

POPULASI MIKROB FUNGSIONAL PADA RHIZOSFER KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT RIAU

Functional Microbial Population on Oil Palm Rhizosphere in Riau Peatlands

Morgan Ohiwal^{1)*}, Rahayu Widyastuti²⁾ dan Supiandi Sabiham²⁾

¹⁾ Program Studi Bioteknologi Tanah dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

ABSTRACT

Oil palm growth in peatland may influence the presence of microbial populations. Root exudate is one of organic compound that is released by oil palm roots in rhizosphere area where it can be used as a nutrient for microbes to survive in peatland. The study was conducted to study functional microbial population in the rhizosphere area of oil palm plantation aged <6, 9–15, and >15 years in Riau peatlands. The highest microbial populations was found in oil palm plantation aged <6 years at peat thicknesses of <3 and >3 m, which was respectively 10.3×10^6 and 5.7×10^6 CFU g^{-1} . The highest cellulolytic microbial population was found in oil palm plantation aged <6 years at peat thicknesses of <3 and >3m, which was respectively 17.4×10^4 and 11.4×10^4 CFU g^{-1} . The highest Azotobacter population was found in oil palm plantation aged >15 years at peat thicknesses of <3 and >3m, which was respectively 9.4×10^5 and 12.5×10^5 CFU g^{-1} . The highest phosphate solubilizing microbial population was found in oil palm plantation aged <6 years at peat thicknesses of <3 and >3m, which was respectively 11.4×10^4 and 13.2×10^4 CFU g^{-1} . The highest fungal population was found in oil palm plantation aged <6 years at peat thicknesses of <3 m and >3 m, which was respectively 11.4×10^4 CFU g^{-1} and 17.3×10^4 CFU g^{-1} . The highest white-rot fungal population was found in oil palm plantation aged 9–15 years at peat thicknesses of <3 m and >3 m, which was respectively 8.7×10^3 CFU g^{-1} and 9.4×10^3 CFU g^{-1} . In conclusion, the highest microbial population was dominantly found in oil palm plantation aged <6 years.

Keywords: Microbial populations, oil palm plantation, peat thickness, rhizosphere area

ABSTRAK

Pertumbuhan kelapa sawit di lahan gambut dapat mempengaruhi keberadaan populasi mikroba. Eksudat merupakan salah satu senyawa organik yang dihasilkan oleh akar sawit di rhizosfer, yang digunakan sebagai nutrisi bagi mikroba untuk bertahan hidup di lahan gambut. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari populasi mikroba fungsional pada rhizosfer kelapa sawit berumur <6, 9–15, dan >15 tahun di lahan gambut. Populasi total mikroba tertinggi pada ketebalan gambut <3 dan >3m ditemukan pada umur kelapa sawit <6 tahun masing-masing sebesar 10.3×10^6 dan 5.7×10^6 CFU g^{-1} . Populasi mikroba selulolitik pada ketebalan gambut <3 dan >3 m 17.4×10^4 dan 11.4×10^4 CFU g^{-1} ditemukan pada kelapa sawit <6 tahun. Populasi Azotobacter tertinggi 9.4×10^5 dan 12.5×10^5 CFU g^{-1} ditemukan pada umur kelapa sawit >15 tahun pada kedua ketebalan gambut. Populasi mikroba pelarut fosfat pada ketebalan gambut <3 dan >3m tertinggi pada umur kelapa sawit <6 tahun, masing-masing 11.4×10^4 dan 13.2×10^4 CFU g^{-1} . Populasi jamur tertinggi pada kedua ketebalan gambut (<3 dan >3m) adalah 11.4×10^4 CFU g^{-1} dan 17.3×10^4 CFU g^{-1} terdapat pada kelapa sawit <6 tahun. Populasi *White-rot fungi* 8.7×10^3 CFU g^{-1} terdapat pada kelapa sawit 9-15 tahun dan 9.4×10^3 CFU g^{-1} pada kelapa sawit >15 tahun. Populasi mikroba tertinggi dominan pada kelapa sawit <6 tahun.

Kata kunci: Populasi mikroba, kebun kelapa sawit, ketebalan gambut, rhizosfer

PENDAHULUAN

Secara umum gambut memiliki pH dan ketersediaan unsur makro dan mikro yang rendah, yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi yang mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis lahan, termasuk pada lahan gambut. Perkebunan kelapa sawit di lahan gambut secara spesifik berpengaruh terhadap populasi mikroba di rhizosfernya. Populasi mikroba di daerah rhizosfer dipengaruhi oleh ketersediaan eksudat akar. Hal ini dikarenakan eksudat akar kelapa sawit merupakan sumber energi bagi mikroba untuk melakukan

aktivitas dalam perombakan bahan organik dan membantu tersedianya unsur hara bagi kelapa sawit. Ketersediaan eksudat akar juga akan mempengaruhi populasi total mikroba dan populasi mikroba fungsional tanah seperti Azotobacter, MPF (Mikroba Pelarut Fosfat), dan mikroba selulolitik.

Ekosistem lahan gambut yang ekstrim membuat mikroba tanah fungsional tidak mampu berkembangbiak secara optimal. Namun demikian, beberapa penelitian mikroba tanah yang dilakukan di lahan gambut berhasil mengisolasi mikroba fungsional, seperti yang dilakukan oleh Kaburuan (2014) yang berhasil mengisolasi bakteri penambat N_2 non-simbiotik *Azotobacter*, *Azospirillum*

dan *Clostridium pasteurianum* dari tanah gambut cagar biosfer Giam Siak, Riau, dan Naemah *et al.* (2012) pada tiga jenis penggunaan lahan (kelapa sawit, karet, kayu manis) diketahui populasi total fungi pada lahan sawit 9.1×10^5 CFU g^{-1} tanah dan bakteri 2.2×10^5 CFU g^{-1} tanah.

Secara umum di dalam tanah ditemukan mikroorganisme pelarut P anorganik sekitar 10^4-10^6 CFU g^{-1} tanah dan sebagian besar berada pada daerah perakaran. Menurut Widawati dan Suliasih (2005) bahwa ketinggian area, pH tanah, vegetasi dan habitat mikroorganisme (rhizosfer dan lantai hutan) yang berbeda merupakan faktor penghambat bagi pertumbuhan populasi MPF. Populasi MPF sangat bervariasi pada masing-masing perakaran tanaman, hal ini disebabkan karena perkembangan jasad renik didalam tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme akar tanaman yang mengeluarkan eksudat (Purwaningsih, 2012).

Mikroorganisme selulolitik merupakan salah satu mikroorganisme pendegradasi bahan organik dan memiliki peranan penting dalam biosfer dengan mendaur-ulang selulosa. Mikroorganisme selulolitik pada tanah gambut dapat mendegradasi bahan organik dan membantu tersedianya unsur hara dalam tanah. Khairiah (2013) mengisolasi bakteri selulolitik dari tanah gambut dan didapat perbedaan nilai kepadatan bakteri pada setiap titik pengambilan sampel sebanding dengan kandungan nilai serat utuh, kandungan kimia dan fisika tanah.

Kandungan bahan organik gambut tidak bisa langsung dimanfaatkan karena masih dalam bentuk senyawa kompleks, diantaranya adalah lignin dan selulosa. Beberapa kelompok jamur dilaporkan dapat mendegradasi senyawa lignin, seperti misalnya kelompok “*White-rot fungi*” mampu menggunakan selulosa sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya dan mempunyai kemampuan mendegradasi lignin. Pada umumnya *white-rot fungi* mensintesis 3 macam enzim, yaitu *Lignin-peroksidase* (LIPs), *Manganese-peroksidase* (MNP), dan *Laccase*. Ketiga enzim tersebut sangat berperan dalam proses degradasi lignin.

Pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya kelapa sawit tidak hanya akan berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia lahan gambut tetapi juga akan berpengaruh terhadap sifat biologi dari lahan gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari populasi mikroorganisme fungsional

pada gambut dangkal (<3 m) dan gambut tebal (>3 m) pada umur tanaman kelapa sawit <6 tahun, 9–15 tahun dan >15 tahun.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Juli–Agustus 2015 pada salah satu perusahaan kelapa sawit di Kecamatan Sei Gasib, Kabupaten Siak Riau. Untuk analisis sifat biologi tanah gambut dilaksanakan pada bulan April 2016–Februari 2017 di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi *magnetic stirrer*, timbangan analitik, *shaker*, LAF (*Laminar Air Flow*), *autoclave*, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikro pipet, erlenmeyer.

Media yang digunakan untuk isolasi mikroorganisme fungsional adalah NFM (*nitrogen free manitol*) untuk *Azotobacter*, *Pikovskaya* untuk MPF, PDA (*Potato Dextrose Agar*) untuk fungi, PDA (*potato dextrose agar*) + Asam Tanin (*Uji Bavendamm*) untuk WRF (*White-rot fungi*), CMC (*carboxil methyl cellulosa*) untuk mikroorganisme selulolitik, NA (*nutrient agar*) untuk total mikroorganisme. Media dan ciri-ciri mikroorganisme disajikan pada Tabel 1.

Metode Penelitian

Lokasi Pengambilan Sampel

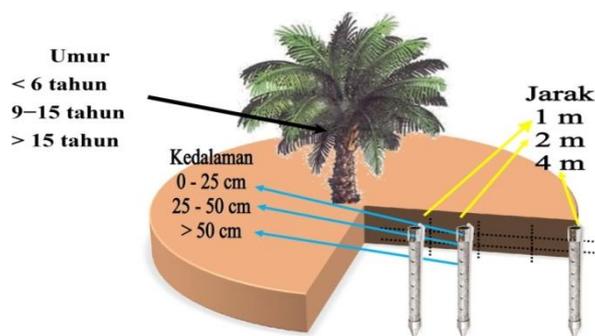
Sampel tanah yang diambil terdapat pada 5 Blok yakni: Blok L 7 mewakili gambut dangkal dan gambut tebal (kelapa sawit <6 tahun), Blok K 19 gambut dangkal (kelapa sawit 9-15 tahun), Blok K 23 gambut tebal kelapa sawit >15 tahun, Blok K 24 gambut dangkal (kelapa sawit >15 tahun), dan Blok K 25 gambut tebal (kelapa sawit 9-15 tahun) (Tabel 2).

Tabel 1. Media untuk isolasi mikroorganisme fungsional dan ciri-cirinya

Mikrob	Media	Ciri-ciri
<i>Azotobacter</i>	NFM	Koloni kecil dan banyak, mengkilap, biasanya mempunyai permukaan yang datar dengan sedikit cekung di bagian tengah, seperti susu dan kelihatan bening
MPF	<i>Pikovskaya</i>	Koloni mempunyai daerah bening
WRF	PDA + Asam Tanin (<i>Uji Bavendamm</i>)	Bila pada permukaan media terbentuk warna cokelat, hal ini mengindikasikan adanya aktivitas <i>fenol oksidase</i> , maka fungi tersebut termasuk kelompok fungi pelapuk putih (Rayner dan Boddy, 1988).
Mikroorganisme Selulolitik	CMC	Adanya aktifitas selulolitik ditunjukkan dengan adanya zona bening pada media CMC setelah diberi pewarna <i>congo red</i>
Fungi	PDA	Terbentuknya hifa dan spora pada media
Total Mikroorganisme	NA	Koloni kecil dan banyak

Tabel 2. Blok sampling, ketebalan gambut dan umur tanaman

Blok Pengambilan Contoh	Ketebalan Gambut		Umur Tanaman	
	Dangkal	Tebal	<6 tahun	9-15 tahun >15 tahun
L – 7	220 cm	509 cm	√	-
K – 19	130 cm	-	-	√
K – 23	-	410 cm	-	-
K – 24	165 cm	-	-	√
K – 25	-	342 cm	-	-



Gambar 1. Umur tanaman, jarak dari pohon dan kedalaman pengambilan sampel tanah

Pengambilan Sampel Tanah Rhizosfer

Pengambilan sampel tanah di rhizosfer dilakukan pada kedalaman 0–25, 25–50, >50 cm. Tanah yang diambil adalah tanah yang menempel pada akar kelapa sawit sampai sekitar 1 cm dari permukaan akar, kemudian akar beserta tanah yang melekat dimasukkan ke dalam plastik, diberi label, selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak es (*cool box*). Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dalam satu penampang profil rhizosfer pohon terdapat 9 sampel tanah (kedalaman pengambilan sampel tanah dibatasi oleh tinggi muka air tanah) dan diambil pada 2 pohon dalam 6 transek dengan jarak dari pohon 1, 2 dan 4 meter.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* Sigma Plot versi 12.0 untuk melihat sebaran populasi total mikrob dan mikrob fungsional pada kedua tipe ketebalan gambut dangkal dan tebal pada masing-masing umur kelapa sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

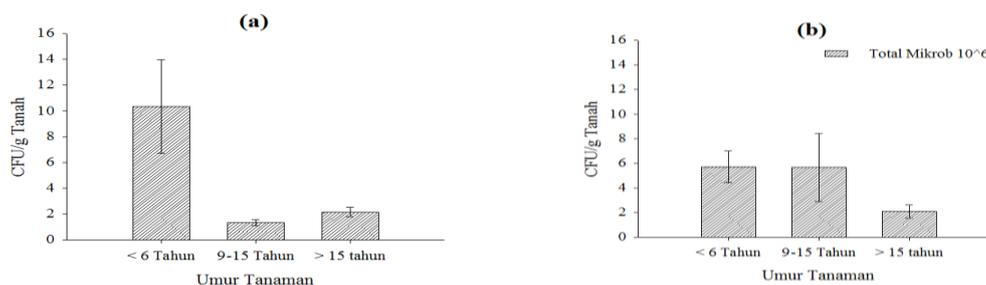
Populasi Mikrob Fungsional Tanah pada Umur Tanaman Kelapa Sawit yang Berbeda

Total Mikrob

Keragaman data dianalisis dengan galat baku yang digambarkan dengan program Sigma Plot yang menunjukkan bahwa sebaran populasi tertinggi terdapat pada kelapa sawit <6 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi total mikrob pada gambut dangkal $4.6 \pm 1.4 \times 10^6$ CFU g⁻¹ tanah. Populasi total mikrob pada gambut dangkal tertinggi terdapat pada kelapa sawit <6 tahun yaitu 10.3×10^6 CFU g⁻¹ tanah, sedangkan yang terendah

terdapat pada kelapa sawit 9–15 tahun yaitu 1.3×10^6 CFU g⁻¹ tanah (Gambar 2a). Pada gambut tebal rata-rata sebaran populasi $4.5 \pm 1.53 \times 10^6$ CFU g⁻¹ tanah, dengan sebaran populasi lebih beragam pada kelapa sawit 9–15 tahun. Populasi total mikrob pada gambut tebal tertinggi terdapat pada kelapa sawit <6 tahun yaitu 5.7×10^6 CFU g⁻¹ tanah, sedangkan yang terendah 2.1×10^6 CFU g⁻¹ tanah terdapat pada kelapa sawit >15 tahun (Gambar 2b). Populasi mikrob paling tinggi di dua tipe lahan gambut pada kelapa sawit <6 tahun diduga karena adanya perlakuan yang diberikan yakni pemupukan dan pemberian bahan amelioran. Hal ini disebabkan oleh bahan aktif dari pupuk yang memiliki volatilitas rendah dan bersifat non-polar sehingga lebih sulit terabsorpsi oleh akar tanaman dan lebih banyak terurai di daerah rhizosfer. Akibatnya, hasil penguraian tersebut lebih banyak dimanfaatkan oleh mikrob sebagai sumber nitrogen dan karbon (Ngawit dan Budianto, 2011). Faktor lain yang mempengaruhi aktivitas dan populasi mikrob antara lain kualitas dan kuantitas kandungan bahan organik tanah, pH, ketersediaan oksigen, temperatur, kultivar tanaman, musim, kelembaban, pupuk anorganik, dan adanya zat penghambat (Oyewole *et al.*, 2012).

Perbedaan umur tanaman kelapa sawit akan mempengaruhi pertumbuhan dan populasi mikrob, hal ini disebabkan eksudat yang dikeluarkan oleh perakaran kelapa sawit merupakan sumber nutrisi yang dibutuhkan mikrob. Setiap mikrob akan tumbuh dengan baik di dalam lingkungannya selama kondisinya menguntungkan bagi pertumbuhan dan untuk mempertahankan dirinya. Populasi mikrob tanah yang beragam disebabkan faktor lingkungan yang tidak sama di setiap daerah akibat umur tanaman yang berbeda. Keberadaan mikrob juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan ekosistem setempat dan keseimbangan dalam kehadiran setiap mikrob sehingga rantai makanan berjalan dengan baik.



Gambar 2. Total populasi mikrob berdasarkan umur tanaman pada gambut dangkal (a) dan gambut tebal (b)

Populasi Mikrob Fungsional (*Azotobacter*, MPF, dan Mikrob Selulolitik)

Berdasarkan hasil analisis data dengan galat baku menggunakan program Sigma Plot, perbedaan populasi mikrob fungsional hanya terdapat pada mikrob selulolitik di kedua tipe lahan gambut (Gambar 3). Populasi mikrob selulolitik pada gambut dangkal berada pada kisaran $9.81 \pm 2.08 \times 10^4$ CFU g^{-1} tanah. Hasil menunjukkan bahwa populasi mikrob selulolitik pada gambut dangkal berdasarkan umur tanaman tertinggi pada kelapa sawit <6 tahun (17.4×10^4 CFU g^{-1} tanah), kelapa sawit 9–15 tahun (6.8×10^4 CFU g^{-1} tanah) dan >15 tahun (5.3×10^4 CFU g^{-1} tanah), namun secara signifikan tidak berbeda antara kelapa sawit 9–15 tahun dengan kelapa sawit >15 tahun (Gambar 3a). Hal ini disebabkan tingginya kadar serat gambut pada tanaman kelapa sawit <6 tahun. Menurut Khairiah (2013) serat mengandung senyawa selulosa yang merupakan bahan yang dimanfaatkan oleh mikrob selulolitik sehingga kadar serat pada gambut dapat berpengaruh pada kepadatan mikrob selulolitik. Mikrob selulolitik mampu mendegradasi selulosa yang banyak terdapat pada tanah gambut (Ulfa *et al.*, 2014).

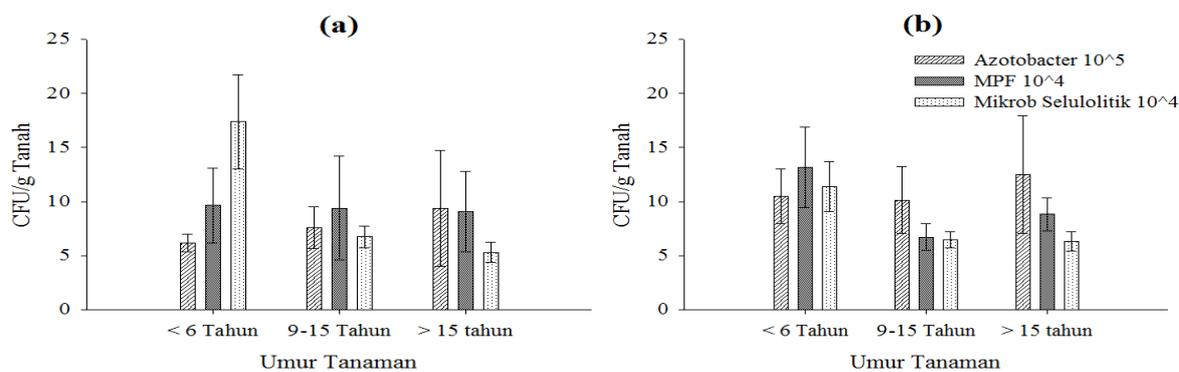
Populasi mikrob selulolitik pada gambut tebal tertinggi pada kelapa sawit <6 tahun (11.4×10^4 CFU g^{-1} tanah), kelapa sawit 9–15 tahun (6.5×10^4 CFU g^{-1} tanah), dan kelapa sawit >15 (6.3×10^4 CFU g^{-1} tanah) (Gambar 3b), dengan rata-rata sebaran populasi mikrob selulolitik $8.08 \pm 1.31 \times 10^4$ CFU g^{-1} tanah. Hal ini bisa disebabkan karena komposisi gambut pada kelapa sawit <6 tahun cenderung masih belum terdekomposisi lanjut sehingga selulosa yang merupakan sumber karbon untuk mikrob selulolitik ini masih dalam jumlah yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan komposisi gambut pada umur tanaman kelapa sawit 9–15 tahun dan >15 tahun. Malatova (2005) mengemukakan bahwa bakteri pendegradasi memiliki kemampuan menggunakan atau merombak senyawa organik untuk pertumbuhan dan sumber energi. Keberadaan bakteri ini memiliki peran dalam membantu proses degradasi selulosa pada serat, dimana menurut Lenvin *et al.* (2009), mikrob selulolitik dapat mendegradasi selulosa dan menjadikan selulosa sebagai sumber karbon tunggal yang secara ekologi menjadi sangat penting.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *Azotobacter* pada dua tipe lahan gambut meningkat seiring dengan bertambahnya umur kelapa sawit. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang didapat pada gambut dangkal dimana populasi *Azotobacter* pada kelapa sawit <6 tahun yaitu 6.2×10^5 CFU g^{-1} tanah, kelapa sawit 9–15 tahun 7.6×10^5 CFU g^{-1} tanah dan populasi *Azotobacter* tertinggi berada pada kelapa sawit >15 tahun yaitu 9.4×10^5 CFU g^{-1} tanah (Gambar 2a). Populasi *azotobacter* pada gambut tebal tertinggi terdapat pada kelapa sawit >15 tahun yaitu 12.5×10^5 CFU g^{-1} tanah, pada kelapa sawit <6 tahun populasi *Azotobacter* 10.5×10^5 CFU g^{-1} tanah, dan populasi yang terendah yaitu pada kelapa sawit 9–15 tahun dengan populasi *Azotobacter* 10.15×10^5 CFU g^{-1} tanah (Gambar 3b). Tingginya populasi *Azotobacter* pada umur tanaman kelapa sawit >15 tahun dapat disebabkan

tingginya bobot akar dan semakin banyaknya perakaran. Walaupun grafik pada Gambar 3b menunjukkan perbedaan populasi antara ketiga umur tanaman kelapa sawit, namun variasi data yang dianalisis dengan galat baku dan digambarkan dengan program *Sigma Plot* tidak menunjukkan pengaruh umur tanaman terhadap populasi *Azotobacter*. Sebagaimana diketahui, *Azotobacter* merupakan bakteri non-simbiotik yang memanfaatkan eksudat yang keluar dari perakaran tanaman aktif sebagai sumber nutrisinya. Menurut Antralia *et al.* (2015) populasi *Azotobacter* meningkat dengan bertambahnya usia tanaman, disebabkan oleh perbedaan aktivitas metabolisme akar, dimana semakin bertambah umur, akar yang tumbuh dan aktif semakin banyak sehingga menyebabkan komposisi dan jumlah eksudat yang dikeluarkan akan semakin banyak. Eksudat tersebut dimanfaatkan mikrob di dalam tanah sehingga mikrob tersebut dapat bertahan hidup dan memperbanyak diri (Makarim dan Suhartatik, 2010). Aktivitas metabolisme akar tanaman yang mengeluarkan eksudat yang terdiri atas beberapa senyawa seperti asam amino, asam organik, glikosida, senyawa nukleotida dan basanya, enzim, vitamin, gula, tannin, dan senyawa indol yang ditransfer ke akar sebagai eksudat (Walker *et al.*, 2003).

Azotobacter juga dapat berperan sebagai salah satu indikator kesehatan tanah. Hindersah dan Simarmata (2004), menyatakan bahwa kesehatan biologis suatu tanah akan banyak ditentukan oleh dominansi dari *Rhizobakteri* atas mikrob tanah lainnya sehingga tanaman mendapatkan manfaat yang optimal dari *Rhizobakteri*. Selain eksudat akar tanaman yang banyak mengandung asam amino, karbohidrat dan senyawa lainnya sebagai sumber energi dan nutrisi bagi pertumbuhan mikrob, aktivitas dan populasi mikrob di daerah perakaran tanaman juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Widawati *et al.* (2010) bahwa populasi *Azotobacter* meningkat dengan pupuk yang ditambahkan kompos. Menurut Purwani *et al.* (2014) populasi *Azotobacter* meningkat dengan perlakuan pemberian pembenah tanah ditambah inokulasi pupuk hayati. Mikrob tanah seperti *Azotobacter* sp berperan dalam menyediakan unsur hara, terutama unsur hara nitrogen.

Secara umum di dalam tanah ditemukan mikrob pelarut P anorganik sekitar 10^4 – 10^6 CFU g^{-1} tanah dan sebagian besar berada pada daerah perakaran. Keragaman data yang dianalisis dengan galat baku yang digambarkan dengan program *Sigma Plot* menunjukkan sebaran populasi yang lebih tinggi pada kelapa sawit 9–15 tahun. Rata-rata populasi MPF pada gambut dangkal $9.37 \pm 3.99 \times 10^4$ CFU g^{-1} tanah. Pada gambut dangkal populasi MPF tertinggi pada kelapa sawit <6 tahun yaitu 11.4×10^4 CFU g^{-1} tanah, pada kelapa sawit 9–15 tahun populasi MPF 8.1×10^4 CFU g^{-1} tanah sedikit lebih rendah dari populasi MPF pada kelapa sawit >15 tahun dengan populasi 8.9×10^4 CFU g^{-1} tanah (Gambar 2a). Hal ini menandakan pertambahan umur pada tanaman kelapa sawit tidak ada pengaruhnya terhadap populasi MPF pada gambut dangkal.



Gambar 3. Populasi *Azotobacter*, MPF dan mikrob Selulolitik berdasarkan umur tanaman pada gambut dangkal (a) dan gambut tebal (b)

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata populasi MPF pada gambut tebal $9.57 \pm 2.16 \times 10^4$ CFU g⁻¹ tanaah, dimana sebaran populasi lebih bervariasi pada kelapa sawit <6 tahun. Populasi MPF tertinggi berada pada kelapa sawit <6 tahun dengan populasi 13.2×10^4 CFU g⁻¹ tanah, populasi terendah berada pada kelapa sawit 9–15 tahun yaitu 6.7×10^4 CFU g⁻¹ tanah, pada kelapa sawit >15 tahun populasi MPF 8.8×10^4 CFU g⁻¹ tanah (Gambar 2b). Tingginya populasi MPF pada kelapa <6 tahun ini, disebabkan perlakuan yang diberikan pada tanaman yang produktif yakni pemupukan, pemberian ameliorant, dan manajemen pengelolaan air. Hal ini sesuai dengan pendapat Dermiyanti *et al.* (2009) bahwa berlimpahnya populasi mikrob dalam tanah khususnya MPF dapat ditunjang dengan tersedianya bahan organik, kelembaban dan temperatur serta aerasi yang baik, selain itu juga keadaan alami dari pertumbuhan tanaman. Populasi MPF sangat bervariasi pada masing-masing perakaran tanaman, hal ini disebabkan karena perkembangan jasad renik didalam tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme akar tanaman yang mengeluarkan eksudat (Purwaningsih, 2012). Selanjutnya umur tanaman berpengaruh nyata terhadap P-tersedia di dalam tanah non-rhizosfer, dimana kandungan P-tersedia tanah non rhizosfer meningkat dengan bertambahnya umur tanaman (Niswati *et al.*, 2008). Mikrob tanah seperti MPF juga berperan penting dalam ekosistemnya sebagai perombak bahan organik, mensintesis dan melepaskan kembali dalam bentuk bahan organik yang tersedia bagi tanaman, serta dapat mempertahankan ekosistem alam. Secara fungsional bahan organik dan anorganik yang dilepas tanaman ke dalam lingkungan berguna untuk keberlangsungan hidup mikrob tanah.

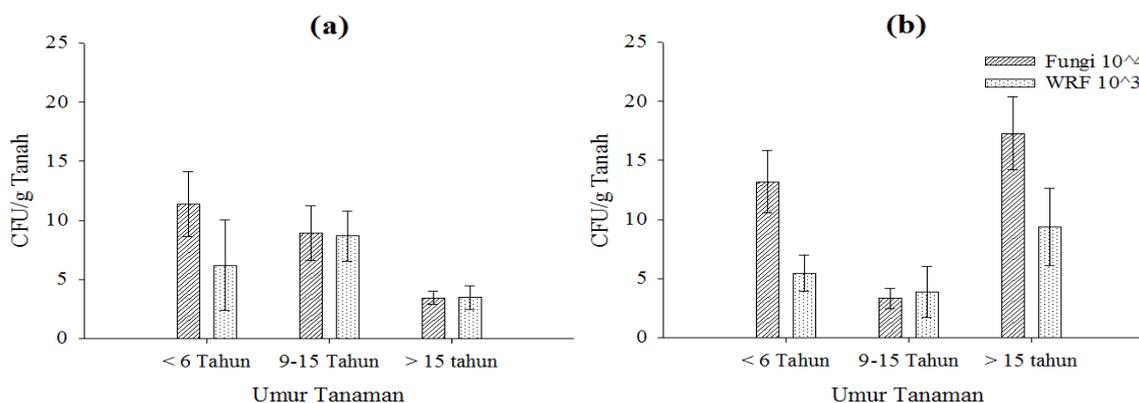
Total Fungi dan WRF

Hasil menunjukkan populasi fungi pada gambut dangkal (Gambar 3a) menurun dengan bertambahnya umur kelapa sawit. Rata-rata populasi fungi pada gambut dangkal $7.91 \pm 1.86 \times 10^4$ CFU g⁻¹ tanah. Populasi fungi pada gambut dangkal tertinggi 11.4×10^4 CFU g⁻¹ tanah pada kelapa sawit <6 tahun, pada kelapa sawit 9–15 tahun yaitu fungi 8.9×10^4 CFU g⁻¹ tanah, dan populasi fungi yang terkecil berada pada kelapa sawit >15 tahun yakni 3.4×10^4 CFU g⁻¹ tanah.

Pada gambut tebal, rata-rata populasi fungi $11.27 \pm 2.2 \times 10^4$ CFU g⁻¹ tanah, dimana populasi tertinggi berada pada kelapa sawit >15 tahun yaitu 17.3×10^4 CFU g⁻¹ tanah, dan populasi fungi terkecil berada pada kelapa sawit 9–15 tahun yaitu 3.32×10^4 CFU g⁻¹ tanah (Gambar 3b). Fungi memperoleh karbohidrat dan unsur pertumbuhan lainnya dari tanaman inang, sebaliknya fungi memberi keuntungan pada tanaman inang dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama P (Smith dan Read, 2008). Peranan pohon inang terhadap kelimpahan spora fungi di rhizosfer adalah berhubungan dengan eksudat akar yang dihasilkan, dimana eksudat akar yang merupakan sumber energi akan mempengaruhi perkecambahan spora fungi.

Populasi WRF pada gambut dangkal disajikan dalam Gambar 3a. Terlihat bahwa populasi pada kelapa sawit <6 tahun tidak berbeda dengan kelapa sawit 9–15 tahun dan >15 tahun, walaupun secara angka berbeda. Rata-rata populasi WRF pada gambut dangkal $6.12 \pm 2.33 \times 10^3$ CFU g⁻¹ tanah. Hasil analisis variasi data dengan galat baku menggunakan Sigma Plot menunjukkan populasi WRF tertinggi 8.68×10^3 CFU g⁻¹ tanah pada kelapa sawit 9–15 tahun, dan yang terkecil pada kelapa sawit >15 tahun yakni 3.47×10^3 CFU g⁻¹ tanah. Tingkat kematangan gambut dan pelapukan residu tanaman menjadi faktor penentu tingginya populasi WRF pada kelapa sawit 9–15 tahun. Mikrob pendegradasi kayu adalah fungi pelapuk putih dan fungi pelapuk cokelat (*Brown-rot fungi*), keduanya sebagian besar tergolong *Basidiomycetes*. Peran utama fungi pelapuk putih yaitu mendegradasi komponen lignin. Fungi pelapuk putih menguraikan lignin secara sempurna menjadi air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata populasi WRF pada gambut tebal adalah $6.24 \pm 2.32 \times 10^3$ CFU g⁻¹ tanah. Populasi tertinggi berada pada umur kelapa sawit >15 tahun yaitu 9.4×10^3 CFU g⁻¹ tanah, kemudian pada kelapa sawit umur <6 tahun yaitu 5.5×10^3 CFU g⁻¹ tanah, dan populasi terendah berada pada kelapa sawit umur 9–15 tahun yaitu 3.9×10^3 CFU g⁻¹ tanah (Gambar 3b). Fungi pelapuk merupakan mikroorganisme saprofit yang memanfaatkan sisa tumbuhan untuk hidupnya dengan merombaknya menjadi komponen kimia yang lebih sederhana, sehingga pengembalian tandan kosong kelapa sawit disekitar pertanaman kelapa sawit akan berpengaruh juga terhadap populasi dari WRF.



Gambar 4. Populasi fungi dan WRF berdasarkan umur tanaman pada gambut dangkal (a) dan gambut tebal (b).

SIMPULAN

Populasi total mikrob, mikrob selulolitik dan MPF baik pada gambut dengan ketebalan <3 dan >3 m tertinggi terdapat pada kelapa sawit <6 tahun. Pada gambut <3 dan >3 m populasi *Azotobacter* tertinggi pada kelapa sawit >15 tahun. Populasi fungi pada gambut dengan ketebalan <3 m tertinggi pada kelapa sawit berumur <6 tahun. Pada gambut dengan ketebalan >3 m populasi fungi dan WRF tertinggi terdapat pada kelapa sawit berumur >15 tahun. Populasi WRF pada gambut dengan ketebalan <3 m tertinggi pada kelapa sawit 9–15 tahun. Secara umum populasi mikrob tertinggi dominan ditemukan pada kelapa sawit berumur <6 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Antralia, M., D. Kania dan J. Santoso. 2015. Pengaruh pupuk hayati terhadap kelimpahan bakteri penambat nitrogen dan pertumbuhan tanaman kina (*Cinchona ledgeriana moens*) klon cib.5. *Jurnal penelitian teh dan kina*, 18: 177-185.
- Dermiyati, J. Antari, S. Yusnaini dan S.G. Nugroho. 2009. Perubahan populasi mikroroganisme pelarut fosfat pada lahan sawah dengan sistem pertanian intensif menjadi sistem pertanian organik berkelanjutan. *J. Tanah Trop.*, 14: 143-148.
- Hindersah, R. dan T. Simarmata. 2004. Potensi rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. *J. Natur. Indonesia*, 5: 127-133.
- Kaburuan, R. 2014. Isolasi dan karakterisasi bakteri penambat nitrogen non-simbiotik tanah gambut Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu. *Jurnal Agroteknologi*, 5: 35-39.
- Khairiah, E. 2013. Karakterisasi dan kepadatan bakteri pendegradasi selulosa pada tanah gambut di Desa Parit Banjar Kabupaten Pontianak. *Protobiont.*, 2: 87-92
- Levin, D.B., C.R. Carere, R. Cicek and R. Sparling. 2009. Challenges for biohydrogen production via direct lignocellulose fermentation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 34: 7390–7403.
- Makarim, A.K. dan E. Suhartatik. 2010. *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Malatova, K. 2005. Isolation and characterization of hydrocarbon degrading bacteria from environmental habitats in Western New York State [Thesis]. Department of Chemistry Rochester Institute of Technology. Rochester, NY. Accessed from <https://scholarworks.rit.edu/theses/7977>
- Naemah, D., E. Winarni dan A. Fitriani. 2012. *Kandungan Mikroorganisme pada Tiga Jenis Penutupan Lahan*. Project Report (*Unpublished*). Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Ngawit, I.K. dan V.F.A. Budianto. 2011. Uji kemempangan beberapa jenis herbisida terhadap gulma pada tanaman kacang tanah dan dampaknya terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri *rhizobium* di dalam tanah. *Crop Agro Pertanian*, 4: 27-36.
- Niswati, A., S. Yusnaini dan M.A.S. Arif. 2008. Populasi mikroba pelarut fosfat dan P-tersedia pada Rizosfir beberapa umur dan jarak dari pusat perakaran jagung (*Zea mays* L.). *J. Tanah Trop.*, 13: 123-130.
- Oyewole, O.A., S. Al-Khalil and O.A. Kalajaiye. 2012. The antimicrobial activities of ethanolic extracts of *Bassella alba* on selected micro-organism. *International Research Journal of Pharmacy*, 3: 71-73.
- Purwaningsih, S. 2012. Isolasi, populasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat pada daerah perakaran dan tanah dari Bengkulu, Sumatra. *J. Tek. Ling.*, 13: 101-108.
- Purwani, J., D. Erfandi dan I. Juarsah. 2014. *Pengaruh Pemupukan dan Pembenh Tanah Terhadap Populasi Bakteri Pada Lahan Sawah Bekas Tambang Timah Yang Ditanami Padi*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

- Rayner, A.D.M. and L. Boddy. 1988. *Fungal Decomposition of Wood. It's Biology and Ecology*. John Wiley and sons, New York.
- Smith, S.E. and D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd ed. Academic, London.
- Ulfa, A., S. Khotimah dan R. Linda. 2014. Kemampuan degradasi selulosa oleh bakteri selulolitik yang diisolasi dari tanah gambut. *Protobiont*, 3: 259-267.
- Widawati, S. dan Suliasih. 2005. Isolasi bakteri pelarut fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta kemampuannya melarutkan P di media Pikovskaya padat. *Biodiversitas*, 7: 109-113.
- Widawati, S., Suliasih dan A. Muharam. 2010. Pengaruh kompos yang diperkaya bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kapri dan aktivitas enzim fosfatase dalam tanah. *J. Hort.*, 20: 207-215.
- Walker, T.S., H.P. Bais, E. Grotewold and J.M. Vivanco. 2003. Root exudation and rhizosphere biology. *Plant Physiol.*, 132: 49-51.
-