

## PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH LEMPUNG BERPASIR MELALUI APLIKASI BAKTERI *Lactobacillus fermentum*

Cahaya Alam Kusuma, Kurniawan Sigit Wicaksono, Budi Prasetya\*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

\*penulis korespondensi: budiprasetya@ub.ac.id

### Abstract

The ability of sandy loam soils to hold water and nutrients is very low because of unstable soil aggregation. One of soil bacteria that can improve soil aggregates is *Lactobacillus fermentum* that is able to produce producing exopolysaccharide. The objective of this study was to explore the effect of application of *Lactobacillus fermentum* on improvement of chemical and physical properties of a sandy loam soil. *Lactobacillus fermentum* isolated from shrimp paste was used for soil aggregation tests. The treatments were P0 (450 mL distilled water), P1 (100 mL selected media + 350 mL distilled water with  $1.67 \times 10^4$  bacteria), P2 (200 mL selected media + 250 mL distilled water with  $2.13 \times 10^5$  bacteria, dan P3 (400 mL selected media + 50 mL distilled waiter with  $3.54 \times 10^6$  bacteria. The results showed that molasses give the best effect for bacterial growth compared with other media (coconut water, legen and sugar solution). Application of *Lactobacillus fermentum* significantly increased aggregate stability of the soil studied. In the initial analysis, soil aggregate stability was 0.48 mm (less stable. After incubation period up to 30 days the P1, P2 and P3 treatments increased aggregate stability by 1.27 mm (very stable), 1.43 mm (very stable), and 2.05 mm (very very stable), respectively. *Lactobacillus fermentum* also gave effect to the increase in organic matter, available P and K available. However, this bacterium did not give effect to an increase in available N and soil pH.

*Keywords:* aggregate stability, *Lactobacillus fermentum*, soil organic matter

### Pendahuluan

Agregasi tanah merupakan faktor penting untuk pengembangan fungsi tanah pertanian. Ketidakstabilan agregat tanah pada tanah tekstur berpasir merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan tanaman. Butir-butir tanah lepas satu sama lain sehingga jumlah pori drainasenya tergolong tinggi dan kemampuan menahan air, nutrisi, dan memegang akar tanaman sangat rendah. Menurut Bhardwaj *et al.* (2007) karakteristik tanah tekstur berpasir adalah kemampuan memegang air yang rendah dan drainase berlebihan sehingga ketersediaan air dan pupuk yang dapat digunakan oleh tanaman sangat rendah.

Agensia organik yang dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah ialah produk dekomposisi biomas, eksopolisakarida

(EPS) asal bakteri, miselium fungi, dan produk hasil sintesis tanaman (Kim *et al.*, 1996; Sutherland, 1997). Bakteri *Lactobacillus fermentum* merupakan bakteri asam laktat yang menghasilkan eksopolisakarida dan tergolong gram positif. Seperti diketahui bahwa bakteri gram positif akan mengikat partikel tanah membentuk agregat. Akan tetapi peran dari *Lactobacillus fermentum* dalam meningkatkan kemantapan tanah masih belum banyak diketahui. Dengan demikian pentingnya penelitian ini ialah untuk mengetahui peranan bakteri tersebut dalam meningkatkan kemantapan agregat tanah pada tanah bertekstur lempung berpasir yang memiliki kemantapan agregat yang tidak stabil.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh aplikasi bakteri *Lactobacillus fermentum*

terhadap perbaikan sifat fisik dan sifat kimia tanah lempung berpasir.

## Bahan dan Metode

### *Tempat dan Waktu Penelitian*

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi jurusan Hama dan Penyakit Tanaman dan Laboratorium Biologi, Fisika dan Kimia tanah jurusan Tanah Universitas Brawujaya Malang. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juni sampai Desember 2013.

### Screening, isolasi, dan identifikasi bakteri

Bakteri *Lactobacillus fermentum* diisolasi dari terasi. Sebanyak 10 gram terasi ditumbuk dan dilarutkan dengan 100 ml aquades steril lalu dibuat seri pengenceran sampai  $10^{-6}$ . Selanjutnya 1000  $\mu$ l suspensi ini disebar ke dalam medium agar Nutrient agar. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu ruang. Koloni bakteri selanjutnya dipilih dan dimurnikan untuk pengujian lebih lanjut. Selanjutnya koloni bakteri diidentifikasi menggunakan metode pewarnaan gram.

### *Uji pengaruh media perbanyakan*

Media pembawa yang diaplikasikan adalah gula sukrosa, legen, air kelapa muda, molase dan NB sebagai kontrol. Untuk mendapatkan kadar gula yang setara pada setiap media maka dilakukan penyetaraan kadar gula, pada masing-masing media dihitung kadar gulanya pada setiap 100 ml air. Setelah itu masing-masing media perbanyakan dilarutkan pada 100 ml Nutrient Broth kemudian dibuat seri pengenceran sampai  $10^{-6}$ . Selanjutnya 1000  $\mu$ l suspensi ini disebar ke dalam medium agar Nutrient agar. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu ruang. Setelah 24 jam dilakukan perhitungan populasi bakteri.

### *Uji agregasi tanah lempung berpasir*

Tahap awal dilakukan analisis terhadap bahan tanah yang akan digunakan untuk penelitian. Analisis tersebut meliputi kemantapan agregat awal, kandungan N,P dan K, kandungan pasir, debu, liat, pH, dan C-organik. Pada uji agregat menggunakan metode pengayakan basah. Percobaan ini dilakukan di

laboratorium dengan lingkungan yang homogen maka percobaan disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan empat perlakuan dengan empat ulangan ( $4 \times 4$ ) pengacakan dan tata letak dilakukan secara bebas (Lampiran 2). Data yang diperoleh diolah dengan analisis sidik ragam dan apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Bahan tanah uji ditimbang masing-masing seberat 1 kg dan dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas. Sterilisasi bahan tanah dilakukan dengan menggunakan *auto clave* selama 25 menit. Selanjutnya melakukan pengenceran inokulan pada salah satu media pembawa yang paling baik dalam menumbuhkan bakteri.

Pada penelitian ini, kapasitas lapangan dan jumlah populasi bakteri dijadikan sebagai perlakuan, kapasitas lapangan sudah terhitung yaitu 450 ml/kg. Perlakuan pada penelitian ini yaitu P0 (450 ml aquadest), P1 (100 ml media perbanyakan yang sudah diseleksi + 350 ml aquadest dengan jumlah bakteri  $1,67 \times 10^4$ ), P2 (200 ml media perbanyakan yang sudah diseleksi + 250 ml aquadest dengan jumlah bakteri  $2,13 \times 10^5$ ) dan P3 (400 ml media perbanyakan yang sudah diseleksi + 50 ml aquadest dengan jumlah bakteri  $3,54 \times 10^6$ ).

## Hasil dan Pembahasan

### *Uji kemurnian bakteri Lactobacillus fermentum*

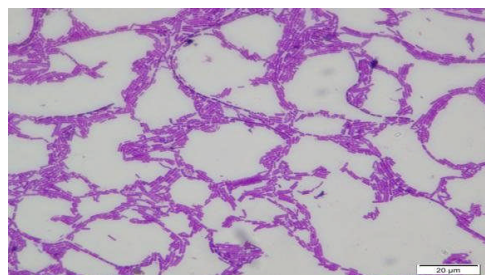
Berdasarkan *screening*, isolasi dan identifikasi yang dilakukan didapatkan bakteri gram positif, dimana pada penelitian ini menggunakan isolat bakteri *Lactobacillus fermentum* yang merupakan bakteri gram positif (Gambar 1).



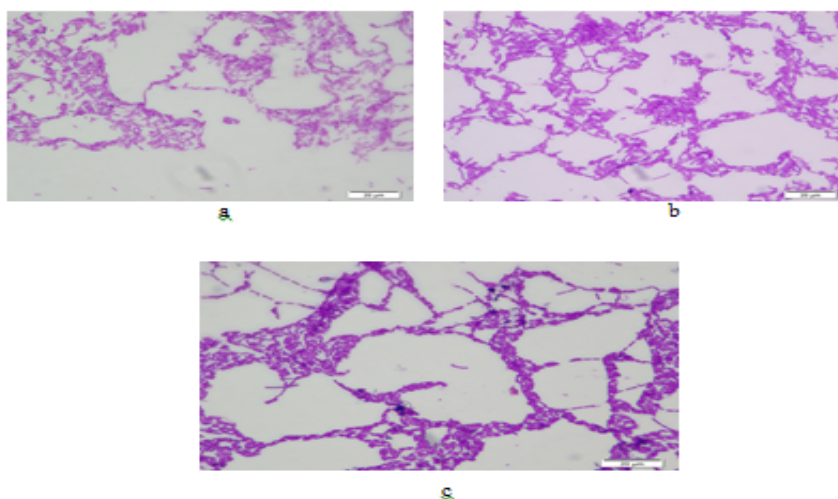
Gambar 1. Isolat bakteri *Lactobacillus fermentum*

Dalam pengamatan pada mikroskop tampak bakteri berbentuk basil (lonjong), dan terlihat pada warna ungu (Gambar 2). Ini mengindikasikan bahwa bakteri tersebut tergolong gram positif dan masih murni bakteri *Lactobacillus fermentum* tidak terkontaminasi dengan bakteri lain ataupun patogen. Menurut Anwar (2000) bakteri gram positif adalah bakteri yang mempertahankan zat warna kristal violet sewaktu proses pewarnaan gram sehingga akan berwarna biru atau ungu di bawah mikroskop. Pada uji kemurnian masing-masing perlakuan pada inkubasi 30 hari terlihat pada mikroskop bakteri tersebut masih murni dan tidak terkontaminasi dengan dengan bakteri lain atau patogen (Gambar 3). Secara mikroskopis bentuk bakteri masih sama dengan bentuk awal

bakteri yang sebelumnya sudah diuji kemurniannya. Menurut Irianto (2002) dilihat secara mikroskopis bakteri gram positif yang terinfeksi atau terkontaminasi oleh bakteri lain dicirikan dengan adanya warna lain selain warna ungu dan biru serta bentuk yang lain selain basil yang terdapat pada isolat murni



Gambar 2. Bentuk mikroskopis *Lactobacillus fermentum* pada penelitian



Gambar 3. Bentuk mikroskopis bakteri: a P1 (100 ml media + 350 ml aquadest), b. P 2 (200 ml media + 250 ml aquadest), c. P3 (400 ml media + 50 ml aquadest)

#### ***Pengaruh media pembawa terhadap perkembangan bakteri***

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing media memberikan pengaruh nyata terhadap perkembangan bakteri sampai hari ke 7 (Tabel 10). Dari kelima media perbanyakan tersebut molase memberikan pengaruh yang lebih besar dengan jumlah bakteri lebih banyak. Molase memiliki kadar gula total paling tinggi dibandingkan dengan media pembawa yang lain sehingga perkembangan bakteri juga semakin tinggi. *Lactobacillus fermentum* merupakan bakteri asam

laktat (BAL) dimana kehidupan dan perkembangannya tergantung pada kadar gula pada media yang ditempati. Hampir semua BAL hanya memperoleh energi dari metabolisme gula sehingga habitat pertumbuhannya terbatas pada lingkungan yang menyediakan cukup gula atau bisa disebut dengan lingkungan yang kaya nutrisi (Rostini, 2007). Molase mengandung 30 persen disamping gula reduksi sekitar 25 persen berupa glukosa dan fruktosa (Kurniawan, 2004). Menurut Martoyo kandungan yang terdapat pada molase ialah 21.7 % glukosa, 34.19% sukrosa, 26.49% air dan 17.62 % abu.

Tabel 1. Perkembangan bakteri pada masing-masing media pembawa pada masa inkubasi 0-7 hari

Media	Jumlah Bakteri (CFU/100mL)							
	hari ke 0	hari ke 1	hari ke 2	hari ke 3	hari ke 4	hari ke 5	hari ke 6	hari ke 7
Legen	10 <sup>8</sup> a	9 x 10 <sup>8</sup> a	22 x 10 <sup>8</sup> a	69 x 10 <sup>8</sup> a	75 x 10 <sup>8</sup> a	92 x 10 <sup>8</sup> a	98 x 10 <sup>8</sup> a	105 x 10 <sup>8</sup> a
larutan gula	17 x 10 <sup>8</sup> b	30 x 10 <sup>8</sup> b	49 x 10 <sup>8</sup> ab	103 x 10 <sup>8</sup> ab	114 x 10 <sup>8</sup> b	132 x 10 <sup>8</sup> ab	147 x 10 <sup>8</sup> b	189 x 10 <sup>8</sup> b
air kelapa	33 x 10 <sup>8</sup> c	42 x 10 <sup>8</sup> bc	71 x 10 <sup>8</sup> b	113 x 10 <sup>8</sup> ab	136 x 10 <sup>8</sup> bc	149 x 10 <sup>8</sup> b	181 x 10 <sup>8</sup> bc	203 x 10 <sup>8</sup> b
Molase	7 x 10 <sup>8</sup> ab	44 x 10 <sup>8</sup> bc	118 x 10 <sup>8</sup> c	163 x 10 <sup>8</sup> c	181 x 10 <sup>8</sup> c	206 x 10 <sup>8</sup> c	226 x 10 <sup>8</sup> d	298 x 10 <sup>8</sup> c
NB (kontrol)	42 x 10 <sup>8</sup> c	49 x 10 <sup>8</sup> c	74 x 10 <sup>8</sup> b	115 x 10 <sup>8</sup> b	129 x 10 <sup>8</sup> b	161 x 10 <sup>8</sup> b	193 x 10 <sup>8</sup> cd	214 x 10 <sup>8</sup> b

**Uji kemantapan agregat tanah lempung berpasir dengan penambahan bakteri *Lactobacillus fermentum*.**

Perlakuan dengan inokulan tunggal *Lactobacillus fermentum* ke dalam tanah beragregat kurang stabil mengindikasikan adanya peningkatan kemantapan agregat dari 10, 20 dan 30 hari inkubasi (Tabel 2). Pada masing-masing perlakuan pemberian bakteri berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan kemantapan agregat (DMR). Sejalan dengan lama waktu inkubasi sampai 30 hari indeks kemantapan agregat pada masing-masing perlakuan meningkat.

Tabel 2. Peningkatan kemantapan agregat (DMR) tanah pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	DMR (mm) *)		
	Inkubasi (hari)		
	10	20	30
P0	0.47 a	0.48 a	0.48 a
P1	0.60 b	0.68 b	1.26 b
P2	0.68 c	1.13 c	1.42 c
P3	0.73 c	1.57 d	2.05 d

Keterangan : P0= 450 ml aquadest, P1= 100 ml molase + 350 aquadest, P2= 200 molase + 250 aquadest, P3= 400 molase + 50 ml aquadest. \*) Angka dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT ( $P>0,05$ ).

Pada analisis awal agregat sebelum perlakuan sampel tanah lempung berpasir memiliki indeks agregat 0.48 mm (kurang mantab). Masing-masing perlakuan memberikan peningkatan nilai DMR pada inkubasi 10 hari menjadi 0.60 mm (agak mantab), 0.68 mm (mantab) dan 0.73 mm (mantab). Pada inkubasi 20 hari dan 30 hari nilai DMR mengalami peningkatan pada masing-masing perlakuan. Pada inkubasi 20 hari meningkat menjadi 0.68 mm (mantab), 1.14 mm (sangat mantab), dan 1.56 mm (sangat mantab). Dan pada inkubasi 30 hari nilai DMR meningkat menjadi 1.26 mm (sangat mantab), 1.43 mm (sangat mantab) dan 2.04 mm (sangat mantab sekali). Ini menunjukkan bahwa semakin lama inkubasi nilai DMR mengalami peningkatan sampai 30 hari inkubasi pada setiap perlakuan.

Penelitian ini mempunyai pola yang hampir sama dengan hasil penelitian Caesar

& Cochran (2001) dimana kemantapan agregat pada bahan tanah berpasir yang diinokulasi dengan fungi saprofitik *Basidiomycetes* meningkat dalam 14 hari inkubasi dan kemudian terjadi penurunan secara gradual setelah 35 hari inkubasi. Menurut Irianto (2002), mikroba yang dapat membentuk agregat tanah terdiri dari kelompok jamur dan bakteri gram positif dan gram negatif, diantaranya yaitu *Azotobacter chroococcum* (penghasil polisakarida) dan *Mucor hiemalis*. Proses pembentukan agregat tanah melibatkan organisme seperti benang-benang hifa pada jamur yang mampu mengikat partikel tanah dengan partikel lain.

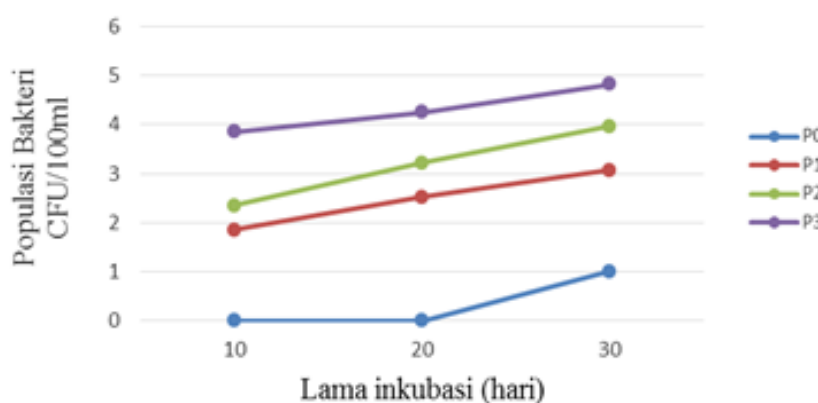
Organisme juga memproduksi sejumlah bahan kimia/asam-asam yang dapat merekatkan tanah. Pertumbuhan struktur miselium akan semakin meningkat apabila semakin lama waktu inkubasi. Bakteri mampu mengeluarkan suatu polisakarida berupa lendir yang berfungsi sebagai *gum* (perekat) dan metabolit lain untuk membentuk agregat tanah. Sedangkan jamur/kapang dari struktur tubuhnya berupa hifa mampu mengikat partikel tanah untuk membentuk agregat tanah (Anas, 1989). Bakteri gram positif dan negatif memiliki perilaku berbeda dalam menghuni agregat. Bakteri gram positif cenderung menempati bagian luar mikroagregat karena lebih kering, sedangkan bakteri gram negatif cenderung berada pada bagian dalam karena lebih lembab (Irianto, 2007). Nilai DMR yang lebih tinggi pada P3 dibandingkan P1 dan P2, ini karena nutrisi dan kandungan gula total molase lebih banyak sehingga bakteri yang tumbuh semakin banyak.

Dari hasil perhitungan jumlah bakteri pada P3 adalah  $3,54 \times 10^5$  sedangkan pada P1 dan P2 masing-masing  $1,67 \times 10^4$  dan  $2,13 \times 10^5$ . Semakin banyak populasi bakteri maka semakin banyak pula eksopolisakarida (EPS) yang dihasilkan. Faktor lingkungan dan jumlah nutrisi yang tersedia di dalam bahan tanah mineral turut berperan dalam mendukung aktivitas dan viabilitas bakteri dan fungi yang diinokulasikan (Laksmi *et al.*, 2008).

Selain faktor nutrisi dan kadar gula, faktor lain yang menyebabkan banyak sedikitnya jumlah bakteri adalah faktor fase pertumbuhan bakteri. Perkembangan bakteri selama masa inkubasi diamati sampai pada inkubasi 30 hari.

Pada pengamatan jumlah bakteri yang diinokulasikan ke tanah sampai inkubasi 30 hari jumlah populasi bakteri mengalami peningkatan (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri dalam fase *eksponensial* dimana bakteri mengalami peningkatan populasi. Pada fase eksponensial, sel berada dalam keadaan pertumbuhan yang seimbang. Menurut Monod (1949) selama *eksponensial* ini, masa dan volume

sel meningkat oleh faktor yang sama dalam arti rata-rata komposisi sel dan konsentrasi relatif metabolit tetap konstan. pada fase eksponensial bakteri asam laktat menghasilkan eksopolisakarida dalam jumlah yang maksimum, eksopolisakarida akan berkurang dan habis saat masa *stasioner* dan berlanjut pada fase kematian.



Gambar 4. Perkembangan bakteri selama berada didalam tanah sampai inkubasi 30 hari

#### **Optimalisasi Peningkatan Kadar Bahan Organik, N, P, K dan pH Tanah Dengan Bakteri *Lactobacillus fermentum*.**

Dari hasil penelitian inokulasi bakteri *Lactobacillus fermentum* dapat menambah bahan organik di dalam tanah (Tabel 3). Pada pengamatan yang dilakukan, masing perlakuan memberikan pengaruh secara signifikan.

Tabel 3. Peningkatan kadar bahan organik tanah oleh bakteri *Lactobacillus fermentum* pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar bahan organik (%) *)		
	Inkubasi (hari)		
	10	20	30
P0	0.21 a	0.22 a	0.22 a
P1	0.52 a	0.77 b	1.83 b
P2	2.62 b	3.13 c	3.60 c
P3	3.44 c	4.10 d	4.66 d

Keterangan : P0= 450 ml aquadest, P1= 100 ml molase + 350 aquadest, P2= 200 molase + 250 aquadest, P3= 400 molase + 50 ml aquadest. \*) Angka dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT ( $P>0,05$ ).

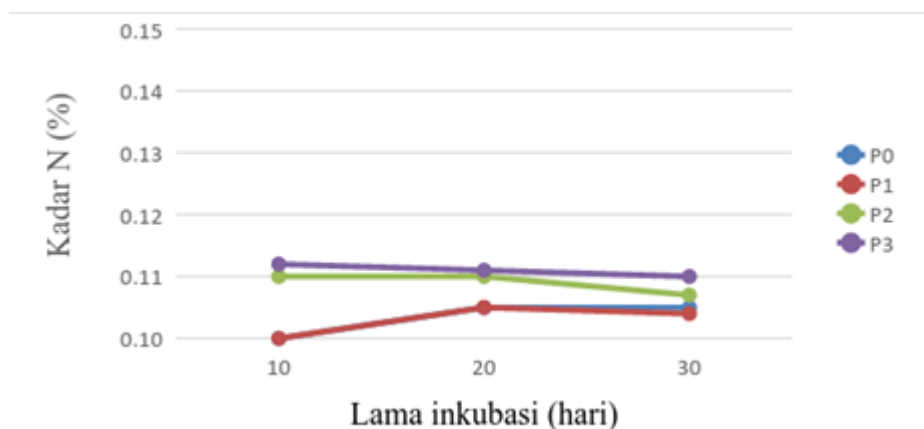
Pada tabel 12 dapat dilihat masing-masing perlakuan memberikan pengaruh nyata. Perlakuan P3 memberikan pengaruh sangat nyata sampai pada inkubasi 30 hari. P3 memiliki populasi bakteri yang lebih banyak dari pada P1 dan P2. Peran eksopolisakarida yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat selain dapat meningkatkan kemantapan agregat EPS juga dapat menambah unsur hara dan bahan organik tanah. Menurut Rao (1994) diantara karbohidrat yang diisolasi dari tanah, diketahui bahwa dekstran yang mengandung asam uronat dalam jumlah yang besar dan resisten terhadap degradasi mikroba ternyata memiliki kualitas tertinggi dalam membentuk agregat tanah dan menambah unsur hara dalam tanah.

Peningkatan kemantapan agregat tanah juga berpengaruh terhadap peningkatan bahan organik tanah. Peranan agregat bagi ekosistem tanah adalah untuk mikroba sendiri, mikroagregat tanah dapat melindungi mikroba terutama bakteri dari protozoa pemangsa, selain itu interaksi yang menguntungkan diantara mikroorganisme (Lawton, 1955). Akibatnya apabila bakteri terlindungi maka populasi bakteri menjadi meningkat.

### Peningkatan Kadar N tersedia dalam tanah

Hasil pengukuran kadar N pada sampel tanah yang dilakukan sampai inkubasi 30 hari terlihat bahwa inokulasi bakteri *Lactobacillus fermentum* ke dalam sampel tanah tidak memberikan peningkatan unsur N dalam tanah. Pada pengukuran awal nitrogen sebelum tanah diinokulasikan dengan bakteri *Lactobacillus*

*fermentum*, tanah memiliki kandungan N 0.147%. Setelah tanah diinokulasikan dengan bakteri tersebut kadar N mengalami penurunan pada inkubasi 10 hari baik pada P0, P1, P2 maupun P3. Akan tetapi sejalan masa inkubasi kadar N tidak mengalami peningkatan (Gambar 5).



Gambar 5. Perubahan kadar N setelah pemberian bakteri *Lactobacillus fermentum*

Bakteri *Lactobacillus fermentum* tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan N, karena bakteri tersebut bukan tergolong bakteri penambat N dan tidak memiliki sifat bersimbiosis dengan tanaman. Pasaribu et al (2009) menyatakan mikroorganisme yang tergolong mikroorganisme penambat N adalah bakteri fotosintesis, *Azotobacter*, *Clostridium* dan *Rhizobium*.

Menurut Madigan (2009) bakteri nitrogen atau dikenal juga sebagai bakteri pengikat nitrogen adalah kelompok bakteri yang mampu mengikat nitrogen (terutama  $N_2$ ) bebas di udara dan mereduksinya menjadi senyawa amonia dan ion nitrat ( $NO_3^-$ ) oleh bantuan enzim nitrogenase. Kelompok bakteri ini biasanya bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan dan polong untuk membentuk suatu simbiosis mutualisme berupa nodul atau bintil akar untuk mengikat nitrogen bebas di udara yang pada umumnya tidak dapat digunakan secara langsung oleh kebanyakan organisme. Secara umum, kelompok bakteri ini dikenal dengan istilah rhizobia, termasuk di dalamnya genus bakteri *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Photrhizobium*, dan *Sinorhizobium*.

### Peningkatan Kadar P Tersedia dalam Tanah

Inokulasi bakteri *Lactobacillus fermentum* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap peningkatan kadar P dalam tanah (Tabel 4). Dari inkubasi 10 hari sampai inkubasi 30 hari kadar P mengalami peningkatan. Pada awal pengamatan sebelum bakteri diinokulasikan ke dalam tanah, sampel tanah memiliki kadar P 11.09 ppm. Setelah diinokulasikan bakteri kadar P mengalami peningkatan pada P1, P2 dan P3. Peningkatan kadar P berlanjut pada inkubasi selanjutnya sampai 30 hari. Masing-masing perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Pada inkubasi 10 hari kadar P pada P0, P1 dan P2 masih tergolong rendah sedangkan pada P3 termasuk dalam kelas sedang. Seiring berjalannya waktu inkubasi sampai 30 hari kadar P pada P0, P1, P2 dan P3 tergolong rendah meskipun pada setiap masa inkubasi mengalami peningkatan. Peningkatan kadar P terjadi karena bakteri *Lactobacillus fermentum* merupakan bakteri asam laktat sehingga bakteri tersebut mengandung asam laktat yang tinggi dimana asam laktat tersebut membantu ketersediaan unsur P dalam tanah.

Tabel 4. Kadar P (Bray II) setelah tanah diinokulasi dengan bakteri *Lactobacillus fermentum* pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar P (ppm) *)		
	Inkubasi (hari)		
	10	20	30
P0	11.8 a	11.9 a	11.9 a
P1	14.3 b	14.9 b	18.7 b
P2	15.4 c	16.0 c	21.4 c
P3	16.1 c	16.8 d	21.6 c

Keterangan : P0= 450 ml aquadest, P1= 100 ml molase + 350 aquadest, P2= 200 molase + 250 aquadest, P3= 400 molase + 50 ml aquadest. \*) Angka dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT ( $P>0,05$ ).

Menurut Rao (1987) pelarutan P oleh bakteri asam laktat didahului dengan sekresi asam-asam organik, salah satunya asam laktat. asam-asam ini dapat membentuk *kelat* (kompleks stabil) dengan kation Al, Fe atau Ca yang mengikat P, sehingga ion  $H_2PO_4^-$  menjadi bebas dari ikatannya dan tersedia bagi tanaman untuk diserap. Mekanisme mikroorganisme dalam melarutkan P tanah yang terikat dan P yang berasal dari alam diduga karena asam-asam organik yang dihasilkan akan bereaksi dengan  $AlPO_4$ ,  $FePO_4$ , dan  $Ca(PO_4)_2$ , dari reaksi tersebut terbentuk *kelat* organik dari Al, Fe, dan Ca sehingga P terbebaskan dan larut serta tersedia untuk tanaman (Hilda & Reynaldo, 2000).

#### Peningkatan Kadar K Tanah

Hasil pengukuran kadar K pada sampel tanah dilakukan selama inkubasi 30 hari berpengaruh nyata pada peningkatan kadar K dalam tanah (Tabel 5). inokulasi bakteri *Lactobacillus fermentum* memberikan pengaruh sangat nyata pada masing-masing perlakuan. Ini ditunjukkan dengan meningkatnya kadar K pada P1,P2 dan P3. Untuk P0 menunjukkan nilai yang sama pada analisis awal yaitu 0.11 me  $100g^{-1}$ . Akan tetapi bertambahnya masa inkubasi kadar K tanah pada perlakuan P1, P2, dan P3 masing-masing mengalami penurunan. Menurut Murray dan Hesterberg (2006) kriteria K dalam tanah yang telah diberikan penambahan bakteri *Lactobacillus fermentum* dari inkubasi selama 10, 20 dan 30 hari masih diperoleh kadar K tanah dalam kategori sangat rendah.

Tabel 5. Kadar K tanah setelah diinokulasikan bakteri *Lactobacillus fermentum* pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari

Perlakuan	Kadar K (me $100g^{-1}$ *)		
	Inkubasi (hari)		
	10	20	30
P0	0.11 a	0.11 a	0.10 a
P1	0.23 b	0.15 a	0.11 a
P2	0.28 bc	0.22 b	0.22 b
P3	0.30 c	0.27 c	0.25 c

Keterangan : P0= 450 ml aquadest, P1= 100 ml molase + 350 aquadest, P2= 200 molase + 250 aquadest, P3= 400 molase + 50 ml aquadest. \*) Angka dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT ( $P>0,05$ ).

Hasil sekresi asam laktat akan berfungsi sebagai katalisator dan memungkinkan asam-asam organik tersebut membentuk senyawa kompleks dengan ion  $K^+$ , sehingga terjadi pelarutan dan menjadi tersedia (Rao, 1987). Mikroba membutuhkan zat-zat nutrisi untuk sintesa komponen sel dan menghasilkan energi. Unsur-unsur makro seperti N, P, K, Mg, Ca diperlukan oleh hampir semua mikroba (Fardiaz, 1989). Dengan demikian menurunnya kadar K pada masa inkubasi disebabkan unsur K digunakan oleh bakteri untuk proses metabolise untuk menghasilkan energi.

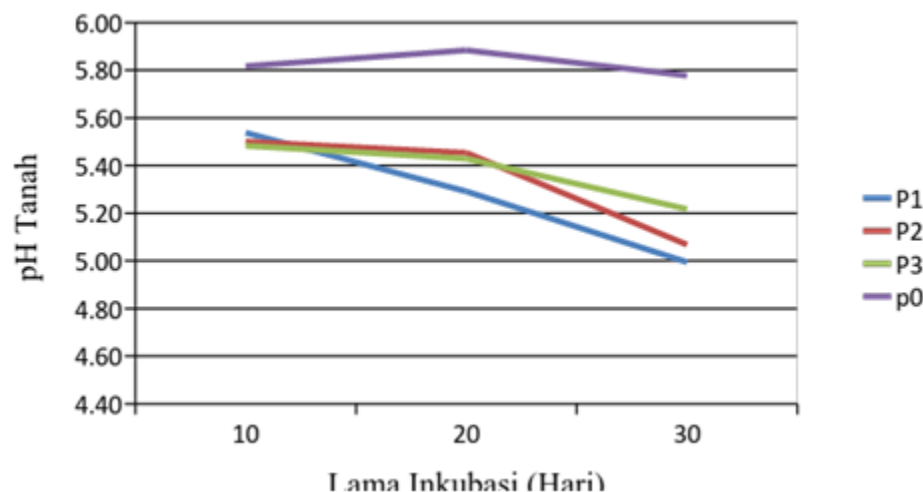
#### pH Tanah

Pada pengamatan pH sebelum bakteri diinokulasikan ke tanah, tanah memiliki pH 5,9. Tanah tersebut tergolong masam karena  $pH<7$ . Hasil pengukuran pH pada sampel tanah dilakukan sampai inkubasi 30 hari. Pemberian bakteri *Lactobacillus fermentum* ke dalam tanah dapat menurunkan pH tanah. Hal ini dikarenakan adanya asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus fermentum* sehingga tingkat keasaman tanah semakin tinggi. pH terendah diperoleh dengan tanpa penambahan mineral yang memberikan indikasi bahwa penurunan pH sebagai akibat produksi asam laktat dari glukosa tidak berhubungan dengan produksi EPS. Hal ini dalam produksi EPS yang paling utama adalah menggunakan sumber karbon untuk reaksi polimerisasi sintesis polisakarida, penurunan pH berkaitan erat dengan produksi asam laktat (Pham *et al.*, 2000). Perlakuan P3 penurunan pH lebih tinggi dari pada P1 dan P2 (Gambar



6), dikarenakan perlakuan P3 memiliki jumlah populasi bakteri yang lebih banyak, sehingga

semakin banyak populasi bakteri maka semakin banyak asam laktat yang terkandung.



Gambar 6. Penurunan pH tanah setelah diinokulasikan bakteri

## Kesimpulan

Pada uji media pembawa (air kelapa, legen, larutan gula dan molase), bakteri *Lactobacillus fermentum* tumbuh dengan baik pada media molase ini ditandai dengan populasi bakteri yang lebih banyak dibandingkan dengan media yang lain. Pemberian *Lactobacillus fermentum* berpengaruh nyata terhadap peningkatan agregat tanah lempung berpasir. Pada analisis awal tanah memiliki stabilitas agregat 0,48 mm (kurang mantab) sejalan lamanya masa inkubasi sampai 30 hari P1, P2 dan P3 masing-masing mengalami peningkatan menjadi 1,27 mm (sangat stabil); 1,43 mm (sangat mantab) dan 2,05 mm (sangat mantab sekali). *Lactobacillus fermentum* juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan bahan organik, P tersedia dan K tersedia. Akan tetapi bakteri ini tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan N tersedia dan pH tanah.

## Daftar Pustaka

- Anas, I. 1989. Biologi Tanah dalam Praktek. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Hal : 65-72
- Anwar, R. 2000. Bakteri Gram-positif dari air kemih penderita infeksi saluran kemih. Kongres Nasional IV PAMKI: Semarang.
- Bhardwaj, Shainberg, Goldstein, Warrington & Levy. 2007. Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils. *Soil Science Society of America Journal* 71(2), 406-412.
- Caesar-TonThat, T.C. and Cochran, V.L. 2001. Role of a saprophytic Basidiomycete soil fungus in aggregate stabilization. In: D.E. Stott et al. (Eds.). *Sustaining the Global Farm. 10th International Soil Conservation Organization Meeting held May, 24-29, 1999* p. 575-579.
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. Direktorat Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB, Bogor.
- Hilda, R. and Reynaldo. F. 2000. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Department of Microbiology, Cuban Research Institute on Sugarcane By-Products (ICIDCA). Havana, Cuba
- Irianto, K. 2002. Mikrobiologi: Menguk Dunia Mikroorganisme Jilid 2. CV. Yrama Widya. Bandung.
- Irianto, K. 2007. Mikrobiologi. Yrama Widya, Bandung. Hal 75-94.
- Kim, J.S., Reuhs, B.L., Rahman, M.M., B. Ridley, B. and Carlson, R.W. 1996. Separation of bacterial capsular and lipopolysaccharides by preparative electrophoresis. *Glycobiology* 6 (4), 433-437.
- Kurniawan, A.P. 2004. Pembatan Etanol dari Sampah Pasar Melalui Poses Hidrolisis Asam dan Fermentasi Bakteri *Zymomonas mobilis*. Jurusan Teknik Lingkungan FTP-ITS: Surabaya.
- Laksmi, Dariah, A. dan Goenadi, D.H. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah

- Mineral Oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan: Bogor.
- Lawton, M. 1955. Difco Manual Of Dehydratd culture Media and Reagent for Microbiology and clinical Laboratory Procedures. 9th edition. Michigan Detroit Difco Laboratories Page 32-33, 93.
- Madigan. 2009. Brock Biology of Microorganism. Twelfth Edition. Pearson International Edition : San Fransisco. pp 121-137
- Monod, J. 1949. The growth of bacterial cultures. Annual Review of Microbiology 3, 371-394.
- Murray G.C. and Hesterberg D. 2006. Iron and phosphate dissolution during Abiotic reduction of ferrihydrite-boehmite mixtures. Soil Science Society of America Journal 70, 1318-1327.
- Pasaribu, H.F., Dalimunthe, N. and Poeloengan, M. 2009. Pengobatan Pencegahan Penyakit Ikan Bercak Merah. Prosiding Seminar Nasional II Penyakit Ikan dan Udang. Editor A.Rukyani dkk. Bultkanwar Bogor. 12(4): 124-137.
- Pham, P.L., Dupont, I., Roy, D., Lapointe, G. and Cerning, J. 2000. Production of exopolysaccharide by *Lactobacillus rhamnosus* R and analysis of its enzymatic degradation during prolonged fermentation. Applied Environmental Microbiology 66(6), 2302-2310.
- Rao, S. 1994. Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia Press: Jakarta. Hal 79
- Sutherland, I.W. 1997. Microbial exopolysaccharides structural subtleties and their consequences. Pure & Applied Chemistry 69(9), 1911-1917.