

DIVERSITAS DAN POPULASI BAKTERI PELARUT FOSFAT PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI UB FOREST

Diversity and Population of Phosphate Solubilizing Bacteria in Various Land Uses at UB Forest

Heydiana Bunga Hutamy, Yulia Nuraini*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 1 Malang, 65145

*Penulis korespondensi: ynuraini@yahoo.com

Abstract

UB Forest has been converted into various uses such as agriculture and settlement. Land use conversion has an impact on decreasing soil organic matter, water quality, chemical properties and diversity of soil biota. Phosphorus is an essential nutrient for plants. But, its availability is very low, it is only 0.01% of the total P, because it is bound by the soil colloids. The aim of this study was to explore the difference of land uses and effect of environment to the diversity and population of phosphate solubilizing bacteria in the UB Forest. This study was conducted at various land uses i.e., protected area (KL), pine and coffee (PK), pine and annual crop (PS), mahogany and coffee (MK), and mahogany and annual crop (MS). Differences in land use significantly affected the population of phosphate solubilizing bacteria. The highest population of phosphate solubilizing bacteria was found in the plot of protected area (KL) of 103×10^6 cfu mL⁻¹ and the lowest (7×10^6 cfu mL⁻¹) was in the plot of pine and annual crop (PS). There were 11 bacterial isolates capable of dissolving phosphate sources in Pikovskaya media that were characterized by holozone with a ratio of 2.00 and 1.78. The suitable environment and sufficient substrate can increase population of phosphate solubilizing bacteria.

Keywords : *diversity, land use, phosphate solubilizing bacteria*

Pendahuluan

Alih fungsi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Hutan seringkali di alih fungsikan menjadi berbagai penggunaan seperti pertanian, agroforestri dan pemukiman menyebabkan terjadinya perubahan vegetasi. Perubahan vegetasi akibat alih fungsi lahan berdampak pada penurunan BOT, kualitas air, sifat kimia dan diversitas biota tanah. Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan berkelanjutan yang mana untuk meningkatkan produksi lahan dengan menggabungkan produksi tanaman hutan dengan atau tanpa binatang secara bersamaan dalam suatu lahan dan menerapkan manajemen yang sesuai dengan kebudayaan masyarakat lokal (Bene *et al.*, 1977). UB Forest merupakan

hutan pendidikan yang termasuk kedalam lahan agroforestry dengan berbagai jenis tanaman, mulai dari tanaman tahunan (pinus, sengon, mahoni) perkebunan (kopi) dan tanaman semusim (hortikultura, rumput gajah dan tanaman obat). UB Forest terletak pada lereng gunung Arjuna. Perbedaan jenis penggunaan lahan menyebabkan perbedaan cadangan karbon yang tersedia di alam serta berpengaruh dalam kelimpahan mikroorganisme dalam tanah. Selain itu, pengaruh vulkanik gunung Arjuna dapat mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman. Fosfor merupakan unsur hara esensial bagi tanaman. Fosfor dapat diserap tanaman dalam bentuk H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, dan PO₄³⁻. Akan tetapi, ketersediaan unsur P yang sangat rendah yaitu mencapai 0,01% dari total P karena terikat oleh koloid tanah. Tanah yang

memiliki pH masam, ketersediaan unsur P terjerap oleh Al dan Fe menjadi Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah alkali (basa) unsur P akan membentuk senyawa Ca-P yang sukar larut (Simanungkalit *et al.*, 2006). Tanah memiliki beragam mikroba yang berperan penting. Bakteri berperan dalam penyediaan unsur bagi tanaman, membantu proses dekomposisi bahan organik tanah serta sebagai agens hayati dalam mengendalikan hama penyakit pada tanaman. Salah satu peranan bakteri adalah sebagai pelarut unsur P dalam tanah. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilaksanakan yang bertujuan untuk mengetahui diversitas bakteri pelarut fosfat dan potensi pelarutan fosfat di berbagai penggunaan lahan di UB Forest.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2017 sampai dengan April 2018. Lokasi penelitian yang dipilih adalah UB Forest. Penelitian dilaksanakan di dua tempat yakni, Dusun Sumbersari, Desa Tawangargo dan Dusun Buntoro, Desa Bocek, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Terdapat sistem agroforestri berbasis pinus, mahoni, kopi dan tanaman sayuran. Total terdapat 5 sistem agroforestri yang akan diamati diversitas dan populasi bakteri pelarut fosfat.

Rancangan percobaan

Penelitian dilakukan dengan metode survei. Data yang telah diperoleh diolah menggunakan rancangan acak pola tersarang dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 15 kombinasi perlakuan. Perlakuan penelitian disajikan dalam Tabel 1.

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan plot dilakukan dengan cara membuat plot berukuran 20 x 20 m = 400 m² pada setiap penggunaan lahan. Kemudian dibagi kedalam 4 kuadran sebagai sub plot. Pada plot pengamatan akan diamati kerapatan pohon, yang meliputi tutupan tajuk, pengambilan biomassa tumbuhan bawah, suhu dan kelembaban, pengambilan contoh tanah untuk analisis biologi dan kimia tanah. Persentase

tutupan tajuk pohon pada suatu luasan dapat dilakukan menggunakan metode pixel dengan kamera digital. Persentase tutupan lahan oleh tautan tajuk pohon dalam sistem diproyeksikan dalam pixel gelap terang dan dihitung per total pixel gambar yang diperoleh. Pengambilan gambar sebanyak 10 titik pada tiap sistem (Prabowo dan Suharyadi, 2017). Sampel tanah diambil secara acak dan mewakili masing-masing kondisi tutupan lahan yang berbeda karakteristiknya. Pengambilan sampel tanah sesuai dengan 8 arah mata angin. Sampel tanah dikompositkan tiap plot pengamatan dan diambil tepat pada jarak 50-100 cm dari titik tengah tautan tetes tajuk terluar dari masing-masing tanaman selanjutnya sampel dipisahkan menjadi 2 yaitu untuk indikator kimia dan biologi tanah. Pengamatan serasah menggunakan frame berukuran 50 cm x 50 cm dalam satu plot diambil 5 ulangan. Parameter yang diamati meliputi ketebalan serasah pada tiap frame serta berat kering serasah. Serasah yang didapat ditimbang total berat basah pada tiap frame kemudian di pisahkan berdasarkan jenisnya yang meliputi serasah kasar, serasah halus daun, ranting, *understorey* dan dioven selama 48 jam dengan suhu 75 ° C (Hairiah, *et al.*, 2011). Kepadatan populasi BPF di dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor. Perhitungan populasi BPF pada penelitian ini dilakukan secara tidak langsung yaitu dengan menghitung koloni dari pertumbuhan setiap sel BPF pada media selektif Pikovskaya (Saraswati *et al.*, 2007) Berikut merupakan perhitungan populasi BPF:

$$\text{Populasi BPF} = \frac{C \times fp}{bk}$$

Keterangan:

- C = jumlah koloni
- fp = faktor pengenceran
- Bk = berat kering tanah

Pengukuran yang dilakukan berupa rasio zona bening dengan membandingkan diameter zona bening dan diameter koloni setelah dinkubasi selama 3-5 hari pada temperatur ruang (Saraswati *et al.*, 2007). Uji Pathogenitas dilakukan untuk memastikan BPF tidak bersifat pathogen. Uji patogenitas dilakukan dengan cara mengamati (membandingkan) secara visual pada tanaman yang diinokulasi BPF pathogen

akan memperlihatkan pertumbuhan yang tidak normal (sakit) (Schaad *et al.*, 2001),

Analisis data

Data ditabulasi menggunakan MS. Excel. Data dianalisis keragamannya (ANOVA). Kemudian jika hasil berbeda nyata dilakukan uji Beda Nyata Terkecil taraf 5% . Data diolah menggunakan *Genstat*. Uji korelasi dilakukan menggunakan untuk mengetahui hubungan antar parameter.

Tabel 1. Perlakuan penelitian

No	Kode	Luas Plot (m)	Keterangan
1	KL	20x20	Kawasan Hutan Lindung
2	PK	20x20	Pinus dan Kopi (Pinus KU 6 dan kopi umur 5 tahun)
3	PS	20x20	Pinus dan Sayuran (Wortel) (Pinus KU6)
4	MK	20x20	Mahoni dan Kopi (Mahoni KU6 dan kopi umur 5 tahun)
5	MS	20x20	Mahoni Tanaman Semusim (Talas) (Mahoni KU6)

Keterangan : KL : Kawasan lindung, PK : Pinus kopi, PS : Pinus + wortel, MK : Mahoni kopi, MS : Mahoni + talas.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik lingkungan di UB forest

Kerapatan tajuk

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa terdapat penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap kerapatan tajuk. Uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan hasil berbeda nyata. Kerapatan tajuk tertinggi berada pada plot Mahoni Kopi (MK) 88,50% , Kawasan Lindung (KL) 87,09% dan Mahoni Semusim (MS) 86,08%.(Tabel 2). Kerapatan tajuk akan mempengaruhi serasah dan berkaitan erat dengan input bahan organik tanah. Sesuai dengan pernyataan Muardimansah (2016), C-organik tanah dipengaruhi oleh kerapatan tajuk dan kedalaman tanah, daerah yang memiliki

kerapatan tajuk tinggi memiliki karbon organik lebih tinggi di bandingkan daerah yang memiliki tajuk sedang dan jarang.

Biomassa serasah

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap berat serasah. Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5% menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata berat serasah tertinggi sebesar 7,83 t ha⁻¹ pada dengan perlakuan Kawasan Lindung (KL) diikuti dengan Mahoni Semusim (MK) 4,62 t ha, Pinus Kopi (PK) 2,51 t ha⁻¹, Mahoni Semusim (MS) 2,39 t ha⁻¹, dan rata-rata berat serasah terendah 0,37 t ha⁻¹ pada perlakuan Pinus Semusim (PS). (Tabel 3)

Tabel 2. Persentase kerapatan tajuk pada berbagai penggunaan lahan

No	Perlakuan	Rerata Kerapatan Tajuk (%)
1	KL	87,09 c
2	PK	66,44 b
3	PS	48,23 a
4	MK	88,50 c
5	MS	86,08 c
BNT	*	7,06

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Tabel 3. Rerata Berat Kering Serasah pada Berbagai Penggunaan Lahan

No	Perlakuan	Rerata Berat Kering Serasah (t ha ⁻¹)
1	KL	7,83 c
2	PK	2,51ab
3	PS	0,37 a
4	MK	4,62 b
5	MS	2,39ab
BNT	*	1,07

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap

ketebalan serasah. Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5% menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Rata-rata ketebalan serasah tertinggi terletak padaperlakuan Kawasan Lindung (KL), Pinus Kopi (PK), Mahoni Kopi (MK), Mahoni Semusim (MS). Ketebalan serasah terendah berada pada perlakuan Pinus Semusim (PS)..

Tabel 4. Rerata ketebalan serasah pada berbagai penggunaan lahan (cm)

No	Perlakuan	RerataKetebalan Serasah (cm)
1	KL	1,68 b
2	PK	0,97 b
3	PS	0,10 a
4	MK	1,33 b
5	MS	1,36 b
BNT	*	0,32

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Pengolahan lahan yang intensif, seperti pengaturan tanaman, penyiangan, pemakaian pestisida, dan sebagainya mengakibatkan serasah yang dihasilkan sedikit. Salim dan Budiadi (2014) menghatakan bahwa lahan yang di dimanfaatkan untuk tanaman semusim memiliki produksi yang rendah karena kepadatan tanaman tidak didominasi oleh tanaman tahunan. Serasah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah.

Suhu dan kelembaban

Hasil analisis keragaman penggunaan lahan berpengaruh yang terhadap kelembaban. Hasil uji beda nyata terkecil taraf 5% memiliki hasil yang berbeda nyata pada tiap perlakuan. Rata-rata suhu tanah tertinggi yaitu 20.27°C pada perlakuan MK (Mahoni Kopi) dan terendah yaitu 18.32 pada Pinus Kopi Sedangkan hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang terhadap kelembaban tanah (Tabel 5). Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) memiliki pengaruh yang berbeda nyata. Rata-rata kelembaban tanah tertinggi yaitu 46.33 pada perlakuan KL (Kawasan Lindung) dan terendah yaitu 30 pada perlakuan MK

(Mahoni Kopi). Suhu yang rendah memiliki kelembaban yang tinggi dibandingkan keempat plot dikarenakan dipengaruhi oleh tajuk sehingga lahan menjadi ternaungi, intensitas cahaya matahari yang masuk rendah dan kelembaban akan terjaga. Menurut Mulyoutami *et al.* (2004), tanaman pelindung/naungan mempunyai fungsi konservasi salah satunya adalah menjaga suhu dan kelembaban di sekitar kebun, lapisan tajuk dan serasah dapat mengurangi intensitas cahaya matahari sehingga kelembaban terjaga dan menjaga kelembaban karena ketersediaan air tanah tercukupi.

Tabel 5. Rerata Suhu dan Kelembaban pada berbagai penggunaan lahan

No	Perlakuan	Rerata Suhu Tanah (°C)	Kelembaba (RH)
1	KL	18,62 a	46,33 b
2	PK	18,32 a	44,67 b
3	PS	20,80 ab	43,08 b
4	MK	21,48 b	30,00 a
5	MS	20,27 ab	43,00 b
BNT	*	1,11	3,98

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Sifat kimia tanah di UB Forest

pH

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap pH (Tabel 7). Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa rata-rata pH tertinggi 6,413 pada penggunaan lahan Mahoni Semusim dan terendah 4,75 pada penggunaan lahan Pinus Kopi . Reaksi pH pada berbagai tutupan lahan di UB Forest memiliki kriteria agak masam sampai dengan masam. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani, petani cenderung melakukan pemupukan menggunakan pupuk anorganik seperti Phonska, ZA dan SP36. Diduga dengan pemberian pupuk anorganik tidak sesuai dosis dapat memicu penurunan pH tanah. Menurut

Hairiah *et al.* (2000), penyebab tanah masam adalah pengolahan lahan yang intensif seperti pemupukan anorganik dengan dosis yang berlebihan dan dilakukan secara terus menerus dapat memacu proses pemasaman tanah.

C-organik

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap kadar C-organik. Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5% menunjukkan bahwa rata-rata kadar C-organik tertinggi sebesar 8.32% berada pada penggunaan lahan Kawasan Lindung dan terendah sebesar 4.16% pada sistem penggunaan lahan Mahoni Semusim(Tabel 7). Menurut Bargett (2008), bahan organik tanah memiliki peranan mendukung stabilitas tanah, pencegah erosi dan partikel yang penting bagi biota tanah dan lain sebagainya.

P-total

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh terhadap Kadar P-Total (Tabel 7). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% menunjukkan bahwa rata-rata tertinggi berada pada Kawasan

Lindung (KL) mencapai 30,2 mg/100g dan terendah pada Mahoni Semusim sebesar 10,6 mg/100g. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai P total yang ada di lahan seperti bahan induk, bahan organik, jenis tanah, temperatur dan lain sebagainya. Ketersediaan P-organik dipengaruhi oleh aktivitas mikroba tanah dengan cara mineralisasi P organik di tanah dan melarutkan P (Chen *et al.*, 2006).

P-tersedia

Hasil analisa P tersedia menunjukkan bahwa penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap P tersedia (Tabel 7). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5% menunjukkan hasil berbeda nyata. Rata-rata tertinggi berada pada Pinus Semusim (PS) mencapai 3,26 ppm dan terendah pada Mahoni Semusim (MS) yaitu 1,07 ppm (Tabel 7). P-tersedia di UB Forest sangat rendah dikarenakan fiksasi P akibat pH tanah pada masing-masing plot kriteria agak masam . Menurut Hardjowigeno (2007), pH agak masam memiliki konsentrasi Fe dan Al hidroksida pada larutan tanah. Al dan Fe tersebut akan membentuk ikatan Al-P dan Fe-P sehingga P menjadi tidak tersedia bagi tanaman

Tabel 6. Analisa kimia tanah di berbagai penggunaan lahan

No	Perlakuan	pH	*	C-Organik (%)	*	P- tersedia (ppm)	*	P total (mg/100g)	*
1	KL	5,51 b	Am	8,32 b	St	2,4 ab	Sr	30,20 b	S
2	PK	4,75 a	M	4,27 a	T	3,2 b	Sr	29,89 b	S
3	PS	5,45b	Am	4,79 a	T	3,2 b	Sr	16,72 a	R
4	MK	5,72 b	Am	6,79 ab	St	2,3 ab	Sr	17,69 a	R
5	MS	6,41 c	Am	4,16 a	T	1,1 a	Sr	10,60 a	Sr
BNT	*	0,13		1,35		1,09		0,08	

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Diversitas bakteri pelarut fosfat

Populasi bakteri pelarut fosfat

Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perbedaan penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri pelarut fosfat. Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) taraf 5%

menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Rata-rata populasi bakteri tertinggi pada Kawasan Lindung (KL) yaitu 103 x 10⁶ cfu/mL diikuti dengan Mahoni Kopi (MK) 60,2 x 10⁶ cfu/mL, Mahoni Semusim (MS) 55,3 x 10⁶ cfu/mL, Pinus Kopi (PK) 51,7 x 10⁶ cfu/mL sedangkan populasi terendah berada

pada Pinus Semusim (PS) sebesar 7×10^5 cfu/ml (Tabel 7). Total Populasi bakteri pelarut fosfat pada suatu lahan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang sesuai dan ketersediaan makanan yang cukup. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keanekaragaman bakteri diantaranya kondisi tutupan lahan, suhu, pH dan konsentrasi oksigen (Sugiyarto *et al.*, 2007)

Tabel 7. Rerata populasi koloni bakteri pada berbagai penggunaan lahan

No	Pengguna-an Lahan	Total Koloni Bakteri Pelarut Fosfat ($\times 10^6$ cfu mL ⁻¹)
1.	KL	103 x 10 ⁶ c
2.	PK	51,7 x 10 ⁶ b
3.	PS	7,00 x 10 ⁶ a
4.	MK	60,2 x 10 ⁶ b
5.	MS	55,3 x 10 ⁶ b
BNT		*
		1,49

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%; * = nyata Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Karakterisasi bakteri pelarut fosfat

Bakteri yang berhasil diisolasi kemudian isolat dikarakterisasi untuk mengetahui total isolat berbagai penggunaan lahan di UB Forest. Hasil karakterisasi total isolat disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan hasil Karakterisasi diperoleh total sebanyak 37 isolat (Tabel 9). Jumlah isolat tertinggi berada pada plot Kawasan Lindung dan Mahoni Kopi pada sebanyak 9 isolat sedangkan jumlah isolat terendah berada pada plot Pinus Semusim berjumlah 5 isolat (Tabel 8). Keragaman bakteri pelarut fosfat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sifat biologisnya. Perbedaan kondisi lingkungan

serta substrat yang berbeda-beda dapat mempengaruhi efektivitas bakteri dalam melarutkan fosfat (Saraswari *et al.*, 2006) (Gambar 1).

Tabel 8. Total isolat yang ditemukan pada berbagai penggunaan lahan

No	Perlakuan	Jumlah Isolat
1	KL	9
2	PK	8
3	PS	5
4	MK	9
5	MS	6
Total		37

Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

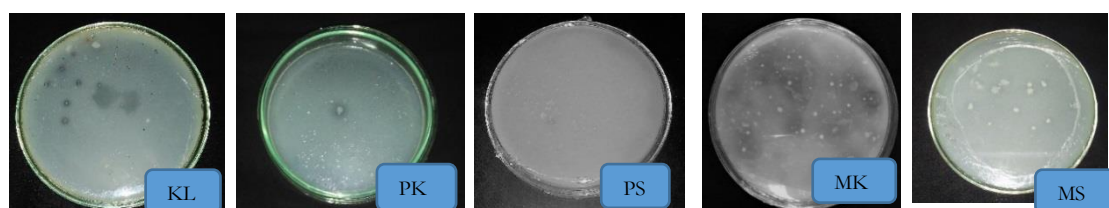
Isolat yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat paling tinggi dilakukan karakterisasi secara morfologis untuk selanjutnya dilakukan uji kemampuannya menghasilkan zona bening. Karakterisasi secara morfologi meliputi ukuran, pigmentasi (warna), bentuk koloni, tepian, dan elevasi (Leboffe dan Pierce, 2012).

Potensi Bakteri Melarutkan Fosfat

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh 11 isolat yang memiliki zona bening. Terdapat 3 isolat yang potensial yang memiliki luas dan rasio zona bening paling tinggi dengan kode isolat PS3C dan KL1A, 2,00 dan 1,78 dengan kode isolat MK3A dengan system penggunaan lahan mahoni kopi (Tabel 10).












Uji patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan untuk memastikan BPF tidak bersifat pathogen bagi tanaman. Uji patogenitas dilakukan dengan cara mengamati secara visual pada daun tembakau yang diberi perlakuan suntikan isolat yang telah di encerkan hingga 10^8 .



Gambar 1. Bakteri Pelarut Fosfat hasil isolasi pada berbagai Penggunaan Lahan. Kode perlakuan sama dengan Tabel 1.

Tabel 9. Karakterisasi isolat bakteri pelarut fosfat di berbagai penggunaan lahan

No	Isolat	Karak	Teris	asi			Kenampakan isolat
		Warna	Ukuran(m m)	Bentuk Koloni	Tepian	Elevasi	
1	KL1A	Putih kekuningan	3	Irreguler	Lobate	Datar	
2	KL1B	Putih kekuningan	3	Irreguler	Bergelombang	Raised	
3	PK1A	Kuning	4	Round	Entire	Cembung	
4	PS1A	Kuning	4	Bulat bertepi	Entire	Rasied	
5	PS1B	Putih kekuningan	6	Irreguler	Filamentous	Umbolatte	
6	PS1C	Putih	3	Bulat bertepi	Entire	Nyata	
7	MK1A	Putih	4	Irreguler	Lobate	Datar	
8	MK3A	Putih	4.5	Irreguler	Lobate	Datar	
9	MK3A	Putih	3	Irreguler	Irreguler	Raised	
10	MK3B	Putih kekuningan	5	Rhizoid	Irreguler	Datar	
11	MS2A	Putih kekuningan	7.5	Rhizoid	Lobate	Cembung	

Tabel 10. Luas dan Rasio Zona Bening Bakteri Pelarut Fosfat di berbagai Penggunaan Lahan

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Indeks Zona Bening
1	KL1A	6	3	2,00
2	KL2A	4	3	1,33
3	PK1A	4.5	4	1,13
4	PS1A	4.5	4	1,13
5	PS1B	7.5	6	1,25
6	PS3C	6	3	2,00
7	MK1A	5	3	1,67
8	MK3B	7	5	1,40
9	MK3A	8	4.5	1,78
10	MS2A	11.00	7.5	1,47
11	MS3A	6	4	1,50

Tabel 11. Uji patogenesis pada daun tembakau

No	Kode Isolat	Reaksi Setelah di infeksi Isolat
1	KL1A	(-) negatif
2	KL2A	(-) negatif
3	PK1A	(-) negatif
4	PS1A	(-) negatif
5	PS1B	(-) negatif
6	PS3C	(-) negatif
7	MK1A	(-) negatif
8	MK3A	(-) negatif
9	MK3B	(-) negatif
10	MS2A	(-) negatif
11	MS3A	(-) negatif

Perlakuan Isolat terhadap tanaman tembakau memberikan reaksi yang negatif (Tabel 11). Pada daun tidak terjadi gejala nekrosis. Isolat BPF tidak bersifat pathogen bagi tanaman. Uji patogenesis pada isolat pathogen akan menimbulkan gejala sakit pada tanaman yaitu daun menguning, kering lalu berguguran (Danaatmaja *et al.*, 2009) (Gambar 2).



Gambar 2. Uji Patogenesis Pada Tembakau menunjukkan reaksi yang negatif setelah 48 jam inkubasi

Pembahasan umum

Pengaruh lingkungan terhadap bakteri pelarut fosfat

Kerapatan tajuk berhubungan dengan biomassa serasah yang ada di lahan. Hubungan antara kadar C-organik dan kerapatan tajuk sebesar $r = 0,34$ menunjukkan nilai positif dengan korelasi lemah. Hal ini sejalan dengan pendapat Budiman *et al.* (2015) mengindikasikan bahwa kerapatan tajuk menghasilkan serasah yang lebih banyak karena pohon-pohon yang tumbuh rapat di hutan segera melepaskan daun dan ranting, sebab cahaya tidak cukup untuk proses fotosintesis. Berdasarkan analisa korelasi

diperoleh hasil biomassa serasah akan meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat. Hubungan antara berat serasah dan populasi bakteri pelarut fosfat memiliki nilai positif sebesar $r = 0,52$ menunjukkan korelasi yang sedang. Apabila dalam suatu lahan memiliki biomassa serasah yang banyak maka akan menambah input bahan organik di lahan tersebut.

Pengaruh sifat kimia terhadap bakteri pelarut fosfat

Kadar C-organik berkorelasi positif terhadap bakteri pelarut fosfat dengan nilai korelasi $r = 0,66$. C-organik merupakan sumber energi bagi aktivitas mikroba tanah. Sejalan dengan pendapat Marista *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa bakteri banyak ditemukan pada daerah rizosfer karena memiliki kandungan bahan organik yang cukup untuk aktivitas bakteri. P-total tanah berhubungan dengan populasi bakteri pelarut fosfat. Hasil korelasi menunjukkan korelasi yang positif antara P total terhadap total bakteri pelarut fosfat dengan nilai $r = 0,40$. Kecepatan mineralisasi P berkorelasi dengan jumlah substrat. Hal ini mengindikasikan bahwa fosfat organik meningkat seiring dengan proses mineralisasi P aktif (Alexander, 1997; Simanungkalit *et al.*, 2006). P tersedia berhubungan dengan populasi Bakteri Pelarut fosfat dengan nilai $r = 0,27$ yang berarti positif tetapi hubungannya sedang. Hal ini sejalan dengan pendapat Marlina (1997) dalam Niswati *et al.* (2008) bahwa Populasi mikroba pelarut fosfat dalam tanah akan meningkatkan P tersedia dalam tanah. Meskipun hasil korelasi menunjukkan pengaruh yang positif kadar P tersedia di UB Forest termasuk sangat rendah pH akibat P-organik yang telah di mineralisasi oleh bakteri pelarut fosfat terjepit oleh senyawa Al dan Fe.

Kesimpulan

Diversitas bakteri pelarut fosfat mempunyai hasil yang berbeda pada tiap penggunaan lahan. Perbedaan penggunaan lahan berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri pelarut fosfat. Total Bakteri Pelarut Fosfat tertinggi terletak di plot Kawasan Lindung (KL) sebesar 103×10^6 cfu.ml⁻¹ dan terendah sebesar 7×10^6 cfu.ml⁻¹ pada plot Pinus

Semusim (PS). Terdapat 11 isolat bakteri yang mampu melarutkan sumber fosfat pada media Pikovskaya ditandai dengan adanya zona bening pada tepian koloni bakteri dengan Indeks zona bening sebesar 2 dan 1.78. Kondisi lingkungan yang berkaitan dengan kerapatan tajuk, serasah, suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap bakteri pelarut fosfat. Semakin tinggi kerapatan tanaman yang diperoleh dari proyeksi tajuk dan kondisi lingkungan yang baik serta ketersediaan substrat dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak UB Forest atas dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alexander, M. 1978. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Bardgett, R.D. 2008. The Biology of Soil a Community and Ecosystem Approach. Oxford University Press, New York.
- Bene, J., Beall, H. and Cote, A. 1977. Trees, Food and People, IDRC Ottawa.
- Budiman M., Hardiansyah, dan Darwati, H. 2015. Estimasi Biomassa Karbon Serasah dan Tanah pada Basal Area Tegakan Meranti Merah (*Shorea macrophylla*) di Areal Arboretum universitas Tanjungpura Pontianak. Jurnal Hutan Lestari 3 (1): 98-107
- Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W.A. and Young, C.C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. Applied Soil Ecology 34:33-41.
- Danaatmaja, Y., Subandiyah, S., Joko, T. dan Sari, U.C. 2009. Isolasi dan Karakterisasi *Ralstonia solygyi*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 15(1).
- Hairiah, K. Widiyanto, Utami, S.R., Suprayogo, D. Sitompul, S.M. Sunaryo, Lusiana, B. Mulia, R. Van Noordwijk, M. dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. ICRAF SE Asia, Bogor. 2-3.
- Hairiah, K., Ekadinata A, Sari, R.R. dan Rahayu S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk praktis. Edisi kedua. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang
- Hardjowigeno, S. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Pustaka Utama. Jakarta 77-79.
- Leboffe, M.J. and Pierce, B.E. 2011. A Photographic Atlas for The Microbiology Laboratory. Fourth Edition. Morton Publishing. Colorado.
- Marista E., Khotimah, S., dan Linda, R. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rhizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. Jurnal Protobiont. F. MIPA UNTAN. Pontianak.
- Marlina, M. 1997. Keragaman Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah di lahan Hutan Primer, Hutan Sekunder, Pertanaman Kopi dan Lahan Kritis di Sumber Jaya Lampung Barat. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 67 hlm.
- Muardimansah, S., Akhbar, dan Arianingsih, I. 2016. Cadangan Karbon Tanah Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk Di Hutan Lindung Kebun Kopi Desa Nupabomba Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala. Warta Rimba.
- Mulyoutami, Stefanus, Schalenbourg, Rahayu, Joshi. 2004. Pengetahuan Lokal Petani dan Inovasi Ekologi Dalam Konservasi dan Pengelolaan Tanah Pada Pertanian Berbasis Kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. Agrivita Volume 26 Nomor 1 Edisi Maret 2004.
- Niswati, A., Yusnaini, S., Arif Ahmad, Syamsul, M., 2008. Populasi Mikroba Pelarut Fosfat dan P-tersedia pada Rizosfir beberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.). Jurnal Tanah
- Prabowo, Yogi, dan Suharyadi, R., 2017. Pemanfaatan Citra Spot 6 untuk Analisis Hubungan Nilai Indeks Vegetasi terhadap Struktur Vegetasi dalam Pemetaan Ruang Terbuka Struktur Vegetasi dalam Pemetaan Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Mertoyudan, Kabupaten Magelang. Jurnal Bumi Indonesia, 6 (4) : 2-3.
- Salim G.A. dan Budiadi. 2014. Produksi dan Kandungan Hara Serasah pada Hutan Rakyat Nglanggeran, Gunung Kidul, D.I Yogyakarta. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. Vol 11 No. 2
- Saraswati R. dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Iptek Tanaman Pangan 3(1)
- Saraswati R., Husen E., Simanungkalit R.D.M . 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Balai

- Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 55-66
- Schaad, N,W., Jones, J,B, Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd ed. The American Phytopathology Society Press, St.Paul, MN: USA.
- Simanungkalit, R.D.M., R. Saraswati, R.D. Hastuti, E. Husen. 2006. Mikroba Pelarut Fosfat Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Bogor.
- Sugiyarto, Efendi, E., Mahajoeno, E., Sugito, Y., Handayanto, E. dan Agustina, L. 2007. Preferensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik tanaman pada intensitas cahaya berbeda. Biodiversitas 7 (4): 96- 100.