III. TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Lahan Gambut

Lahan gambut dunia mempunyai luas sekitar 386-409 juta ha (O'Connell 2009), yang tersebar diberbagai benua diantaranya benua Asia, Eropa, Amerika dan Afrika. Dari luas keseluruhan lahan gambut di dunia sekitar 38 juta ha terdapat di wilayah tropis (Handayani 2003), dan seluas 25 juta ha atau 69% dari lahan gambut tropis di dunia terdapat di Asia Tenggara (Darajat 2006). Indonesia merupakan negara yang memiliki sebagian besar dari gambut tropis dunia yaitu seluas 21 juta ha (BB Litbang SDLP 2008). Lahan gambut Indonesia tersebar di Pulau Sumatera 8,9 juta ha, Pulau Kalimantan 6,3 juta ha, dan Pulau Papua 10,9 juta ha (Darajat 2006; Saegiman 2007). Di wilayah Sumatera, sebagian besar lahan gambut berada di pantai timur yang terdapat dibeberapa Provinsi yaitu Riau, Jambi, Sumatera Selatan, dan Bengkulu (BB Litbang SDLP 2008).

Provinsi Riau adalah provinsi yang memiliki lahan gambut terluas di Sumatera yaitu dengan luas mencapai 4,044 juta ha (Darajat 2006). Sebaran lahan gambut di Provinsi Riau berada disepanjang Timur wilayah hingga kebagian pesisir Riau. Lahan gambut Riau mempunyai potensi besar sebagai penyimpan karbon dalam jumlah besar, hal ini disebabkan karena gambut di Riau merupakan gambut terdalam di dunia yakni mencapai 10 meter (Jikalahari 2009). Akan tetapi, jika lahan gambut tidak dikelola dengan baik akan berdampak pada emisi karbon di udara sehingga meningkatkan efek rumah kaca dan *global warming*.

Lahan gambut memiliki peranan dan potensi yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan, karena lahan gambut berperan sebagai habitat bagi mikroba, berbagai spesies fauna dan tanaman langka (Djauhari 2009). Selain itu, lahan gambut menyimpan karbon (C) dalam jumlah besar dan mempunyai daya menahan air yang tinggi sehingga berfungsi sebagai penyangga hidrologi areal sekelilingnya (Agus dan Subiaksa 2008). Potensi lahan gambut Riau untuk menyimpan karbon semakin berkurang, akibat menyusutnya daerah tutupan gambut di Riau dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Jikalahari (2009), jumlah karbon yang dihasilkan gambut Riau pada tahun 1990 mencapai 16.833.870 ton karbon atau 69,75% dari kandungan karbon di Sumatera. Pada tahun 2002, hasil karbon Riau hanya tinggal 14.591.010 ton, yang berarti telah mengalami penyusutan sekitar 2.242.860 ton selama 12 tahun. Penyusutan terjadi karena adanya

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

konversi gambut diberbagai kawasan Riau menjadi lahan pertanian, hutan tanaman industri (HTI) dan perkebunan (Darajat 2006).

3.2 Aktivitas Mikroba Tanah: Kaitannya dengan Kualitas Tanah

Aktivitas mikroba tanah mencerminkan aktivitas metabolisme seluruh mikroba tanah termasuk bakteri, actinomycetes, jamur, alga, protozoa, tumbuhan dan mikrofauna. Mikroba memainkan peran penting dalam mempertahankan produktivitas tanah, seperti kesuburan dan struktur tanah (Subhani *et al.* 2001). Aktivitas mikroba tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain penggunaan lahan, teknik manajemen tanah, penggunaan pupuk, pestisida dan aktivitas antropogenik lainnya. Pembakaran hutan merupakan salah satu dari kegiatan antropogenik yang mengakibatkan rusaknya faktor fisika kimia tanah juga membunuh hewan serta tumbuhan. Sistem manajemen lahan tersebut dapat merubah struktur dan pori tanah. Perubahan pori tanah akan menyebabkan perubahan lingkungan mikro sebagai habitat dari mikroba. Hal tersebut akan mengakibatkan perubahan komposisi komunitas dan aktivitas mikroba tanah (Sylvia *et al.* 2005).

Aktivitas mikroba tanah dapat digunakan sebagai indikator dalam memonitor kualitas suatu ekosistem tanah (Winding *et al.* 2005). Kualitas tanah dapat dimonitor secara fisika (tekstur tanah, agregat tanah), kimia (pengukuran pH, salinitas, kapasitas pertukaran kation) dan biologi (USDA 1996). Parameter fisika memberikan informasi tentang porositas, *bulk density*, berat kering tanah dan stabilitas agregat tanah (O'neill dan Amacher 2003). Parameter kimia meliputi pengukuran bahan organik (total organik karbon dan total nitrogen), pH dan pengukuran kontaminasi bahan berbahaya seperti arsenik dan logam, serta salinitas (Doran dan Parkin 1994). Sementara parameter biologi meliputi total populasi organisme tanah, keanekaragaman dan aktivitas mikroba tanah (Boerner *et al.* 2005; Bahig *et al.* 2008).

3.3 Respirasi Tanah

Respirasi tanah adalah tipikal parameter aktivitas biologi tanah yang berkorelasi positif dengan material organik tanah dan merupakan refleksi dari siklus karbon (Ryan and Law 2005). Respirasi tanah merupakan kombinasi respirasi akar (autotroph) dan respirasi mikroba tanah (heterotroph). Kecepatan respirasi tanah dikontrol oleh suhu dan kelembaban tanah (Kaur *et al.* 2007, Raich dan Potter 1995), penggunaan lahan (Frank *et al.* 2006), praktek managemen tanah (Raich dan Potter 1995), serta populasi dan dinamika komunitas flora fauna tanah (Raich dan Schlesinger 1992). Karena dikontrol oleh berbagai faktor lingkungan dan perubahannya (Rustad *et al.* 2000), maka kecepatan respirasi tanah

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dapat digunakan untuk menentukan efek gangguan ekosistem terhadap komunitas mikroba dan kualitas tanah pada akhirnya.

3.4 Penyebaran Bakteri Tanah

Keanekaragaman bakteri hutan gambut belum banyak dieksplorasi dan berperan penting dalam proses dekomposisi. Hasil dekomposisi merupakan bahan organik dan unsur hara yang penting bagi kehidupan organisme dan produktivitas perairan terutama dalam peristiwa rantai makanan. Keberadaan dan keanekaragaman bakteri dalam ekosistem gambut dipengaruhi oleh faktor salinitas, pH, fisik, iklim, vegetasi, nutrisi dan aktivitas antropogenik (Hrenovic *et al.* 2003). Faktor-faktor ini tidak hanya mempengaruhi populasi bakteri tetapi juga mempengaruhi penyebaran dan jenis bakteri tanah (Foth 1994).

3.4.1 Bakteri Selulolitik

Bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim selulase yang berbeda-beda, tergantung dari gen yang dimiliki (Meryandini *et al.* 2009) dan mampu mendegradasi selulosa. Bakteri selulolitik banyak ditemukan di tanah pertanian, hutan, tumbuhan yang telah membusuk ataupun pada jaringan hewan. Beberapa bakteri selulolitik antara lain berasal dari genus *Cellulomonas, Cytophaga, Pseudomonas* (Rao 1994; Lynd *et al.* 2002.; Wirth dan Ulrich 2002), serta *Bacillus* (Kusmiati dan Priadi 2003), sedangkan bakteri selulolitik yang berasal dari kelompok aktinomisetes adalah *Nocardia* sp., *Streptomyces* sp. dan *Micromonospora* sp. (Lynd *et al.* 2002; Wirth dan Ulrich 2002). Bakteri ini hidup pada kondisi lingkungan aerob. Selain itu bakteri selulolitik juga ditemukan pada kondisi anaerob, yaitu: *Acetivibrio, Clostridium* dan *Ruminoccocus*. Di alam, bakteri selulolitik anaerob ini ditemukan sebanyak 5-10% dari total keseluruhan mikroba selulolitik (Coughlan dan Mayer 1992 *cit.* Haichar *et al.* 2006). Nurkanto (2007) berhasil mengisolasi aktinomisetes dari hutan paska kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur yang tergolong *Streptomyces*, *Nocardia*, *Microbiospora*, *Micromonospora*, *Microtetraspora*, *Streptosporangium* dan *Actinoplanes*. Sebagian dari isolat bakteri tersebut mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat dan mendegradasi selulosa.

3.4.2 Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) mampu melarutkan P yang terfiksasi di dalam tanah dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman (Intan 2007). Banyak ditemukan di sekitar perakaran tanaman dengan jumlah berkisar antara 10^5–10^7 per gram tanah (Intan 2007) dan terdapat di daerah permukaan tanah sampai

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

kedalaman 25 cm dari permukaan tanah (Ginting *et al.* 2001). Bakteri pelarut fosfat berfungsi memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat serta memiliki kemampuan melarutkan mineral-mineral fosfat melalui sekresi asam organik dan enzim fosfatase (Rao 1994). Bakteri tersebut antara lain adalah *Bacillus firmus, B. subtilis, B. cereus, Arthrobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Micrococcus* dan *Mycobacterium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K (Nurhayati 2008). Selain itu, BPF biasanya juga mampu memproduksi asam amino, vitamin dan *growth promoting substance* seperti IAA dan asam giberelin yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Richardson 2001; Gyaneshwar *et al.* 2002; Ponmugaran 2006).

Beberapa peneliti di bidang bioteknologi tanah telah memanfaatkan mikroba pelarut fosfat sebagai pupuk biologis atau *biofertilizer* (Intan 2007). Sitepu *et al.* (2007) telah berhasil mengisolasi tujuh puluh satu bakteri pelarut P yang berasosiasi dengan bibit dan anakan Dipterocarp dari tanah gambut di Arboretum Nyaru Menteng dan Universitas Pembibitan Palangkaraya, Kalimantan Tengah, Indonesia. Beberapa strain mampu melarutkan $Ca_3(PO_4)_2$ pada pH 4,5 dengan berbagai indeks solubilisasi yang berbeda pada hari ke delapan dan diperoleh 5 isolat terbaik antara lain *Roseateles* sp. CK15 dengan indeks kelarutan 6,00; *Enterobacter* sp. CK23 dengan indeks kelarutan 6,00; *Rhizobium* sp. CK19 dengan indeks kelarutan 3,85; *Erwinia* sp. CK10 dengan indeks kelarutan 3,67; dan *Erwinia* sp. CK24 dengan indeks kelarutan 3,52.

3.5. Indeks Keanekaragaman, Kemerataan dan Similaritas

Odum (1996) menyatakan keanekaragaman suatu spesies dapat berubah dengan cepat di ekosistem. Tingginya keanekaragaman spesies menunjukkan keseimbangan ekosistem tersebut, sebaliknya rendahnya keanekaragaman spesies menandakan ekosistem mengalami stres atau tekanan. Indeks keanekaragaman (H') menggambarkan keadaan populasi organisme secara matematis untuk mempermudah dalam menganalisis informasi-informasi jumlah individu masing-masing jenis dalam suatu komunitas (Ardi 2002). Sejauh ini indeks keanekaragaman bakteri di lahan gambut belum banyak dipelajari, akan tetapi nilai indeks keanekaragaman mikroba dari tanah mineral dan perairan telah banyak diteliti (Wijiyono 2009, Sugiyarto 2000).

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui pola penyebaran individu tiap jenis, apakah merata atau tidak. Bila nilai indeks kemerataan tinggi, ini menandakan bahwa

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

setiap taxon (jenis) penyebarannya rendah. Sebaliknya, jika nilai indeks kemerataan rendah, menandakan bahwa setiap taxon (jenis) penyebarannya tinggi (Krebs 1978).

Untuk membandingkan diversitas/tingkat keanekaragaman bakteri tanah dilakukan analisis indeks similaritas, yaitu rasio antara jumlah spesies yang sama dengan jumlah total spesies. Langkah awal yang dilakukan adalah analisis karakter yang diuji dengan berbagai pengujian, baik dari morfologi, fisiologi ataupun sifat biokimia yang menghasilkan data fenotip yang beragam untuk masing-masing OTU (*Operational Taxonomical Unit*). Data fenotip diolah lebih lanjut sehingga menghasilkan koefisien similaritas, yaitu sebuah fungsi yang mengukur tingkat kemiripan yang dimiliki oleh dua atau lebih strain bakteri. Koefisien ini terdiri atas dua jenis yaitu: *Simple Matching Coeficient* (Ssm) dan *Jaccard Coeficient* (Sj). Ssm merupakan koefisien similaritas yang umum digunakan pada ilmu mikologi untuk mengukur proporsi karakter yang sesuai baik yang hubungannya bersifat ada (positif) maupun yang tidak ada (negatif). Koefisien Sj dihitung tanpa memperhitungkan karakter yang tidak dimiliki oleh kedua organisme tersebut (Stackebrandt *et al.* 1999).

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/