits in rotational cropping. 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Bangkok, Thailand.
- Marschner, H. 1989. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Institute of Plant Nutrition Univ. Hohenheim. Federal Republic of Germany. Academic Press. London.
- Moersidi, S., 1999. Fosfat Alam Sebagai Bahan Baku dan Pupuk Fosfat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Mudjiharjati, A., T.C. Setiawati, M.H. Pandutama. 2007. Pola pelepasan fosfat pada andisol, inceptisol dan oxisol yang diaplikasi dengan asam-asam organik artificial. Kongres Nasional HITI IX. 5-7 Des. 2007.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No 28/Permentan/Sr.130/5/2009. 2009. Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.(On-Line)  
<http://nasih.files.wordpress.com/2010/06/permentan-28-130-th-2009.pdf>.diak-ses 30 Juli 2010.
- Poerwowidodo. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Jakarta. 275 hal.
- Ponmurugan, P., C. Gopi. 2006. In vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria. *African Journal of Biotechnology*. 4 : 348-350.
- Rao, S.N.S. 1999. *Soil Microbiology (Fourth Edition of Soil Microorganisms and Plant Growth)*. Science Publisher. Inc. New Hampshire. USA.
- Harjadi, S.S. 1979. *Pengantar Agronomi*. Departemen Agronomi. Institut Pertanian Bogor. 20 hal.
- Suriadikarta, D.A., Simanungkalit. 2006. Mikroba Pelarut Fosfat (On-line).  
<http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/buku/pupuk/pupuk7.pdf>.diakses 26 April 2010.
- Stamford, N.P., P.R. Santos, C.E.S. Santos, A.D.S. Freitas, S.H.L. Dias, M.A. Lira Jr. 2006. Agronomic effectiveness of biofertilizers with phosphate rock, sulphur and *Acidithiobacillus* for yam bean grown on a Brazilian tableland acidic soil. *J. Bioresource Technology*. 98 : 1311-1318.
- Stevenson, J. 1994. *Humus Chemistry. Genesis. Composition. Reaction*. Second Edition. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Suhala, S., M Arifin. 1997. *Bahan Galian Industri*. Pusat penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- Suhendar, C., A.G. Amal. 2009. *Tiens Golden Harvest Pedoman Dasar Aplikasi*. Angkasa. Jakarta.

- Van Ranst, E. 1993. Managing Soils of the Humid Tropics as Related to Their Mineralogical Properties. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists State University Gent, Belgium. Pp. 1-48.
- Van Straaten. 2002. Rocks for Crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Van Straaten, P., 2007. Agrogeology. the Use of Rocks for Crops. Department of Land Resources Science. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Van Wambeke. 1992. Soil of the Tropics. Properties and Appraisal. Mc.Graw-Hill, Inc. New York.